



UNIVERSIDAD DE NAVARRA

Instituto Empresa y Humanismo

**Energía, Economía y Medio Ambiente: Una
mirada desde la sostenibilidad y el
humanismo**

**Tesis doctoral presentada por
ROBERTO CORNEJO CANTÚ para la
obtención del grado de Doctor,
realizada bajo la supervisión del
Profesor Doctor ALBAN
D'ENTREMONT**

Resumen

La presente tesis doctoral pretende llevar a cabo un estudio pormenorizado de los temas relacionados de energía, economía y medio ambiente en el momento actual, desde una triple perspectiva. En primer lugar, se analiza la situación actual de los recursos energéticos tradicionales y renovables en el mundo desde el ángulo de su naturaleza, las reservas existentes y las tecnologías utilizadas para su aprovechamiento. En segundo lugar, la temática de los recursos, la energía, la economía y el medio ambiente se enmarca dentro del concepto de sostenibilidad, tal como ha quedado definido en los muchos acuerdos y protocolos internacionales establecidos en los últimos cuatro lustros, y ha quedado consignado en las legislaciones de muchos países del mundo, conforme a la conciencia ecológica que se está afianzando en el momento presente. En tercer lugar, se lleva a cabo un recorrido histórico de las principales escuelas de pensamiento sobre esta temática, desde los pensadores antiguos hasta los autores contemporáneos. Se concluye apelando a la aplicación, desde el humanismo, de virtudes y valores tales como la justicia, la solidaridad y la subsidiariedad, dentro de un marco de cooperación entre las naciones, para atajar los múltiples problemas medioambientales y económicos a los que se enfrenta la Tierra.

Abstract

This doctoral thesis has the aim of carrying out a detailed study of the related topics of energy, the economy and the environment at the present moment from a threefold perspective. First of all, this work analyzes the present-day situation of the traditional and renewable energy resources from the viewpoint of their nature, existing reserves and the technologies used for their production. Second, the topic of resources, energy, the economy and the environment are studied from the point of view of the concept of sustainability as it has been defined in many international agreements and protocols the last four decades and has become consecrated in the legislative frameworks of many countries in the world,

in agreement with the ecological awareness that has become widespread at the present moment. Third, a historical appraisal is made of the main schools of thought on this subject matter, from the ancient thinkers to the modern-day authors. It is concluded, from a humanistic point of view, that virtues and values such as justice, solidarity and subsidiarity have to be applied within the framework of cooperation between nations in order to be able to address the multiple environmental and economic problems the world is facing.

Índice

Índice.....	7
Introducción	15
1 Energías tradicionales	27
1.1 Uso de combustibles fósiles	29
1.1.1 El carbón	30
1.1.1.1 Tipos de carbón.....	32
1.1.1.2 Los Constituyentes del carbón	35
1.1.1.3 El ciclo del carbón	36
1.1.1.4 Reservas carboníferas	39
1.1.2 Gas natural	39
1.1.2.1 Origen del gas natural	39
1.1.2.2 Composición del gas natural	42
1.1.3 Petróleo	45
1.1.3.1 La composición y clasificación del petróleo.....	47
1.1.3.2 El petróleo y su industria	49
1.2 Los cambios tecnológicos en la industria de la energía	54
1.2.1 El petróleo, principal fuente de energía	55
1.2.2 La Organización de Países Exportadores de Petróleo, como voz de la industria	58
1.2.2.1 La relación entre la Agencia Internacional de Energía y la OPEP ...	60
1.2.3 La formación de precios.....	62
1.2.3.1 Fijación del precio del petróleo	63
1.2.4 Cambio de precios y crisis	65
1.2.5 ¿El petróleo se acaba?	68
1.3 Ubicación geográfica y reservas.....	72
1.3.1 Recursos y reservas	72
1.3.2 Clasificación de las reservas	73
1.3.2.1 Reservas probadas.....	76
1.3.2.2 Reservas no probadas.....	78
1.3.2.3 Reservas probables	78
1.3.2.4 Reservas posibles	79
1.3.2.5 Categorías de reservas por estatus	80
1.4 Energía atómica	82
1.4.1 Definiciones previas.....	82
1.4.1.1 Fusión nuclear.....	83
1.4.1.2 Fisión nuclear.....	84
1.4.2 Historia y origen de la energía nuclear	84
1.4.3 Utilización de la energía nuclear para fines civiles.....	94

1.4.3.1	Clasificación de los reactores nucleares	94
1.4.3.2	El uranio como materia prima	96
1.5	El hidrógeno y las celdas de combustible.....	98
1.5.1	Hidrogeno como vector energético	98
1.5.2	La clasificación de las pilas de combustible	107
1.5.3	La producción de hidrógeno	110
1.5.3.1	Los procesos de obtención de hidrógeno	111
1.5.3.2	El almacenamiento del hidrógeno.....	112
1.5.4	Las perspectivas de desarrollo	117
2	Energías renovables	121
2.1	Tipos de energía renovable	121
2.1.1	Biomasa.....	122
2.1.1.1	Tipos de biomasa	124
2.1.1.2	Clasificación de cultivos energéticos.....	125
2.1.1.3	Biocombustibles.....	128
2.1.2	Energía geotérmica	129
2.1.2.1	Campos geotérmicos explotables.....	131
2.1.3	Energía hidráulica	133
2.1.3.1	Las plantas hidroeléctricas.....	136
2.1.4	Energía eólica.....	138
2.1.4.1	Emplazamientos geográficos para la energía eólica	140
2.1.4.2	El potencial eólico	141
2.1.5	Energía solar	143
2.1.5.1	Tipos de radiación.....	143
2.1.5.2	Sistemas de conversión térmica	145
2.1.5.3	Sistemas de energía fotovoltaica.....	146
2.1.6	Energía de los océanos	150
2.1.6.1	Energía mareomotriz.....	153
2.1.6.2	Energía mareomotérmica	156
2.1.6.3	Energía de las olas o undimotriz.....	159
2.1.6.4	Gradiente salino	166
2.2	Generación eléctrica distribuida.....	167
2.2.1	La microgeneración eléctrica	169
2.3	Análisis del marco normativo de las energías renovables.....	172
2.3.1	Análisis de las Directivas Europeas	173
2.3.1.1	Carácter obligatorio	175
2.3.1.2	Apoyos a la electricidad renovable a nivel europeo	176
2.3.1.3	Las energías renovables en España.....	182
3	El concepto sostenibilidad: políticas, acuerdos, conferencias y planes internacionales	201
3.1	Instrumentos de la política económica ambiental.....	201
3.1.1	Conferencia de Estocolmo	207
3.1.2	Cumbre de Río	218
3.1.2.1	Agenda 21	220

3.1.2.2	El programa europeo comunitario de actuación	225
3.1.3	La Carta de Aalborg	228
3.1.4	El Protocolo de Montreal	237
3.1.5	El Protocolo de Kioto.....	240
3.1.5.1	Los mecanismos flexibles del Protocolo de Kioto.....	242
3.1.5.2	Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).....	244
3.1.5.3	La Implementación Conjunta.....	251
3.1.5.4	Proceso de validación de proyectos de MDL/AC.....	255
3.1.5.5	El Mercado de los Bonos de Carbono	259
3.1.6	Protocolo de Cartagena	270
3.1.7	Cumbre de Monterrey	274
3.1.8	Cumbre del Milenio	275
3.1.9	Cumbre de Johannesburgo	276
3.1.10	Cumbre de Bali	279
3.1.11	Conferencia de Copenhague	281
3.1.12	La Conferencia de Cancún.....	285
3.2	Riesgos y miedos ambientales	288
3.2.1	Respuestas a la escasez, contaminación y degradación del ambiente.....	288
3.2.2	Riesgos, peligros y vulnerabilidades. Conceptos clave	299
3.2.2.1	Riesgos.....	299
3.2.2.2	Vulnerabilidad	301
3.2.2.3	Peligros	304
3.2.2.4	Distinción con miedo	306
3.2.3	Globalización de los riesgos	308
3.2.3.1	Identificación de las situaciones de riesgo.....	312
3.2.3.2	Evaluación del riesgo.....	313
3.2.3.3	Gestión del riesgo	315
4	La relación entre la economía y el ambiente.....	319
4.1	La relación entre actividad económica y el ambiente.....	319
4.1.1	Definiciones	319
4.2	Apunte histórico, origen y evolución de conceptos	321
4.2.1	Inicios del pensamiento económico	321
4.2.1.1	Ideas en la Grecia Clásica.....	321
4.2.2	La teoría del crecimiento económico	323
4.2.2.1	Los Mercantilistas.....	324
4.2.3	Los Economistas Clásicos.....	331
4.2.3.1	La Mano Invisible.....	332
4.2.3.2	La Superpoblación	336
4.2.3.3	Distribución de la renta.....	338
4.2.3.4	Leyes naturales de la economía	342
4.2.3.5	Teoría de la abstinencia	346
4.2.4	El Socialismo marxista.....	349
4.2.5	La Escuela Neoclásica	354

4.2.5.1	El Marginalismo	354
4.2.5.2	Revisión del pensamiento clásico	361
4.2.5.3	La escuela económica de Lausana	364
4.2.6	Proyección de la economía	367
4.2.6.1	En busca del pleno empleo	367
4.2.6.2	La Sucesión de Ciclos	371
4.2.7	La Teoría Moderna del Crecimiento Económico	374
4.2.7.1	El Modelo Harrod-Domar	374
4.2.7.2	El Modelo de Solow	377
4.3	Hacia una Economía del Desarrollo	379
4.3.1	Teoría de la Modernización	382
4.3.2	Teoría Estructuralista	385
4.3.3	Teoría Neo-marxista	386
4.3.3.1	Teoría de la dependencia	387
4.3.3.2	Teoría del Sistema Mundial Moderno	388
4.3.4	Teoría Neoliberal del Desarrollo	389
4.3.5	Teorías Neo-institucionalistas	393
4.4	Los problemas ambientales desde la perspectiva económica	400
4.4.1	Crecimiento económico de carácter sostenible	400
4.4.2	La asignación de recursos naturales	402
4.4.3	Las decisiones de producción y consumo de los recursos ambientales	407
4.4.4	La valoración de los recursos ambientales	410
4.4.5	Instrumentos de política económica ambiental	413
4.5	La Responsabilidad Social Corporativa (RSC)	418
4.5.1	Antecedentes del concepto y justificación	419
4.5.2	Organismos internacionales e iniciativas que promueven la RSC 429	
4.5.3	Los <i>stakeholders</i>	437
4.6	Consumo sostenible	445
5	Valores, virtudes y principios para los desafíos ambientales	459
5.1	Valores y virtudes	459
5.1.1	El concepto de valor	459
5.1.2	El concepto de virtud	467
5.1.3	Distinción entre hábitos y virtudes	472
5.2	Las virtudes cardinales	473
5.2.1	La virtud de la prudencia	474
5.2.2	La virtud de la fortaleza	477
5.2.3	La virtud de la templanza	479
5.2.4	La virtud de la justicia	482
5.3	El principio de precaución	483
5.3.1	Concepto y desarrollo histórico	483
5.3.1.1	Concepto	486

5.3.2	Distinción entre precaución y prevención.....	494
5.4	El principio de responsabilidad de Hans Jonas	498
5.5	El principio de subsidiariedad	508
5.5.1	Origen y recorrido del concepto.....	508
5.5.1.1	Recorrido histórico	510
5.5.1.2	Antecedentes del término en la Iglesia Católica	513
5.5.2	La subsidiariedad como categoría política-filosófica	521
5.5.3	La subsidiariedad como categoría jurídica.....	528
5.5.4	La subsidiariedad y el desarrollo sostenible	530
5.5.5	El binomio subsidiariedad-solidaridad.....	531
5.6	El bien común y la sostenibilidad	538
5.7	¿Se puede hablar de justicia de la sostenibilidad?	543
	Conclusiones	553
	Bibliografía	571
	Anexo I. Tabla de Abreviaturas	669
	Anexo II.-Leyes, convenios, acuerdos, informes y normativas consultadas	673
	Anexo III.- Doctrina Social de la Iglesia	679
	Anexo V.- Otras referencias.....	683

*A mis padres,
con agradecimiento y admiración*

Introducción

Este trabajo de investigación considera que el desarrollo económico y social ha tenido un impulso preponderante desde que el hombre descubrió diferentes formas de aprovechar la energía, es decir al encontrar nuevas fuentes y usos, en la producción y consumo de energía. Las sociedades han crecido desde un punto de vista industrial y cultural, y del mismo modo las repercusiones que derivan de los cambios en la estructura social y económica se ven reflejadas en la educación y la salud. Bajo esta premisa podemos decir que, desde que la humanidad ha encontrado distintas formas de explotación de la energía, ha incrementado su nivel de bienestar.

Las fuentes y los usos de energía utilizada han ido evolucionando en el tiempo. En la antigüedad, por ejemplo, la energía que se producía, la proporcionaba la madera de los bosques o el carbón mineral para producir calor. El transporte tenía como base animales que proporcionaban tracción; sin embargo, el modelo social en vigor era muy distinto. En la Edad Media se utilizaban molinos hidráulicos y eólicos. Hasta el siglo XIX no se produce el uso intensivo de los combustibles fósiles, en un comienzo el carbón y posteriormente el petróleo, que impulsaron la prosperidad material.

La Revolución Industrial promovió la explotación del carbón, del petróleo y del gas natural como nunca antes, dando paso a los avances de los dos últimos siglos; sin embargo, la utilización indiscriminada de estos combustibles hizo que el consumo per cápita se multiplicara en pocos años.

En los países industrializados, por ejemplo, se consume unas 17 veces más de la energía mínima necesaria para la vida. En la actualidad el consumo mundial de energía, según el Banco Mundial, se reparte entre las siguientes fuentes: petróleo 39%; carbón 24%; gas 23%; nuclear 7%, hidráulica, 3% biomasa 4% y otros (geotérmica, solar, eólica) 0,5%. Como podemos observar, el modelo energético actual se basa en la utilización a gran escala de los combustibles fósiles. Este consumo representa aproximadamente el 80% del total, lo que en opinión de muchos produce desarrollos centralizados, agotamiento de los recursos y deterioro ambiental¹. Es decir, que el modelo de producción de energía que actualmente está en vigor no

¹ Ver el consumo de energía procedente de combustibles fósiles. Consultado el 06/03/2015 y disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.COMM.FOI.ZS/countries>.

tiene en cuenta el agotamiento de los recursos, dicho de otro modo, el modelo actual basa su producción en recursos no renovables. Por lo que surgen algunos interrogantes: ¿se puede agotar este modelo? Si la generación de energía se ha diversificado ¿Por qué las energías renovables no han remplazado al modelo de hidrocarburos?

Como se ha mencionado, los hidrocarburos no son la única fuente de producción de energía. Sin embargo, el modelo mundial no se abastece de otras fuentes, o mejor dicho, las fuentes de energía distintas a los hidrocarburos son insuficientes para hacer frente a la demanda de energía. Se sabe que el uso intensivo de hidrocarburos ha tenido consecuencias ambientales, por lo que la producción de energía mediante las diferentes industrias renovables tendría una oportunidad de crecimiento.

El consumo de energía se ha incrementado a lo largo de la historia de la humanidad de manera constante. Sin embargo, el consumo por habitante presenta grandes diferencias si observamos el consumo territorialmente hablando; la diferencia entre países es dramática: por ejemplo, los habitantes de la India o África consumen en energía primaria el equivalente a 1 KW de manera permanente; un habitante de China consume al rededor de 1,5 KW; un habitante de Europa 7 KW; y un habitante de Estados Unidos 14 KW. Es decir, los países industrializados consumen entre 6 y 13 veces más que los países no desarrollados o en vías de desarrollo. Además se espera un incremento en el consumo debido al aumento de la población. Se estima que para el año 2020 habrá 7200 millones de habitantes, por lo que, con el modelo de generación de energía actual, se vislumbran diversas repercusiones ambientales.

Como ya se mencionó, el modelo de generación de energía actual tiene como base fuentes de energía que no son renovables. Se han producido cambios en la intensidad de explotación; por ejemplo, el petróleo ha sido desplazado principalmente por el carbón y el gas natural. Sin embargo, los hidrocarburos siguen siendo el sustento de la producción de energía. La generación de energía de fuentes no renovables prácticamente no se ha modificado en los últimos 40 años. Si bien es cierto que el tipo de hidrocarburo ha ido cambiando, aún se conserva el 80% de la generación de energía. Con ello la generación de energía de fuentes renovables permanece igual, aunque la producción hidráulica ha disminuido.

Las fuentes de energía tienen un impacto directo en la producción y el consumo de bienes y servicios, por lo que el uso óptimo de estas fuentes de energía permitirá cubrir las necesidades de las poblaciones presentes y las

futuras. Por tanto, se puede afirmar que el futuro de la humanidad depende, en gran medida, de la gestión y uso de los recursos y fuentes de energía.

Diversas voces ponen énfasis en la crisis del modelo de producción y consumo de energía actual, porque no da respuesta a las necesidades globales. Por ejemplo, el 30% de la población mundial consume el 70% de la producción de energía. Si bien esto es una muestra que evidencia las dramáticas diferencias entre países, es el crecimiento económico y social el que permite mitigar los rezagos. Sin embargo, como se sabe, este crecimiento está ligado a unas formas de producción y consumo de bienes que requieren un uso intensivo de energía. Por tanto, la problemática se encuentra en cómo el 70% de la población mundial logra maximizar su desarrollo sin vulnerar el ambiente.

La energía debe ser un facilitador para alcanzar el bienestar de la sociedad. No obstante, las previsiones de los organismos internacionales consideran que, de continuar con las tendencias actuales, se produciría una amenaza que pondría en entredicho el futuro del planeta y, por consiguiente, el futuro del propio ser humano.

Los combustibles fósiles son determinantes por su aportación en la generación de energía. En el capítulo primero de este trabajo se abordan cada tipo de estos combustibles, sus características, tipologías y sus principales usos industriales, que están íntimamente relacionados en la creación de bienes y servicios. Nos detenemos en su principal exponente, el petróleo, no por su contribución directa en la generación de energía, sino como vector de producción. El petróleo tiene como problemática añadida la incertidumbre generada por los diversos conflictos internacionales, que impactan en los mercados.

Los principales países productores de petróleo son países que presentan una gran vulnerabilidad política², por lo que cualquier cambio tiene repercusiones directas en los precios internacionales. En este sentido, se analizan las políticas de la OPEP durante las principales crisis. Otro elemento que está presente es el llamado “pico de Hubert”. Así, al abordar el tipo y clasificación de reservas, analizaremos esta teoría, que expone y cuantifica la producción de petróleo en los yacimientos conocidos. Es decir,

² A manera de ejemplo, los primeros 5 países exportadores de petróleo, según la Agencia Internacional de Energía en el 2012, eran: Arabia Saudí, Rusia, Kuwait, Nigeria y Venezuela, en ese orden de importancia. Como se puede observar sus circunstancias particulares producen una gran sensibilidad en los mercados internacionales.

establece un pico o cresta máximo, después del cual desciende la producción.

Por ello se hace un análisis del sistema de fijación de precios del petróleo³, que sufrió grandes fluctuaciones derivadas de la crisis del petróleo de los años 70. Con ella se empezó a tomar conciencia de la enorme trascendencia que tenía el abastecimiento de fuentes de energía.

En el primer capítulo, como ya se ha mencionado, abordamos los hidrocarburos, por lo que además del petróleo analizamos la situación del carbón y del gas natural. El primero suministra en la actualidad alrededor del 30% de la energía primaria, según la Asociación Mundial del Carbón (WCA por sus siglas en inglés). El carbón jugará un papel importante al complementar las fuentes de energía renovables, ya que en diversos proyectos actualmente en marcha subsana las deficiencias de la energía eólica y solar.

El gas natural es una fuente importante de generación de electricidad. La industria ha avanzado en la cogeneración mediante turbinas de gas y turbinas de vapor. El gas natural también se quema de manera más limpia que otros combustibles de hidrocarburos, como el petróleo y el carbón, y produce menos dióxido de carbono por unidad de energía liberada.

Finalmente cerramos el primer capítulo abordando dos fuentes más de generación, la nuclear y las celdas o pilas de hidrógeno. La primera contribuye con el 10% del total de energía producida. Sin embargo, es una energía que genera gran controversia, principalmente por los accidentes que podrían ocasionarse, aunque es de destacar que las medidas de seguridad han evolucionado. La otra cara de la moneda es la energía de hidrógeno, socialmente apreciada porque los motores que se han diseñado no emiten contaminantes. Sin embargo, es una industria que está en sus comienzos.

En el capítulo segundo se analizan las diferentes energías renovables que podrían ser una alternativa para alcanzar un mayor grado de independencia de los hidrocarburos. El papel de las renovables como energías alternativas ha evolucionado. Es frecuente observar que se les denomina energías limpias, nombre que no sólo no explica su contribución sino que es falso, pues toda forma de producción trae consigo diversas consecuencias

³ Es conocida la dificultad de predecir la evolución de los precios del petróleo, más aún sus consecuencias. A manera de ejemplo comentamos una encuesta del *Wall Street Journal* en la que se preguntó el precio del barril de petróleo a diversos especialistas en Estados Unidos. Ver: Annett, T. (2005) "A New Take on Oil and Recession". *The Wall Street Journal Online*.

ambientales. Sin embargo han tomado fuerza como estandarte en el discurso ambiental y su aceptación social está muy difundida. Como comenta Sánchez (1995), pocas voces señalan modificación en el paisaje, afectación en la flora y fauna local o conflictos en su integración⁴.

En este capítulo se analizan los diferentes tipos de producción de energía renovable, además del sistema de generación de energía distribuida que junto con la tendencia a la descentralización, la diversificación de los sistemas de generación de energía eléctrica, los ciclos de alta eficiencia y eliminación de pérdidas en el transporte, configuran el panorama actual. Las energías renovables pueden llegar a suponer, a mediados del presente siglo, el 50% del consumo de energía primaria⁵. Por ello se comenta el marco que regula este tipo de energías, que permitió su impulso. Sin embargo la crisis económica ha supuesto un freno para este tipo de energías porque los subsidios y apoyos destinados se han limitado.

Desde una perspectiva social, y de manera local, podemos comentar que las energías renovables tienen y deben tener una importante posición. A manera de ejemplo, las energías renovables en España reportaron beneficios económicos. Así estas tecnologías ahorraron 7.607 millones de euros, más que las primas recibidas en el período 2005-2011⁶. En cuanto a su contribución directa e indirecta en la creación de empleo, en el año 2011 se crearon 5.983 nuevos puestos de trabajo. El crecimiento se explica por la construcción de nuevos centros de producción de energía renovable como pueden ser más parques solares o eólicos. Siguiendo a Villarig (2011), los empleos del sector se integran de la siguiente forma: 54.193 empleos generados de forma directa y 64.464 empleos indirectos⁷. En esta investigación se hacen mención de este y otros informes, que muestran la contribución económica de estas energías.

⁴ Sánchez, F. (1995) "Energías Renovables, situación y perspectivas". En *CIEMAT. Energías Renovables*. Págs. 1-19.

⁵ Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, titulado *Europe's onshore and offshore wind energy potential* se comenta que la eólica podría generar suficiente energía para abastecer Europa sin problemas.

⁶ El estudio, elaborado por la Asociación de Productores de Energías Renovables, recoge la influencia de las energías renovables de régimen especial en términos económicos y sociales. El documento muestra una compilación de los principales datos macroeconómicos de estas tecnologías Ver: Villarig, J; Margarit, J. (2011) *Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España en 2011*.

⁷ Ver: Villarig, J; Margarit, J (2011) *Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España en 2011*. Págs. 81-82.

Las energías renovables, por sus características en la generación de energía, habrían de tener un papel importante de cara al futuro. Por ello la elaboración de planes a largo plazo debe ser un objetivo. Como se sabe, las fuentes renovables tienen un mayor vínculo con las comunidades locales porque explotan los recursos con los que la propia comunidad cuenta. Al menos teóricamente, tienen esa ventaja frente a las fuentes convencionales.

Las energías renovables son muy útiles de cara a la diversificación, ya que permiten la complementariedad de las distintas fuentes de energía en el sistema regional, por lo que se contribuye a disminuir la dependencia de generación de energía exterior. Estas características geoenergéticas, unidas a la importancia de su valor ambiental y a su aceptación social, justifican que el Estado fomente su desarrollo.

Los ciudadanos, en las distintas encuestas de opinión, evidencian una toma de conciencia respecto de los graves problemas derivados de la utilización intensiva de recursos para abastecer a un modelo de concentración que se ha basado, principalmente, en el petróleo y en los demás combustibles fósiles como fuentes de energía baratas y supuestamente inagotables. Sin embargo, se le contraponen, cada vez más, un nuevo modelo que parte de las siguientes premisas: la diversificación en las fuentes, la racionalización, la eficiencia y el ahorro en el consumo, además de tener en cuenta el entorno, la sociedad y la naturaleza de forma integral. Destacar que este modelo “limpio” en la generación de energía, no puede hacer frente a la demanda mundial. Se requieren mayores inversiones y mejoras técnicas que hagan de estas energías una forma más eficiente de generación de energía. Si bien es cierto que actualmente su contribución ronda el 20% del total mundial, está lejos de permitir el cambio de modelo.

El cambio de modelo parece estar sustentado por la idea de que las energías renovables son la solución ambiental. Los medios de comunicación se han hecho eco de la problemática ambiental que ha sido expuesta desde la Organización de Naciones Unidas (ONU); sus diferentes grupos de expertos⁸ han retratado un mundo en crisis, ejemplificado por el Cambio Climático⁹. Por ello la energía, los recursos y su utilización están vinculados

⁸ Estos grupos llegaron a “concesos científicos” que mostraban que las actividades humanas eran las responsables del cambio climático. En la presente investigación se dan cabida a otras voces que ponen en entredicho estas aseveraciones.

⁹ En el reporte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), publicado en 2007, se concluyó que, los recientes cambios climáticos observados se deben a la alteración de la composición química de la atmósfera. Esta modificación se debe principalmente a la quema de combustibles fósiles (aproximadamente dos terceras partes están asociadas al consumo de energía) y a cambios en los usos del suelo, donde el problema primordial es la deforestación.

con la manera en que entendemos la relación hombre-naturaleza. Bajo esta premisa, decidimos enfocar nuestro análisis desde una perspectiva más amplia, es decir nos planteamos abordar las ideas que están detrás de las políticas ambientales y de energía. Como es sabido, los principales organismos internacionales como la ONU, el Banco Mundial (BM), el Fondo Monetario Internacional (FMI), entre otros, se acercan a esta relación desde políticas, acuerdos, convenios, convenciones y protocolos que establecen un modo de operar. Por ello, en el capítulo tercero nos aproximamos a las principales convenciones internacionales que abordan este problema. Los estudios sobre el ozono y el cambio climático global han tomado gran relevancia y, a partir de ellos se han diseñado diversos objetivos y destinado recursos económicos que favorecen la reducción de emisiones de CO₂.

La Cumbre de la Tierra de Kioto planteó un compromiso de mejora ante el problema de la energía. En este sentido el Nobel de física Carlo Rubbia afirma que tanto el protocolo de Kioto como el resto de medidas políticas, son insuficientes a largo plazo, por lo que es necesario realizar un importante esfuerzo tecnológico que aporte soluciones a la situación energética-ambiental¹⁰. En el capítulo tercero se analizan las conferencias previas, desde la primera en Estocolmo y las posteriores, hasta Cancún.

Nos detendremos en el término Desarrollo Sostenible. El propio concepto ya genera polémica porque existen diversas definiciones e interpretaciones de él. Curiosamente es un término ampliamente utilizado: estamos habituados a escucharlo, las empresas anuncian prácticas, acciones, procesos y hasta productos “sostenibles” que nublan la idea colectiva del término. Siguiendo a d'Entremont (2001) *“es un concepto según el cual el crecimiento económico a largo plazo sólo puede garantizarse en asociación y armonización plena con la naturaleza”*¹¹.

Es importante recordar que el “desarrollo sostenible”, como concepto, tiene muy variadas interpretaciones en diversos ámbitos de la vida. Algunas de las interpretaciones tienen posiciones contrarias, como se señala en el capítulo tercero. Una de las interpretaciones ha tenido consecuencias prácticas en las ciudades en las que están presentes modelos de urbanización que incorporan

¹⁰ Nota periodística: *Il Nobel Carlo Rubbia: “il Protocollo di Kyoto è un Palliativo”* Consultada 11/03/2015 y disponible en: <http://www.spiritual.it/it/notizie/il-nobel-carlo-rubbia-il-protocollo-di-kyoto-e-un-palliativo,3,10548>

¹¹ Ver: d'Entremont, A. (2001) *Diez temas de demografía*. Pág. 196.

el concepto. Así, entre otros¹², se encuentra el programa de la Agenda Local 21. Es la política internacional que más repercusiones ha tenido en este sentido; los municipios de diversos países se han sumado a la planificación urbana y territorial. La dependencia del automóvil, su masificación y los colapsos de tráfico han marcado la vida urbana de las ciudades y carreteras. Por ello, dar prioridad al transporte público, a los espacios peatonales y a las vías “verdes” es la tendencia que impulsa esta política.

Es de señalar que en el informe Meadows encargado por el Club de Roma, se cuestiona la idea generalizada de progreso ilimitado. Así podemos ver que las conclusiones del informe tienen una fuerte inspiración en las predicciones malthusianas¹³. De hecho, en ambos casos se concluye en la insostenibilidad¹⁴, con lo que se fomenta la idea alarmista de crisis ecológicas que nos llevarán a la catástrofe. Así el efecto invernadero, el calentamiento global, el agotamiento de la capa de ozono, la lluvia ácida, la escasez de alimentos, la contaminación atmosférica, la extinción de especies y la explosión demográfica son formas de nombrar a estas amenazas que nos llevarían al desastre. Curiosamente los expertos internacionales del IPCC señalan que estos efectos sólo se pueden contener con la reducción del crecimiento económico y el demográfico¹⁵.

El Banco Mundial (BM), en sus informes, cuantifica siete grandes problemas ambientales de carácter mundial, aunque la mayoría de ellos se producen a nivel local. Entre los más destacados se citan: 1) Contaminación y escasez de agua; 2) Contaminación del aire; 3) Desechos sólidos; 4) Degradación de los suelos; 5) Deforestación; 6) Pérdida de la diversidad biológica; 7) Cambios en la atmósfera. El BM aporta diversos recursos para la mitigación de estos problemas y tiene programas específicos pero no dispone de recursos suficientes¹⁶.

¹² Existen diversos programas en todas partes del planeta. Otro ejemplo además del citado es el que promueve el nobel de química Mario Molina, a través de su fundación, con el programa: “Ciudades sustentables”

¹³ Siguiendo a Simón Lorda (2004), son los trabajos de William Godwin (1756-1836) los que influyen en Malthus, quien escribe su ensayo sobre población. Es de señalar que las ideas malthusianas originales fueron incorporando nuevos elementos. Ver: Simón Lorda, P. (2004) “Conflictos éticos del control demográfico de la población”. *Cuadernos de Bioética*.

¹⁴ En el informe se identifica por un lado el control demográfico y por otro la tecnología como claves para el crecimiento económico, pero como sabemos no es el único. Ver: *Factor 4, Sustainable Technology Development* o más antiguamente *Blueprint for Survival*.

¹⁵ Sobre crecimiento de la población se pueden consultar entre otros: Sánchez Barricarte, J. (2008) *El crecimiento de la población mundial. Implicaciones socioeconómicas, ecológicas y éticas*.

¹⁶ El BM emitió una serie de recomendaciones y medidas con las que tratar los riesgos ambientales, entre las que se destacan: 1) Reducir las subvenciones a los programas de la

La globalización de la economía mundial ha traído, por una parte, aspectos positivos, como pueden ser las grandes oportunidades comerciales, pero por otra, una gran sensibilidad financiera, porque se conoce, prácticamente en tiempo real, lo que ocurre en casi cualquier rincón del planeta. Además del acceso a la información, también está presente la facilidad para desplazarnos; la movilidad actual ha aumentado los riesgos ambientales que describe Ulrich Beck¹⁷. Además, en el fin de capítulo se detalla el concepto de Riesgo, distinguiéndolo de vulnerabilidad y peligro. Se aborda el Riesgo global, así como los métodos de evaluación y gestión del Riesgo.

Se analizan diversas respuestas al problema de escasez y al de contaminación o degradación ambiental. Nos detenemos de manera sintética en diferentes propuestas como las de Julian Simon, Adolphe Laudry, Alfred Sauvy, Jean-Claude Chesnais, August Von Hayek, Peter Thomas Bauer, Gary Stanley Becker y Theodore William Schultz, entre otros, que dan luces alternativas al conflicto entre crecimiento económico y demográfico.

En el capítulo cuarto se analiza la relación entre la economía y el ambiente, por lo que se hace un recorrido histórico desde las ideas primigenias que fueron constituyendo la ciencia económica, hasta los principales exponentes de las teorías de crecimiento y desarrollo; desde la Grecia clásica, pasando por la escuela mercantilista, los fisiócratas, los clásicos, el marxismo, la escuela neoclásica, la escuela keynesiana y la teoría moderna de crecimiento económico. En este proceso se subrayan las principales aportaciones de cada una de ellas. Además se evalúan las aportaciones de las principales teorías del desarrollo económico, distinguiendo cinco grandes corrientes de

energía, a los insumos químicos para la agricultura, al agua, a la extracción de madera y, en general, a cualquier otra actividad que fomente el uso de los recursos naturales; 2) Avanzar en los programas de control poblacional a) mediante la educación femenina, b) en las actividades investigación y extensión agropecuaria, c) en los servicios de saneamiento y suministro de agua potable; 3) Mayor participación local en el diseño de los programas de desarrollo respecto de la política de comercio abierto, de las inversiones que alienten la innovación tecnológica y transferencia de tecnología; 4) Establecer instituciones y políticas que involucren a los agentes sociales con capacidad de toma de decisiones a adoptar comportamientos sostenibles. Para un análisis detallado de estas y otras políticas ver: Essig, A. (2007) *The World Bank: How it Compromises Economic Development by Promoting a Population Control Agenda*. Disponible y consultado el 9/03/2015 en: <https://s3.amazonaws.com/cfam/wp-content/uploads/Number-7-World-Bank-2007.pdf>

¹⁷ Beck (2002) subraya que en la relación ambiente-sociedad, hay que de tener cuidado ante la “incertidumbre fabricada” en las sociedades actuales pues “*la sociedad al ponerse en peligro a si misma, desencadena un impulso moldeable políticamente*” Ver: Beck, U. (2002) *La sociedad del riesgo global*. Pág. 29.

pensamiento: la Teoría de la Modernización, la Teoría Estructuralista, la Teoría Neomarxista, la Teoría Neoliberal y las Teorías Alternativas.

Los modelos que analizan la relación entre energía y ambiente, o economía y ecología, tienen en común, siguiendo a Fiddaman (2002) dos características: son interdisciplinarios y tratan de ser políticamente relevantes¹⁸. Esto puede explicarse porque la economía cada vez está más relacionada con las decisiones políticas. Para la ciencia económica la energía, sus fuentes y usos, son un factor de producción. Como comentan Lee y Chang (2007), la energía es la fuerza que impulsa el crecimiento económico¹⁹. Sin embargo, las diferentes escuelas y posturas conciben de manera distinta el papel que juega la energía en la economía²⁰.

Para abordar la complejidad de un proyecto de desarrollo que tenga en cuenta el ambiente, la sociedad y la competencia, resulta imprescindible modificar modos tradicionales de pensamiento. El nuevo estilo debe caracterizarse por establecer de manera sistémica un equilibrio que contemple y analice las relaciones entre los participantes de una sociedad. De este modo, la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) ha tomado diferentes ideas y nociones del desarrollo sostenible, buscando ser una respuesta en el mundo empresarial. En el capítulo cuarto analizaremos el concepto y aportaciones de esta teoría de empresa.

Por no perder de vista el hecho de que el presente trabajo se realiza en el marco de una visión humanista de todas las realidades sociales y económicas, en el capítulo quinto se expone que las relaciones la energía y el desarrollo pasan por las nociones que se tienen de hombre y naturaleza. Así nuestras relaciones con el entorno natural sólo pueden ser resueltas desde la ética. Nos detenemos en los valores y virtudes, pues son estos los que configurarán nuestras decisiones. Como se sabe, la naturaleza provee “bienes”, recursos, por lo que se aborda la distribución de estos de manera equitativa, “justa” aunque la justicia no es suficiente. Hay que hacer que los individuos desarrollen una actitud de responsabilidad frente al medio ambiente. Por ello seguimos a Hans Jonas para entender que nuestras acciones presentes ponen en entredicho a las generaciones futuras. En este

¹⁸ Ver: Fiddaman, T. S. (2002): “Exploring Policy Options with a Behavioral Climate-Economy Model”. *System Dynamics Review*, Vol. 18, No. 2, Págs. 243-268.

¹⁹Ver: Lee, C., y Chang, C. (2007) “Energy consumption and GDP revisited: A panel analysis of developed and developing countries”. *Energy Economics*. Vol. 29. Págs. 1206-1223.

²⁰ Para los economistas neoclásicos los factores principales de producción son el trabajo y el capital, siendo la energía un factor intermedio. Sin embargo los economistas ecológicos piensan lo contrario. Existen visiones intermedias que diferencian. Ver: Stern, N. (2006) *Stern Review on the Economics of Climate Change*. Disponible en: www.sternreview.org.uk

sentido entendemos que la responsabilidad, la precaución, la subsidiaridad y la solidaridad son principios clave en nuestra relación hacia el ambiente.

La crisis ambiental es un problema con implicaciones sociales y económicas. Por ello apelamos a la persona, a sus decisiones, lo que exige un tratamiento filosófico, moral. La reflexión sobre las políticas ambientales y de sostenibilidad debe estar acompañada por fundamentos éticos. Los acuerdos en materia ambiental no serán suficientes por sí mismos, si no se promueve una actitud de respeto, solidaridad, responsabilidad y justicia.

1 Energías tradicionales

En el presente capítulo abordamos las fuentes principales de generación de energía en las que se basa el modelo actual, las cuales contribuyeron con el 80% del total de energía que se generó en el 2012, en todo el mundo, según informa la Agencia Internacional de Energía (AIE). Por ello analizaremos en detalle cada una de estas fuentes, sus características, sus principales usos, así como la ubicación geográfica en la que se encuentran los principales yacimientos conocidos.

Antes de comenzar es necesario comentar lo que entendemos con la palabra energía. Para ello se debe tomar en cuenta que tiene diversas acepciones y definiciones, según el campo de aplicación. El término proviene del latín *energĭa*, y éste a su vez del griego *ἐνέργεια* y se refiere a la eficacia, poder, o virtud para obrar. En Física se entiende como la capacidad para realizar un trabajo²¹.

En la antigüedad, se estima que hace unos 35.000 años –a fines del período denominado Paleolítico Superior–, existía un hombre de constitución física y capacidad mental muy parecidas a las nuestras. Ese hombre dependía casi exclusivamente de su inteligencia y de su esfuerzo físico para obtener su alimento. En su búsqueda desarrolló utensilios que le permitirían ser más efectivo, y empezó a utilizar el fuego como su primera fuente adicional.

Durante decenas de milenios los grupos humanos no permanecían en un sólo lugar, se trasladaban en busca de mejores condiciones para sobrevivir. A medida que aumentó la población humana encontró problemas para garantizar la subsistencia del grupo. Bajo esta problemática desarrolló la técnica de la agricultura que permitió al ser humano ir independizando paulatinamente su alimentación de la caza y la recolección de plantas silvestres, con lo cual aseguraba su subsistencia de forma más regular y abundante²².

Utilizando la agricultura, el hombre no se limitó a cultivar diversas plantas. También domesticó algunos animales hecho que le permitió obtener alimento, abrigo y transporte²³. Algunos rituales mortuorios adquirieron gran

²¹ Ver: Vigésima segunda edición del *Diccionario de la Lengua Española* de la RAE.

²² Se estima que la agricultura comenzó a practicarse hace 10.000 años en los países ribereños del Mediterráneo oriental.

²³ Se cree que en la sociedad agrícola primitiva, el consumo energético medio del ser humano, ayudado en sus labores por la utilización de algunos animales domesticados y del

complejidad y refinamiento; un ejemplo es el antiguo Egipto, en donde se movilizaron enormes piedras, utilizando la energía muscular de decenas de millares de personas durante muchos años.

Algunos vestigios muestran hornos de piedra de los que se extraía el cobre fundido para verterlo en moldes de tierra, arcilla o piedra. Y al añadir una pequeña cantidad de estaño al cobre en estado de fusión se obtenía otra aleación dura, el bronce, que apareció en el Mediterráneo oriental y en Asia sudoccidental a comienzos del tercer milenio. El uso de estas técnicas propició el desarrollo de la tecnología del hierro, un material aún más duro y resistente que el bronce. Su obtención resultaba más económica, si bien era más difícil de trabajar.

Hasta ahora nos hemos detenido en el surgimiento de los procesos metalúrgicos, antes mencionados, para describir el impacto que éstos llegaron a tener en el consumo de energía, una energía que durante siglos procedió esencialmente de la combustión de la madera. En ocasiones, ésta se transformaba previamente, por carbonización de la leña, en carbón vegetal, un combustible que se enciende y arde con facilidad, con poca llama y humo, y que deja relativamente poca ceniza.

El uso de otros minerales no metálicos contribuyó a incrementar el consumo de la madera como combustible. Lo ejemplifica el caso de la civilización mesopotámica, cuyas edificaciones eran de ladrillo y no de piedra, pues ésta no era abundante en la región. En la mayoría de las actividades que implicaban calefacción, desde la fabricación del pan y la cocción de los alimentos hasta la fundición de los metales y el calentamiento del agua para los baños públicos, se utilizaba madera o carbón vegetal como combustible²⁴.

Siglos después la energía eólica halló una aplicación importante en Europa al utilizarse para mover los molinos de grano, allí donde reinaban vientos favorables. Aquello se logró mediante el empleo de molinos de viento, similares a aquellos a los que más tarde Cervantes dio fama inmortal en *El Quijote*.

fuego, llegó a ser de alrededor de 12.000 kcal/día; esto es, 2,5 veces mayor que el característico de la anterior fase cazadora y recolectora.

²⁴ Los recursos minerales, como apunta d'Entremont (1997), merece un tratamiento un poco más detenido. La categoría de los llamados *minerales energéticos*. Los más importantes de esta categoría son tres: el carbón, el gas natural y el petróleo, que representan los tres estados básicos de toda materia, el sólido, el gaseoso y el líquido, respectivamente. Ver: d'Entremont, A. (1997) *Geografía económica*. Pág. 131.

Entre los siglos XII y XVI se popularizó el uso de la pólvora, inventada por los chinos e introducida en Europa por los árabes, que la utilizaban como arma de guerra. La introducción de la pólvora dio un considerable impulso a la extracción del hierro y su tratamiento industrial.

Con el incremento del empleo del hierro y el bronce en la fabricación de piezas de artillería, grandes campanas para las iglesias y otros usos, se incrementó considerablemente la demanda de la madera para utilizarla como combustible, bien fuese directamente o como carbón vegetal en las operaciones de fundición, vaciado y forja de los metales, lo que produjo la deforestación en muchas regiones europeas. La respuesta fue la hulla, que sería el combustible por excelencia en los países más desarrollados hasta que, bien entrado el siglo XX, cedió esta condición al petróleo, tema que abordaremos más adelante.

1.1 Uso de combustibles fósiles

En este apartado se revisarán algunos conceptos y datos básicos, que nos permitirán ubicar dónde está la humanidad y hacia dónde parece que se dirige en el mundo de la energía.

Para empezar, diremos que un sistema de energía consta, por un lado, de los procedimientos de suministro y, por otro, de las tecnologías de uso final. La energía se concibe como un recurso que permite su extracción y transformación, para posteriormente darle un uso que puede ser industrial o comercial.

Antes de entrar de lleno al uso de los diferentes recursos que permiten la generación de energía, es bueno que nos detengamos en la definición de recurso: *“es toda sustancia o propiedad física que nos brinda la naturaleza, y que insertada en un proceso productivo, sirve de materia prima como base de bienes que vienen a satisfacer una necesidad humana”*²⁵.

En la cadena de generación de energía se transforman los recursos y se proporcionan servicios. Con ello se da comienzo al ciclo; la primera fase es la recogida o extracción de recursos que se modificarán en energía primaria, -tal como leña, gas natural, agua, radiación solar, viento o carbón- en uno o más pasos, con lo que llegaríamos a la segunda fase. Algunos recursos se

²⁵ Ver: d'Entremont. A. (1997) *Geografía económica*; d'Entremont. A. (2012) *Apuntes de Geografía Humana*.

transforman en vectores energéticos, tales como el petróleo, que puede descomponerse en gasolinas, aceites o diferentes tipos de carburantes que son directamente utilizables para usos finales.

El uso de la energía ha determinado el desarrollo y la supervivencia de las civilizaciones. La civilización industrial se ha construido gracias a los combustibles fósiles. Las guerras del siglo XX fueron motivadas en gran medida por el control de los recursos energéticos y las perdieron aquellos países que no pudieron asegurar un flujo suficiente de ellos, como fue el caso de Alemania en las dos guerras mundiales y de Japón en la segunda.

En este capítulo se abordará el tema de las fuentes de energía, recursos no renovables en los que se basa el actual modelo de generación de energía. En este sentido podemos afirmar que el 80% de la demanda global actual de energía proviene de combustibles fósiles -el petróleo (36%), el carbón (23%) o el gas natural (21%)-, la energía nuclear proporciona un 6%, las grandes centrales hidroeléctricas un 2%, las formas avanzadas de energías renovables, -tales como solar, eólica, minihidráulica o biomasa- otro 2%, mientras que la utilización tradicional de biomasa, -forma principal de suministro energético de los 2000 millones de habitantes menos desarrollados energéticamente- representa el 10% restante. Los datos anteriores muestran la importancia de este tipo de combustibles. A continuación analizaremos a detalle cada uno de ellos.

1.1.1 El carbón

Podemos definir el carbón, siguiendo a López Mateos (2006), como un tipo de rocas muy particulares, por su naturaleza orgánica, que son resultado de la lenta descomposición de grandes cantidades de materia vegetal²⁶. Posteriormente fueron sepultadas y anegadas por los movimientos geológicos, y mediante diversas acciones químicas, aunadas a los efectos de presión y temperatura, a lo largo de grandes intervalos de tiempo, se transformaron en los distintos tipos de carbón que hoy conocemos.

En cuanto al proceso de formación hay tres teorías: la primera, de Hickling establece que existe continuidad en el proceso de formación y que las diferencias entre las distintas clases de carbón se deben al tiempo que ha durado dicho proceso. Por lo que va del más joven al más viejo, partiendo de la madera:

²⁶ López Mateos, F. (2006) *El carbón como materia prima químico industrial* en Vian Ortuño, A. *Introducción a la química*. Págs. 381-439.

Turba → Lignito (PCI=4000 Kcal/Kg) → Hulla (PCI=7000 Kcal/Kg) → Antracita (PCI=7000 Kcal/Kg) en la que aumenta el contenido de carbono y disminuye el de hidrógeno y oxígeno, lo que sería la traducción del complejo proceso de envejecimiento.

En una segunda teoría, Hilt, pone énfasis en la presión y temperatura del yacimiento. Así entiende que la carbonización se acentúa a medida que se tiene mayor profundidad, por ser más intensos los efectos de presión y temperatura.

La tercera teoría es de Mackenzie-Taylor, quien establece que cada especie o tipo de carbón es resultado de un proceso diferente que, parte de la turba origina turba vieja y antracita, por una parte, o hullas o lignitos por otra, según las condiciones de carbonización.

Uno de los factores esenciales para que se forme el carbón, siguiendo a Amorocho y Oliveros (2000), es una *turbera* o depósito en el que se genera la turba, para lo cual, se deben dar ciertas condiciones²⁷. Entre ellas destacamos el clima, el ambiente tectono-sedimentario y las condiciones físico-químicas²⁸ que se detallan a continuación:

- 1) Clima: el clima controla la producción de materia vegetal, que es el constituyente principal del carbón, por lo que en zonas aptas para el desarrollo de abundante flora, como son las áreas climáticas tropicales o subtropicales, habrá mayores posibilidades de formación de carbón.
- 2) Ambiente tectono-sedimentario: controla la subsidencia, los aportes de detríticos y la velocidad de enterramiento:
- 3) Subsidencia: para que se pueda acumular el carbón tenemos que tener un equilibrio entre la producción de materia orgánica y la subsidencia, puesto que si ésta es muy grande, se diluirá la materia orgánica, mientras que si es escasa o nula subsidencia, la materia orgánica estará expuesta durante mayor tiempo a las inclemencias bioclimáticas.
- 4) Aporte de detríticos: si tenemos un gran aporte de materiales detríticos, nos encontraremos con una importante dilución de la materia orgánica y además, será un carbón que, tras ser sometido a combustión, producirá

²⁷ Los autores detallan el proceso de transformación de carbón vegetal a carbón mineral. Ver: Amorocho, E. y Oliveros, G. (2000) *Apuntes sobre energía y recursos energéticos*. Pág. 73.

²⁸ A manera de ejemplo se puede consultar el trabajo de Teichmüller (1989) que analiza estas condiciones a nivel celular, ver: Teichmüller, M. (1989) "The genesis of coal from the viewpoint of coal petrology". *International Journal of Coal Geology*. Vol. 12. Págs. 1-87.

muchas cenizas y será de mala calidad. Así pues, lo óptimo sería que no tuviéramos aportes de detríticos.

- 5) Velocidad de enterramiento: un enterramiento rápido minimizará los efectos de la degradación bioquímica y favorecerá, por tanto, la preservación de la materia orgánica.
- 6) Ambiente físico-químico que controla tres factores: primero la humedad, que es controlada por la altura desde la superficie al nivel freático. -Para la formación de carbón, la altura óptima es aquella en la que tenemos el nivel freático sobre la superficie o muy próximo a ella-; Segundo, la acidez, que controla la actividad bacteriana, así como la disponibilidad de nutrientes y la descomposición química. -Por lo que no conviene que sean condiciones favorables para el desarrollo de vida, ni tan desfavorables como para degradar el sedimento orgánico- y el tercer factor es el potencial de oxido-reducción, que bajo condiciones oxidantes produce una degradación de la materia orgánica y, por ello, son favorables para la formación de carbón.

1.1.1.1 Tipos de carbón

Existen diferentes formas de clasificación del carbón mineral. Las más utilizadas son la clasificación francesa, la estadounidense y la europea. Las diferencias radican en las características utilizadas para clasificar el carbón en diferentes tipos. Sin embargo, nosotros nos adherimos a la más utilizada que es una clasificación distinta a las anteriores y que utiliza el grado de carbono que posee cada carbón mineral para clasificarlo²⁹. Esto es, los distintos tipos de carbón mineral se generan por las presiones y temperaturas a las que han sido expuestos. Así distinguimos cuatro tipos: turba, lignito, hulla (carbón bituminoso) y antracita³⁰. Se entiende que conforme han sido expuestos a mayor presión y temperatura, se origina un carbón más compacto y rico en carbono, por tanto, con una mayor capacidad de generar calor.

Conforme a la clasificación anterior, detallamos la aportación de cada tipo de carbón mineral en la generación de energía. Así, se considera que la turba es poco rica en carbono. Por lo tanto no se distingue por ser buen combustible. El lignito, en la escala de riqueza de carbono, está un peldaño más arriba, pero sigue siendo mal combustible, aunque se use en algunas centrales térmicas. La hulla es mucho más rica en carbono y tiene un alto poder calorífico, por lo que es muy usada, por ejemplo, en las plantas de

²⁹ Entre otros ver: Roldán, J. (2009) *Fuentes de energía. Instalaciones eólicas, instalaciones solares térmicas, instalaciones fotovoltaicas, consejos para economizar energía*. Pág. 115.

³⁰ Al respecto se puede consultar: Strahler, A. (1987) *Geología Física*. Págs. 577-579.

producción de energía³¹. Para medir o determinar la potencia calorífica es común utilizar un aparato llamado “bomba calorimétrica”; las hay de distintos tipos, pero, como comenta Gaffert (1981), todas utilizan el mismo principio: medir su capacidad de producir calor. El instrumento está diseñado para evaluar un gramo de carbón permitiendo así clasificar los tipos de carbón³².

Es preciso que nos detengamos, por su importancia, en el análisis de la turbera, que es un ecosistema húmedo. Su principal componente son las plantas higrófilas³³ que, al crecer y sucederse en el tiempo y en el espacio, acumulan gran cantidad de materia vegetal, dando origen a un sistema en el que la energía solar se concentra entre los organismos del suelo en forma de turba, debido, como comentan Smith, Armesto y Valdovinos (2005), a las bajas tasas de descomposición en condiciones de ph ácido³⁴. Esta descomposición-mineralización de la materia orgánica se produce, como comenta Sainz (2007), por el exceso de agua y la falta de oxígeno³⁵.

Según Pontevedra y Martínez (2004) los lugares donde se forma o formó la turba por efecto de un descenso en la descomposición de la materia orgánica son humedales. Deben cumplir tres condiciones: la primera es la hidromorfía, que es un estado permanente o temporal de saturación de agua en el suelo que lleva asociada la existencia de condiciones reductoras³⁶; la segunda condición es la anaerobiosis, proceso metabólico que tiene lugar en ausencia de oxígeno. -Sin embargo aquí se refiere al proceso de reducción

³¹ Es de señalar que el poder calorífico está determinado por el grado de humedad. Muñoz y Rovira (2014) comentan, que además de la humedad, están presentes otras características que se toman en cuenta para evaluar a un carbón como: la masa volátil, el carbono y las cenizas. Ver: Muñoz, M. y Rovira, A. (2014) *Máquinas térmicas*. Pág. 166.

³² El autor describe el proceso de evaluación en un calorímetro Emerson. Ver: Gaffert, A. (1981) *Centrales de vapor*. Págs. 185 y 186

³³ Dicho de un animal o de una planta: Que exige o prefiere ambientes húmedos. Para mayor detalle sobre éstas y la formación de las ciénegas ver: Blume, H. (2003) *La montaña: ecoguía para descubrir la naturaleza*. Pág. 134.

³⁴ Ver: Smith, C.; Armesto, J. y Valdovinos, C. (2005) *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros*. Pág. 219.

³⁵ Ver: Sainz, J. (2007) *Tecnologías para la sostenibilidad. Procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales*. Pág. 203.

³⁶ Señalamos que Añó y Sánchez (2003) distinguen tres rangos de hidromorfía. Ver: Añó, C. y Sánchez, J. (2003) *Orientaciones de uso agrario: una metodología para la planificación de usos de suelo en la comunidad de Valencia*. Pág. 75.

del suelo al materializarse esta ausencia- y por último debe producirse una depresión de la actividad biológica³⁷.

La turba puede diferenciarse morfológicamente en tres grados de organización: cada nivel o capa de turba, la zona superficial edafológicamente³⁸ activa (histosol)³⁹ y el conjunto de la turbera como ecosistema con sus variaciones superficiales y profundas. La actividad biológica más intensa se produce en los niveles más superficiales del ecosistema. Aquí se desarrollan y mueren las plantas, hay procesos de aporte, sustracción de materia y energía. Siguiendo a Pontevedra y Martínez (2004), el grupo se subdivide en cinco unidades (géllico, fíbrico, fólico, térrico y tiónico) dependiendo del grado de descomposición de la materia orgánica. Otros factores que también inciden son el tiempo de exposición en el agua, la presencia de capas sulfurosas y/o de la existencia de suelos permanentemente congelados⁴⁰.

Otro factor importante en la formación de las turberas es la naturaleza del agua, que está presente durante todo el proceso de formación, por lo que tiene una gran interacción con el sustrato geológico y la materia orgánica. Las turberas, siguiendo a Sainz (2007), se pueden clasificar según la naturaleza del agua a la que están expuestas en oligotrópicas y eutrópicas⁴¹.

³⁷ Ver: Pontevedra, X. y Martínez, A. (2004) "Turberas de Galicia: procesos formativos, distribución y valor medioambiental. El caso particular de las "Serras Septentrionais", *Revista: Chioglossa*. Vol 2. Pág. 103.

³⁸ La edafología es la ciencia que trata de la naturaleza y condiciones del suelo, en su relación con las plantas. Para este tema resaltamos la clasificación de suelos de: Porta, J.; López-Acevedo, M. y Poch, R. (2013) *Edafología: uso y protección de suelos*.

³⁹ También se le denomina "suelo orgánico" o histosol, y en él es posible reconocer diferentes capas con propiedades específicas, con un modo de formación que viene determinado por el origen del material, el grado de descomposición y las condiciones de formación. Para mayor detalle: Frederick, R. y Thomson, M. (2002) *Los suelos y su fertilidad*. Pág. 473.

⁴⁰ Estos suelos son llamados también *permafrost* palabra que viene del inglés (perma- de permanent=permanente y frost=congelado) la palabra fue acuñada en 1943 por S. W. Muller. Aunque esta palabra se utiliza literalmente en español, existen equivalentes para reemplazarla como permagel, pergelisuelo, pergelisol. Se resalta el proceso de acumulación de materia orgánica parcialmente descompuesta que queda atrapada en el agua, así la acidez del suelo, la escasez de oxígeno actúan. Ver: Pontevedra, X. y Martínez, A. (2004) *Turberas de Galicia: procesos formativos, distribución y valor medioambiental*. Pág. 104.

⁴¹ Las primeras se forman con aguas blandas, es decir bajas en calcio y con ello dominan especies vegetales. Las segundas se forman con aguas duras, ricas en calcio, normalmente en valles y en las que predominan elementos minerales. Ver: Sainz, J. (2007) *Tecnologías para la sostenibilidad. Procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales*. Pág. 204.

Las turberas, siguiendo a Iturraspe (2010), tienen mala fama quizá porque en el mundo literario ha sido descrito como el lugar adecuado para brujas, como en Macbeth, o lugar de muerte sin gloria, como en el Poema Conjetural de Borges, o porque se le señala como fuente de enfermedades⁴². Lo cierto es que son un ecosistema limitado, su distribución global constituye el 50% de los humedales del mundo⁴³.

1.1.1.2 Los Constituyentes del carbón

Los carbones están formados, por un lado, por una base aromática con una gran cantidad de pequeñas partículas y por otro, el bitumen o base parafínica⁴⁴. El carbón mineral, tras realizar un análisis elemental químico que proporciona la fracción másica, muestra cinco elementos que están presentes en todos los tipos de carbón: carbono (C), nitrógeno (N), oxígeno (O), hidrógeno (H), azufre (S). Además contiene otros componentes no volátiles, arcilla, sílice, óxido de hierro, que, tras la combustión, dan lugar a cenizas⁴⁵.

Para elegir el tipo de carbón más apropiado para cada caso es necesario tener en cuenta sus propiedades. Por ejemplo, si el carbón tiene un alto contenido de azufre, en el proceso de combustión se desprenderán sustancias contaminantes que deben ser filtradas antes de expulsarse a la atmósfera, lo que implica que no es bueno para ser quemado en grandes cantidades⁴⁶. Respecto a los llamados carbones artificiales o fabricados tenemos el carbón dulce, también conocido como carbón vegetal, que se produce por la destilación seca de la madera de la siguiente forma. Se dispone de madera

⁴² Poema que fue publicado por primera vez en el diario *La Nación* de Buenos Aires en 1943, luego se incluyó en el libro “*El otro, el mismo*” de 1964. Manuel Ferrer hace referencia a él en “Borges y la nada”. Ver: Borges, J. (1964) *El otro, el mismo*.

⁴³ El autor detalla, entre otras, las ventajas, funciones y valores que generan las turberas. Es de señalar el uso extractivo que se le da a la turba, para elaborar sustratos para jardinería, actividad no sustentable. Otro uso de las turberas es fabricar briquetas que son utilizadas como combustible. Esto involucra la extracción de grandes volúmenes de turba y la degradación de importantes extensiones. Ver: Iturraspe, R. (2010) *Las Turberas de Tierra del Fuego y el cambio climático global*. Págs. 1-24.

⁴⁴ Esta composición se atribuye a Lermusiaux, quien utilizando una técnica de difracción de rayos x, profundizó en la estructura de los carbones. Referencia en: Vian, A. (2006) *Introducción a la Química Industrial*. Pág. 390.

⁴⁵ Ver: Calventus, Y.; Carreras, R.; Cassals, M.; Colomer, P.; Costa, M.; Jaén, A.; Montserrat, S.; Oliva, A.; Quera, M. y Roca, X. (2006) *Tecnología energética y medio ambiente*. Pág. 102.

⁴⁶ Para más detalle: Instituto Geológico y Minero de España (1985). *Actualización del inventario de recursos nacionales de Carbón*. Pág. 217.

apropiada (haya, roble, encina, olivo, etc.) en cantidad de varias toneladas, que se sitúan alrededor de un eje tapándola toda con tierra. Por la parte superior se le prende fuego y se vuelve a tapar; esto hace que no se produzca una combustión completa⁴⁷.

En ocasiones, para producir carbón vegetal se utilizan otros materiales leñosos, como cáscaras de nueces y cortezas. Muchos residuos agrícolas pueden también producir carbón vegetal, pero el carbón que resulta es un polvo fino que debe generalmente ser aglomerado en briquetas, a un costo adicional, para la mayoría de los usos del carbón.

No se ha generalizado como una práctica agrícola, si bien se ha realizado, como parte de una política agrícola racional, la quema de bagazo de caña de azúcar para proporcionar calor en la producción de azúcar, así como la quema en algunas regiones de los tallos de maíz y de pastos bastos para combustible casero, para suplir un beneficio general. Sin embargo la madera sigue siendo la materia prima preferida y más utilizada, principalmente por su disponibilidad, por lo que parece que no hay motivos para que esta situación cambie en el futuro⁴⁸.

1.1.1.3 El ciclo del carbón

El carbón se produce bajo la superficie terrestre, mediante un proceso que se denomina carbonificación en el que se transforman los restos vegetales; por tanto cuanto mayor sea esta transformación, mayor será el grado o rango del mismo. El proceso puede darse por dos vías:

- 1) Carbonificación bioquímica: Es el proceso mediante el cual suceden las transformaciones originadas por la acción de hongos y bacterias aeróbicas, en una primera etapa y en una segunda etapa, bacterias anaeróbicas que en conjunto dan como resultado el paso de turba a lignito.
- 2) Carbonificación geoquímica: Es el proceso según el cual mediante procesos físico-químicos se transforma la materia orgánica que ha sido enterrada. Los principales agentes son la presión, la temperatura y el tiempo⁴⁹.

⁴⁷ Mediante este tipo de carboneras se produce la carbonización de la madera, aunque se pierden todas las sustancias volátiles; el proceso tarda unos diez días más o menos. Algunos hornos pueden recuperar ciertas sustancias al condensarse productos como el alcohol metílico, la acetona, el metano o el alquitrán.

⁴⁸ Para más detalle sobre el carbón vegetal ver: FAO (1983), "Métodos simples para producir carbón vegetal". *Estudio Montes*. Núm. 41. Roma. Disponible online en la página: <http://www.fao.org/docrep/X5328S/X5328S00.htm>

⁴⁹ La acción de los agentes da como resultado el aumento en el poder calórico y la concentración de Carbono además de la liberación de Oxígeno, Hidrógeno y Agua (H₂O) que produce una mayor compactación, dureza, densidad y reflectancia.

La extracción del carbón se realiza mediante la construcción de minas⁵⁰, que pueden ser subterráneas o a cielo abierto. En las primeras se excava mediante un sistema de túneles⁵¹, al que a menudo se accede con un pozo vertical, hasta llegar a las vetas de carbón. En las segundas, todo depende de si la veta es lo bastante superficial; en tal caso, se retira la capa de tierra que cubre el carbón con maquinaria pesada, extrayéndose a continuación el mismo. Este tipo de vetas se denominan “vetas de cielo abierto”. Generalmente existen instalaciones para el molido, filtrado y lavado del carbón, en las inmediaciones de la mina, con la finalidad de tener un carbón de calidad homogénea, que pueda arder mejor y que se encuentre libre de impurezas⁵².

El transporte del carbón hasta el lugar de consumo se realiza a través de trenes, barcazas fluviales, barcos o camiones. No obstante, más de la mitad del carbón se consume a menos de 50 Km. de la mina⁵³. Un problema frecuente durante el transporte es la gran cantidad de polvo de carbón que se extiende por las proximidades. Para evitarlo se rocía el carbón con agua o se transporta en contenedores cerrados o cintas transportadoras cubiertas⁵⁴.

El carbón suministra, según la Asociación Mundial de Carbón (WCA), el 25% de la energía primaria consumida en el mundo, sólo por detrás del petróleo. Además es de las primeras fuentes de energía eléctrica, con 40% de la producción mundial⁵⁵. Sus aplicaciones principales son:

⁵⁰ Para una aproximación a algunos aspectos sectoriales y territoriales de la minería del carbón en España, específicamente de la producción, el empleo y las empresas con actividad en el periodo 1985-1998, en la que se analiza la situación y declive de las comarcas mineras ver: Benito del Pozo, P. y López Trigal, L. (1998) “La minería del carbón en España: reestructuración sectorial y alternativas de desarrollo”. *Polígonos: Revista de geografía*. Núm. 8, págs. 177-194. Es oportuno comentar que si se busca una referencia de la industria minera se puede recurrir a: Madoz, P. (1847) *Diccionario Geográfico-estadístico e histórico de España y sus posiciones de Ultramar*. Pág. 140.

⁵¹ Para un análisis a detalle de túneles y su sostenimiento mediante estemples hidráulicos individuales, ver: Juárez Ferreras, R. (2003) *Sostenimiento de tajos largos en minas de carbón mediante estemples hidráulicos individuales*.

⁵² Más detalle en: Barquín, J. (2004) *Energía: Técnica, Economía y Sociedad*. Universidad Pontificia de Comillas. Colección Ingeniería. Núm. 18. Pág. 120.

⁵³ Para más detalle del transporte de carbón, ver: FAO (1983) *Métodos simples para producir carbón vegetal*. Estudio Montes. Núm. 41. Roma. Disponible online: <http://www.fao.org/docrep/X5328S/X5328S00.htm>

⁵⁴ Para mayor detalle sobre el proceso de producción, el transporte y el uso, ver: Severns, W.; Degler, H. y Miles, J. (1991) *Energía mediante vapor aire o gas*. Reimpresión 2007.

⁵⁵ Según datos de la *World Coal Association* (<http://www.worldcoal.org/>) los principales consumidores de carbón son Estados Unidos, India, Rusia, China y Japón.

- 1) La generación de energía eléctrica. Que se realiza mediante centrales térmicas de carbón pulverizado que constituyen la principal fuente mundial de energía eléctrica⁵⁶.
- 2) Coque. Es el producto de la descomposición química (pirólisis) del carbón en ausencia de aire⁵⁷.
- 3) Siderurgia. Que se realiza al combinar el hierro con el carbón se obtiene una aleación en la que el hierro se enriquece en carbono, obteniendo mayor resistencia y elasticidad⁵⁸.
- 4) Industria en general. Se utiliza en las fábricas que necesitan mucha energía, como las fábricas de cemento.
- 5) Uso doméstico. Históricamente, el primer uso del carbón fue como combustible doméstico.
- 6) Carboquímica. Mediante el proceso de gasificación se obtiene del carbón un gas llamado gas de síntesis, compuesto principalmente de hidrógeno y monóxido de carbono. El gas de síntesis puede transformarse en numerosos productos químicos de interés como, por ejemplo: Amoníaco; Metanol; Gasolina y gasóleo de automoción a través del proceso Fischer-Tropsch (proceso químico para la producción de hidrocarburos líquidos a partir de gas de síntesis, CO y H₂).

⁵⁶ En los últimos años se han desarrollado centrales que buscan aumentar el rendimiento y reducir las emisiones contaminantes, entre ellas las centrales de lecho fluido a presión y la de los ciclos combinados que utilizan como combustible gas de síntesis obtenido mediante la gasificación del carbón.

⁵⁷ El coque es utilizado como combustible en diferentes industrias. Uno de los más usados es coque siderúrgico, empleado en Altos Hornos. Recordar que dos tercios del acero mundial se producen utilizando coque de carbón.

⁵⁸ En España la entidad gubernamental dedicada específicamente a la investigación científica y tecnológica del Uso y Aplicaciones del Carbón, con una extensa dedicación a los procesos de preparación y utilización de las hullas y antracitas que permitieron ampliar notablemente las posibilidades de trabajo experimental, tanto a escala de laboratorio, como piloto y semi-industrial y, de esta manera, prestar apoyo con su investigación a la industria siderúrgica. Me refiero al Instituto Nacional del Carbón (INCAR), con sede en Oviedo.

1.1.1.4 Reservas carboníferas

Las reservas mundiales comprobadas ascienden a 404,762 millones de toneladas. De este número total el 53% aproximadamente se concentra en cinco países: Estados Unidos, Rusia, China, Australia e India. Entre todas las fuentes de energías fósiles, el carbón es la que más dispersión tiene por todo el mundo y es producido por alrededor de 100 países.

Fue célebre en su día el cálculo del 2007 de la *British Petroleum*, que, en su informe, establece 147 años de reservas. Esto se realizó tomando en cuenta las reservas “probadas”, que se calculan en los programas de exploración de las diferentes empresas mineras. Sin embargo, como se sabe, hay diversas zonas inexploradas, por lo que los datos continuamente cambian, aumentando el volumen de reservas.

1.1.2 Gas natural

Podemos definir al gas natural, siguiendo a Considine (1987), como una mezcla de hidrocarburos y de pequeñas cantidades de distintos compuestos, que se encuentran en forma gaseosa o líquida⁵⁹. Los principales hidrocarburos⁶⁰ que habitualmente están contenidos en la mezcla son: metano, etano, propano, butano y pentano, y los gases típicos que no son hidrocarburos y que pueden estar contenidos en los depósitos de gas natural son: dióxido de carbono, helio, sulfuro de hidrógeno y nitrógeno⁶¹. Generalmente se encuentra mezclado con petróleo, en depósitos naturales subterráneos, ya sea en formaciones continentales o en plataformas geológicas oceánicas⁶².

1.1.2.1 Origen del gas natural

⁵⁹ Ver: Considine, D. (1987) *Tecnología del gas natural* /redactado por 142 especialistas.

⁶⁰ Como referencia se usó a Rojey, A.; Jaffret, C.; Cornot-Gandolphe, S.; Durand, B.; Jullian, S. y Valais, M. (1997) *Natural Gas: Production, Processing, Transport*.

⁶¹ Algunos autores clasifican el gas natural según su composición química en: seco, pobre, húmedo y agrio. Ver: García, E. y Loffler, D. (1994) *El Gas Natural*. Así como: González, J.; González, J.; Gutiérrez, M. y Laborde, M. (1990) *Estudio sobre la utilización del gas natural en la fabricación catalítica de productos químicos*.

⁶² Para más detalle de alternativas del uso del Gas Natural se puede consultar, entre otros: Kliman, M. (1983) *Methanol, natural gas, and the development of alternative transportation fuels*.

Se cree que el origen del gas natural tuvo lugar en la descomposición de restos de plantas y animales que quedaron atrapados en el fondo de lagos y océanos en el mundo. Siguiendo a Busby (1999), entendemos que en algunos casos los restos se descomponen por oxidación, liberando gases a la atmósfera, evitando la oxidación al entrar en contacto con agua libre de oxígeno. La acumulación de lodos, rocas, arena y otros sedimentos durante miles de años, produjo un incremento de presión y calor sobre la materia orgánica, convirtiendo dicha materia en gas y petróleo⁶³.

Se conoce el uso del gas natural desde la antigüedad⁶⁴. Algunas referencias indican que hacia el año 2000 a.C. en Persia, se empleaba un pozo de gas encendido para el culto de los adoradores del fuego. En la antigua China se utilizó la combustión del gas natural para obtener sal mediante la evaporación del agua del mar. Sin embargo, no fue hasta 1820 cuando se perforó el primer pozo de gas natural para su producción (Estados Unidos)⁶⁵.

El gas natural en su estado natural es inodoro, incoloro y no es tóxico. Sin embargo, por temas de seguridad se ha hecho necesaria la adición de un odorante, que generalmente es muy penetrante⁶⁶. Los odorantes más utilizados son en base a mercaptanos, ya que estos no modifican las características del gas.

El gas natural se puede obtener en dos tipos de yacimientos: Independientes o Asociados⁶⁷. En los primeros se encuentra libre de cualquier otro hidrocarburo, generalmente petróleo, aunque puede ser carbón. Por ello también se le denomina gas no asociado. En contrapartida, los yacimientos asociados, como su nombre lo indica se asocian a petróleo o carbón⁶⁸. El gas natural no tiene una composición constante porque depende del tipo de yacimiento en el que se localice, de su profundidad, ubicación, y condiciones geológicas del área.

El gas natural comercial está constituido aproximadamente en un 95% por metano e incluye otros hidrocarburos como el etano, el propano y el

Al respecto consultar: Busby, R. (1999). *Natural Gas in nontechnical language*.

Ver: Mokhatab, S.; Poe, W. y Speight, J. (2006) *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing*.

Cabe señalar que hay casos de industria incipiente en el siglo XIX, un ejemplo en España es el que describe Fábregas, P. (2003) *La globalización en el siglo XIX: Málaga y el gas*.

Ver: Salazar García, J. (2007) *Historia del buen uso de las fuentes de energía y su aplicación en la química*. En: *Uso eficiente y sostenible de los recursos naturales*.

Ver: Puig, J. y Corominas, J. (1990) *La Ruta de la Energía*. Pág. 208.

⁶⁸ Sobre el tema se pueden consultar a, Centeno, R. (1974) *Economía del petróleo y del gas natural*. Tecnos. Madrid; García Verdugo, J. (2000) *Los mercados de futuros petrolíferos: una revolución silenciosa en el sector energético*. UNED, Madrid; así como el documento que edita la Comisión Nacional de Energía (CNE) “*Información básica de los sectores de la energía*” del 2001. Págs. 91-93.

butano⁶⁹. También es posible encontrar pequeñas cantidades de ciertos contaminantes dentro de su composición, debido a que no fueron removidos en el momento de su procesamiento.

Cabe subrayar la importancia que tuvo la perforación exitosa del pozo de petróleo en 1859 por Edwin L. Drake, que se encontró una bolsa de gas natural asociada, hecho muy frecuente en la actualidad⁷⁰. En el transcurso del siglo XIX el gas natural fue utilizado casi exclusivamente para la producción de electricidad. Su consumo se gestó de forma local debido a la falta de infraestructuras de transporte que impidieron su traslado efectivo.

Mediante un aporte técnico se evitan las fugas en los gaseoductos, lo cual produjo un importante cambio. Los gaseoductos permitieron el transporte a grandes distancias. Tras la segunda guerra mundial, con el desarrollo de las redes de gaseoductos y sistemas de almacenamiento, se generalizó su uso.

El gas natural es considerado como el más limpio entre los combustibles fósiles porque no produce cenizas, polvo, ni residuos sólidos. Además, las emisiones de CO₂ que genera, producto de su combustión, son menores que las producidas por otros combustibles. Lo anterior, sumado a los elevados rendimientos a nivel mundial y al desarrollo tecnológico, ha provocado un incremento en su utilización.

Probablemente por ello el gas natural puede sustituir a cualquier otro tipo de fuentes de energía, además de ser utilizado como materia prima. Estas características permiten que su uso se extienda tanto al sector doméstico como al industrial, lo que lo convierte en uno de los combustibles que impulsa la Unión Europea⁷¹.

En los primeros años de exploración petrolífera, el gas natural era considerado como un subproducto, sin ningún interés, ya que dificultaba el trabajo de los obreros. De hecho, por motivos de seguridad detenían su labor hasta que dejase de emanar gas natural. Sin embargo, la crisis del petróleo de los Setenta motivó que este recurso cobrara mayor importancia, convirtiéndose en una de las fuentes energéticas más importantes de la

⁶⁹ Ver: *Diccionario Oxford-Complutense de Ciencias*. Reimpresión 2004. Madrid. Pág. 486.

⁷⁰ En la obra de Yergin, con la que ganó el premio Pulitzer, se hace un recorrido por la industria del petróleo y del gas natural que está asociado, ver: Yergin, D. (1992) *The Prize. The epic quest for oil, Money & power*.

⁷¹ Es de señalar que Parra (2003) comenta que el gas natural facilita la sustitución del carbón y de los productos derivados del petróleo. Ver: Parra, E (2003) *Petróleo y Gas Natural: Industria Mercados y Precios*. Pág. 306.

actualidad. El mercado del gas natural estaba fuertemente regulado, pero hoy en día podemos decir que se ha producido un movimiento de liberalización y desregulación de los precios del producto a nivel mundial⁷². La competencia entre los distintos productores de gas natural ha dinamizado e innovado el concepto de suministro y consumo del producto⁷³.

1.1.2.2 Composición del gas natural

Es frecuente que al gas natural se le nombre como gas amargo debido a que en su composición se encuentra la presencia de dióxido de carbono y ácido sulfhídrico (CO₂ y H₂S); estas sustancias son indeseables por lo que es necesario removerlas para obtener las propiedades deseadas que permita su uso industrial o comercial⁷⁴. Al gas natural que ha pasado por el proceso de remoción de dióxido de carbono y ácido sulfúrico antes de su almacenamiento y distribución se le denomina gas dulce⁷⁵. Otros de los compuestos que son removidos son el propano y el butano, que son separados del gas natural para venderse como subproductos⁷⁶.

La purificación del gas se llama proceso de endulzamiento de gas natural. En él los componentes de una mezcla gaseosa son disueltos selectivamente en un líquido. Dicha operación involucra la remoción de las impurezas. La absorción de un líquido es una operación necesaria para la purificación del gas natural. Para realizar ese proceso de absorción se utilizan principalmente cinco técnicas⁷⁷:

⁷² Siguiendo a Borrás (1987), el gas natural se clasifica en doméstico e industrial, sin embargo en algunos países se reconoce el comercial, éste autor señala que por sus ventajas ambientales debería extenderse su uso pero comenta que en contra tiene los costos de transporte y distribución. Ver: Borrás, E. (1987) *Gas Natural. Características, distribución y aplicaciones industriales*. Págs. 35-38.

⁷³ Para un análisis detallado del comportamiento del consumo de gas natural, se puede consultar, entre otros: Gil, S.; Deferrari, J. y Duperron, L. (2002) *Modelo generalizado de predicción de consumos de gas natural a mediano y corto plazo*.

⁷⁴ Algunos de los problemas que se pueden presentar por la presencia de H₂S y CO₂ en un gas son: toxicidad; corrosión; en la combustión se puede formar SO₂, que es también altamente tóxico y corrosivo; disminución del poder calorífico del gas; formación de hidratos; cuando el gas se va a someter a procesos criogénicos es necesario eliminar el CO₂, porque de lo contrario se solidifica; los compuestos sulfurados (mercaptanos (RSR), sulfuros de carbonilo (SCO) y disulfuro de carbono (CS₂)) tienen olores bastante desagradables y tienden a concentrarse en los líquidos que se obtienen en las plantas de gas; estos compuestos deben ser eliminados antes de que los compuestos puedan utilizarse.

⁷⁵ Ver: Perry, R. y Green, D. (2003) *Manual del Ingeniero Químico*.

⁷⁶ Al respecto se puede consultar: Busby, R. L. (1999). *Natural Gas in nontechnical language*.

⁷⁷ Para establecer cual técnica es mejor que otra, existen diferentes criterios para eliminar el H₂S, uno de estos es la presión parcial.

- 1) Absorción química. La regeneración se hace mediante un incremento en la temperatura y decremento en la presión.
- 2) Absorción Física. La regeneración no requiere calor.
- 3) Híbridos. Como su nombre indica utiliza una mezcla de solventes químicos y físicos. La idea es aprovechar la capacidad de los primeros para remover los gases ácidos y la ventaja de los segundos de que necesitan gran cantidad de calor para la regeneración.
- 4) Procesos de conversión directa. En el proceso el H₂S se convierte directamente a azufre.
- 5) Procesos de lecho seco. El gas agrio se pone en contacto con un sólido que tiene afinidad por los gases ácidos. Este procedimiento también es conocido como procesos de adsorción.

En nuestros días la tecnología más usada es la absorción química con soluciones acuosas de alcanolaminas⁷⁸. Se considera que una de las ventajas es que los solventes químicos se pueden regenerar por medio de un incremento de temperatura, gracias a que las reacciones que se producen son reversibles, exceptuando aquellas que involucran compuestos térmicamente estables.

Como menciona Murrieta-Guevara (1998), las alcanolaminas más utilizadas en el endulzamiento del gas natural son: monoetanolamina (MEA), dietanolamina (DEA), metildietanolamina (MDEA) o combinaciones de las mismas. También se utilizan alcanolaminas estéricamente limitadas como 2-amino-2-metil-1-propanol (AMP), con el objetivo de mejorar la absorción de contaminantes, aumentar la selectividad y reducir los costos energéticos del proceso⁷⁹.

La información que se tiene al iniciar el proceso de absorción es la composición de la corriente gaseosa y el grado de recuperación requerido de los solutos. Por ello es importante determinar cuál es el mejor disolvente en la comuna de absorción, así como las dimensiones, los elementos internos, la

⁷⁸ Compuesto que tiene un átomo de nitrógeno unido a un alcohol lineal, como la trietanolamina.

⁷⁹ Ver: Murrieta, F., Rebolledo, M. Romero, A. y-Trejo, A. (1998) *Solubility of CO₂ in aqueous mixtures of diethanolamine with methyldiethanolamine and 2-amino-2-methyl-1-propanol*. Págs. 150-151, 721-729.

cantidad que debe ser removida, los efectos térmicos y los factores mecánicos, entre otros⁸⁰.

Uno de los motivos por los cuales se decide utilizar alcanolaminas para remover los gases ácidos de la corriente de gas es que el hidroxilo sirve para reducir la presión de vapor e incrementar la solubilidad del agua, mientras que el grupo amino es el que reacciona con los gases ácidos⁸¹.

Las alcanolaminas se pueden clasificar en tres grupos principales, dependiendo del número de hidrógenos enlazados con el nitrógeno. Las aminas primarias (MEA) tienen la característica de tener enlazados dos hidrógenos con el nitrógeno; en las aminas secundarias (DEA), el nitrógeno se encuentra enlazado a un hidrógeno; y las terciarias (MDEA), carecen de hidrógenos enlazados con un nitrógeno.

Según los trabajos de Parker (2001) podemos nombrar los contaminantes gaseosos más comunes que son: ácido sulfhídrico; dióxido de carbono; vapor de agua; dióxido de azufre; óxidos de nitrógeno; compuestos orgánicos volátiles; compuestos clorados volátiles; compuestos fluorados volátiles; compuestos de nitrógeno básico; monóxido de carbono; sulfuro de carbonilo; disulfuro de carbono; compuestos orgánicos de azufre; cianuro de hidrógeno⁸².

El gas natural tiene, como comenta Bucarat (1987), ciertas ventajas sobre otros gases combustibles⁸³:

- 1) Es un combustible relativamente barato.
- 2) Presenta una combustión completa y limpia.
- 3) Seguridad en la operación, debido a que en caso de fugas, al ser más ligero que el aire, se disipa rápidamente en la atmósfera. Únicamente, se requiere tener buena ventilación.
- 4) Asegura la eficiencia en la operación.

Sin embargo, nada es perfecto, y, por lo tanto, tiene ciertas desventajas que deben tenerse en cuenta: el gas natural tiene efectos contaminantes, al poseer una gran cantidad de dióxido de carbono como gases de efecto invernadero.

⁸⁰ Ver: Perry, R. y Green, D. (2003) *Manual del Ingeniero Químico*.

⁸¹ Ver: Kohl, A. y Nielsen, R. (1997) *Gas Purification*.

⁸² Ver: Parker, A. [Ed.] (2001) *Contaminación del aire por la industria*. Pág. 292.

⁸³ Al respecto ver: Perry, R. y Green, D. (2003) *Manual del Ingeniero Químico*. y Borrás Brucat, E. (1987) *Gas Natural. Características, distribución y aplicaciones industriales*. Págs. 40-42.

En este sentido se requiere evitar al máximo posible las fugas y vigilar que las condiciones de su combustión. Es digno de mencionarse que la Agencia Internacional de Energía (AIE) tiene en sus prospectivas, un mayor incremento de la demanda, así apunta que el consumo crecerá un 2,1% anual⁸⁴.

1.1.3 Petróleo

La palabra petróleo proviene del griego: *πετρέλαιον*, “aceite de roca” y del latín *petroleum*. Es una mezcla homogénea de compuestos orgánicos, principalmente hidrocarburos insolubles en agua. También es conocido como petróleo crudo o simplemente crudo⁸⁵. Existen otros términos sinónimos o semejantes que han sido utilizados a lo largo del tiempo. Algunos sustitutos para algunos productos son “asfalto”, “bitumen”, “nafteno”, etc. La palabra “asfalto” proviene del latín medieval *asphaltus*, y significa aceite resinoso. También, las palabras “betún” y su equivalente “bitumen” son ampliamente utilizadas y proceden de la voz latina *bitus*, que alude a la noción de una madera resinosa. Finalmente, la palabra “nafteno” provendría de una voz de babilonia, *napata*, que significa inflamable.

Desde la antigüedad, el petróleo aparecía de forma natural en ciertas regiones terrestres como los países de Oriente Medio. Hace 6.000 años en Asiria y en Babilonia se usaba para pegar ladrillos y piedras, en medicina y en el calafateo de embarcaciones; en Egipto, para engrasar pieles; las tribus precolombinas de lo que actualmente es México pintaron esculturas con él; y los chinos ya lo utilizaban como combustible.

Se considera que el sabio árabe de origen persa Al-Razi fue quien por primera vez realizó una destilación de petróleo en el siglo IX, por medio del alambique, obteniendo queroseno⁸⁶. Se cree que los árabes, a través del Califato de Córdoba, actual España, difundieron estas técnicas por toda Europa.

⁸⁴ El incremento representa cerca del 75% en el próximo cuarto de siglo, hasta los 4,8 billones de metros cúbicos de gas. La demanda de carbón aumentará un 1.4% anual, hasta los 7,300 millones de toneladas en 2030.

⁸⁵ Algunos otros sinónimos, como comenta Ortuño (2010), son por ejemplo el vocablo “chapopote” utilizado en México, el cual proviene de tzaue, que significa pegamento o engrudo, y popochtli, perfume. Otra acepción indicaría que procede de chíahuatl, o grasa, y poctli, humo, por lo que sería, literalmente, aceite ahumado. Ver: Ortuño, S. (2010) *El mundo del petróleo: origen, usos y escenarios*. Pág. 23.

⁸⁶ Ver: Al-Rāzī (2004) *La conducta virtuosa del filósofo*.

Durante la Edad Media continuó usándose únicamente con fines curativos. En el siglo XVIII, y gracias a los trabajos de G. A. Hirn, empezaron a perfeccionarse los métodos de refinado, obteniéndose productos derivados que se utilizarán principalmente para el engrasado de máquinas. Independientemente del uso de este recurso, el gas natural, como ya se comentó, se atribuye su origen a la formación por la descomposición de organismos.

Lo cierto es que, según esta teoría, los depósitos, ricos en materiales orgánicos, se convierten en rocas productoras de crudo o también llamadas rocas madre⁸⁷. El proceso, que comenzó hace muchos millones de años, continúa hasta el presente.

Los sedimentos, con el paso del tiempo, se van haciendo más espesos y se hunden en el suelo marino bajo su propio peso. En consecuencia, se van acumulando en depósitos adicionales, aumentando la presión sobre los niveles inferiores, donde los tejidos blandos de los organismos y otros sedimentos, al quedar atrapados, se transforman en petróleo y gas natural⁸⁸.

Cuando el petróleo está formado, fluye hacia arriba a través de la corteza terrestre debido a su menor densidad frente a la de las salmueras que saturan los intersticios de los esquistos, arenas y rocas de carbonato que constituyen dicha corteza⁸⁹. El petróleo y el gas natural ascienden a través de los poros microscópicos de los sedimentos situados en los niveles superiores y de fracturas en la roca⁹⁰. Es común que el petróleo acabe confinado formando un depósito. Sin embargo, una parte significativa no se topa con rocas impermeables, por lo que brota a la superficie terrestre o al fondo del mar, dando como resultado los depósitos superficiales⁹¹.

Una teoría sobre la formación de hidrocarburos distinta a la expuesta en el apartado anterior (gas natural) siguiendo a Ortuño⁹² (2010), opina que desde

⁸⁷ Al respecto ver: Freneal Martínez, M. y Meléndez, N. (2010) Capítulo IX. *Lagos y sistemas lacustres* en: Arche, A. (Editor) *Sedimentología del proceso físico a la cuenca sedimentaria*. Pág. 359.

⁸⁸ Para un mayor análisis del proceso de sedimentación y formación del petróleo se puede consultar: Laws, E. (2000) *Aquatic pollution an introductory text*. Págs. 444-446, así como: Freneal Martínez, M. y Meléndez, N. (2010) Capítulo IX. *Lagos y sistemas lacustres* en: Arche, A. (Editor) *Sedimentología del proceso físico a la cuenca sedimentaria*.

⁸⁹ Ver: Wauquier, J. (2004) *El Refino Del Petróleo. Petróleo crudo, productos petrolíferos, esquemas de fabricación*.

⁹⁰ Ver: Parra, E. (2003) *Petróleo y Gas Natural: Industria Mercados y Precios*. Pág. 32.

⁹¹ Entre los depósitos superficiales también figuran los lagos bituminosos y las filtraciones de gas natural.

⁹² Ver: Ortuño, S. (2010) *El mundo del petróleo: origen, usos y escenarios*. Pág. 24.

el final del siglo XIX y principios del siglo XX se pensaba que los hidrocarburos eran de origen inorgánico y se formaban en las profundidades de la corteza terrestre por la acción del agua sobre los carburos metálicos a partir de hidruros metálicos. Esta idea sustentada por el químico Dmitri Ivanovich Mendeleiev⁹³. Por su parte, Marcellin Berthelot consideraba que el petróleo era el producto de la acción del agua y del bióxido de carbono sobre los metales alcalinos⁹⁴.

1.1.3.1 La composición y clasificación del petróleo

El petróleo está compuesto principalmente de hidrocarburos; suele contener azufre y oxígeno. Una composición elemental típica de crudo sería, por ejemplo: 85% carbono; 12% hidrógeno; 3% azufre; y en menor proporción oxígeno, nitrógeno y varios elementos metálicos⁹⁵.

El petróleo contiene elementos gaseosos, líquidos y sólidos⁹⁶. La consistencia del petróleo va cambiando, desde un líquido poco viscoso, como la gasolina, hasta un líquido tan espeso que apenas fluye. Además se encuentran pequeñas cantidades de compuestos gaseosos; cuando las cantidades de estos compuestos son mayores, el yacimiento de petróleo está asociado con un depósito de gas natural⁹⁷.

Se puede decir que es difícil clasificar una fracción petrolífera ya que, como comenta Vian (2006), su composición responde a fracciones mixtas⁹⁸. Estas se pueden identificar en tres grandes categorías que mostramos a continuación:

- 1) El petróleo parafínico se caracteriza por poseer un color claro, es fluido y de baja densidad. En el proceso de destilación se obtienen importantes

⁹³ Era un químico ruso. Su investigación principal fue la que dio origen a la enunciación de la ley periódica de los elementos, base del sistema periódico que lleva su nombre. En 1869 publicó su libro *Principios de la química*, en el que desarrollaba la teoría de la Tabla periódica de los elementos.

⁹⁴ Fue un químico e historiador francés cuyo trabajo influyó significativamente en la química de finales del siglo XIX.

⁹⁵ El contenido específico del tipo de hidrocarburo como del contenido de impurezas, varía de un yacimiento a otro.

⁹⁶ Ver: Alonso, A. (2010) *Petrología sedimentaria. Notas de teoría. 12. Las rocas ferruginosas, fosfáticas y orgánicas*.

⁹⁷ Ver: Wauquier, J. (2004), *El Refino Del Petróleo. Petróleo crudo, productos petrolíferos, esquemas de fabricación*.

⁹⁸ Ver: Gálvez, M. y López, B. (2006) *El petróleo y el gas natural materias primas para la industria química* en: Vian, A. [Ed.] *Introducción a la química*. Págs 296-330. Así como: Gary, J. y Handwerk, G. (2003) *Refino de petróleo*.

cantidades de nafta (líquido volátil e inflamable empleado en la industria petroquímica) y parafinas (muy apreciadas en la industria farmacéutica y producción de polímeros).

- 2) El petróleo asfáltico se caracteriza por ser un crudo de color muy oscuro, con alta viscosidad y elevada densidad. De su refinado se obtienen combustibles y naftas en menor proporción. Se produce asfalto como residuo.
- 3) El petróleo de base mixta contiene hidrocarburos de ambos tipos. Tienen características y rendimientos comprendidos entre las otras dos familias de crudo.

La base constitutiva del petróleo es importante para diseñar el tratamiento de refino que conviene aplicar a cada familia de petróleo⁹⁹. Una vez extraído el crudo, se procede al proceso de refino, que es simplemente la separación de la mezcla de hidrocarburos que conforman el crudo en sus diferentes componentes o fracciones, empleando diferentes productos químicos y calor para eliminar el agua y los elementos sólidos¹⁰⁰. Las distintas fracciones son:

- 1) Gases de refinería. Se utiliza como combustible para la propia refinería.
- 2) Gases del petróleo. Empleados en la calefacción, cocinado de alimentos o en procesos petroquímicos. Se trata de pequeños alcanos, de 1 a 4 átomos e carbono por molécula, con un punto de fusión menor de 40°C. A menudo se licuan bajo presión y reciben el nombre de Gases Licuados del Petróleo (GLP).
- 3) Gasolinas. Combustible de los motores de combustión interna.
- 4) Naftas. Materia prima de la industria petroquímica. La fracción de naftas no aprovechada es empleada como componente de la gasolina.
- 5) Querosenos. En algunas regiones se utilizan como medio de iluminación.
- 6) Gasóleos. Combustible de los motores diesel de camiones y trenes. También se emplean como combustible de calefacción doméstica e industrial.
- 7) Fuelóleos. Empleados para la generación eléctrica en centrales térmicas. Además se utiliza para la producción de calor en la industria y como combustible para barcos.
- 8) Aceites lubricantes. Utilizados para proteger los elementos móviles de la maquinaria sometidos a esfuerzos de fricción.

⁹⁹ Para más detalle ver: Gary, J. y Handwerk, G (2003) *Refino de petróleo*. Págs. 21-32.

¹⁰⁰ Cada una de las fracciones tiene un punto de ebullición diferente en el que se consigue hacer efectiva la separación.

- 9) Asfaltos. De gran aplicación en la pavimentación de carreteras y como impermeabilizantes.

Recordemos que a todos los elementos anteriormente citados cabe añadir lo que se denomina petróleo no convencional, que incluye: líquidos de gas natural (LNG), crudo ultrapesado, arenas petrolíferas, pizarras bituminosas e hidratos de gas.

1.1.3.2 El petróleo y su industria

A causa de la importancia que ha tenido, debemos detenernos en el tema de la industria petrolera durante el siglo XX. En el inicio de siglo se encontraron grandes yacimientos de petróleo que fueron configurando la industria. Así, podemos mencionar los esfuerzos individuales y colectivos de los pioneros de una industria naciente que será sumamente influyente en el desarrollo de las potencias económicas.

Curiosamente, pese a que desde sus inicios la industria petrolera fue dominada por empresas estadounidenses, el primer lugar del que se tiene registro de una explotación intensiva es en la Rusia de la época Imperial, concretamente en el año 1825¹⁰¹. En ese lugar se llegaron a extraer 3500 toneladas de petróleo y se duplicó la producción a mediados de siglo. Para 1848 se habían construido dos grandes oleoductos: el primero de unos 833 kilómetros de longitud, desde el mar Caspio hasta el mar Negro (Oleoducto Bakú-Batumi) y el segundo de 162 kilómetros, desde Chechenia hasta el Caspio¹⁰².

Al otro lado del estrecho de Bering, en Estados Unidos, comenzó su uso y aplicaciones con el desarrollo de las grandes empresas que aún hoy subsisten. Todo comenzó cuando un prominente científico de la Universidad de Yale, Benjamin Silliman, estudió por encargo de un grupo de empresarios (entre ellos, George Bisell), las propiedades del “aceite de roca”. Silliman estudió unas emanaciones naturales que se encontraban en ciertos lugares y que eran utilizadas como medicamento; se sabía que este producto era inflamable, condición que motivaba el interés en este recurso.

¹⁰¹ Que comprende entre 1721 y 1917. Este Imperio estuvo extendido en Europa, Asia y América. Fue el sistema político posterior a los Zares y culminó con la Revolución Rusa.

¹⁰² Ver: Krylov, N.; Bokserman, A. y Stavrovsky E. [Eds.] (1998) *The Oil Industry of the Former Soviet Union*. Pág. 187.

El informe de Silliman acerca de las propiedades del petróleo fue entregado en 1855. Después, James Townsend, banquero e inversor, decidió enviar a perforar la tierra a Edwin L. Drake. Se constituyó para ello la Pennsylvania Rock Oil Company, destinada a la explotación del descubrimiento. Era una compañía pequeña y con pocos fondos, que tuvo que cerrar, pues sus intentos habían sido fallidos. Pero eso no disuadió a Drake que continuó los trabajos en la primavera de 1858, con el apoyo de los inversores, a través de una nueva empresa, la Seneca Oil Company. Finalmente, en agosto de 1859, en un pueblo llamado Titusville (al norte de Pittsburgh), en las colinas Oil Creek las excavaciones dieron resultado. Un año más tarde, 75 pozos estaban funcionando.

Al principio los pozos eran bombeados a mano, pero hacia 1861 se empezó a usar el pozo surgente (que impulsa el contenido por sí mismo), con lo que se fomentó la explotación. Este hecho da origen a lo que se conoció después como el primer despegue de la industria: en 1860 se producían 45.000 barriles; solo dos años más tarde ya se llegaba a los 3 millones de barriles¹⁰³.

El aumento dio lugar a una especulación desmedida en los lugares que habían sido identificados como posibles campos petroleros, por lo que miles de personas buscaron fortuna allí. Predominó el caos, hasta que en el año 1870 el mercado obtuvo cierto orden al establecerse las primeras lonjas de venta¹⁰⁴.

El desarrollo del automóvil en Alemania, con la invención del motor de explosión en 1896 por Gottlieb Daimler y Rudolf Benz, y del motor de gasóleo por Rudolf Diesel, supuso un hito importante en la industria del petróleo. Estos cambios tecnológicos permitieron la creación de un nuevo mercado, que no podía satisfacer el carbón. La posterior fabricación masiva de automóviles en Estados Unidos propulsada por Henry Ford en las primeras décadas del siglo XX, hizo despegar el consumo de gasolina y con ella, la demanda de petróleo¹⁰⁵.

El desarrollo en la industria eléctrica, en el mismo período, con los inventos de: Siemens, Gramme, Westinghouse, Edison, Swan, etc., propició un aumento en la demanda de gasóleos y aceites pesados para la generación de electricidad, lo cual vino a fortalecer la demanda.

¹⁰³ Ver: Yergin, D. (1992) *The Prize. The epic quest for oil, Money & power*. Pág. 30.

¹⁰⁴ En estos primeros años surge la figura de John David Rockefeller, quien se convertiría en el magnate de la Standard Oil Company.

¹⁰⁵ Un dato curioso es que Ford diseñó su Modelo "T" para que funcionara con etanol. Sin embargo, debido a los costes, modificó su diseño para que utilizara gasolina.

El cambio de siglo produjo un aumento del uso de la electricidad para fines luminosos. Además se fue popularizando el uso del motor de combustión interna como respuesta a la búsqueda de un medio de transporte optimo¹⁰⁶.

La industria fue creciendo en la medida en que se encontraron y explotaron nuevos yacimientos. Diferentes empresas nacían y morían, resultado de la especulación y sobreexplotación, que produjeron una lucha comercial por la supervivencia. Así por ejemplo, el exportador James Guffey, a través de su compañía, la *Gulf*, logró lo que se pensaba sería una gran oportunidad con el llamado “el contrato del siglo” al firmar un acuerdo con la *Shell*. Todo se vino abajo cuando en 1902 empezó a descender la producción en la zona.

A pesar de la gran explosión de compañías, éstas no podían hacer frente a la *Standard Oil*. Pero la inundación del mercado internacional con petróleo ruso, y la creciente producción tejana, destruyeron los planes de control absoluto de la *Standard Oil*¹⁰⁷.

Theodore Roosevelt, que asumió el cargo de presidente en 1901, llevó el interés del Partido Progresista en la participación del gobierno federal en la supervisión y la regulación del sector empresarial. A finales de 1890, numerosos periodistas escribieron artículos y libros acerca de las prácticas comerciales desleales y peligrosas llevadas a cabo por la *Standard Oil*. Así, con la ley Sherman¹⁰⁸, se buscó terminar con esas prácticas. La empresa no iba a ceder fácilmente, por lo que se aprovechó de las leyes del Estado de Nueva Jersey, más permisivas, y encontró una solución haciendo que la filial allí establecida se convirtiera en la matriz de todas las demás.

Sin embargo, el cerco legal de la Casa Blanca y la hostilidad de la opinión pública¹⁰⁹ continuaron de modo que, tras una batalla judicial que duró más

¹⁰⁶ El motor de combustión interna se desarrolló usando gasolina. La gasolina, hasta entonces, había sido un producto de desecho derivado del refino para keroseno. Sin embargo, a lo largo de las primeras décadas del siglo, terminaría imponiéndose como el principal derivado del petróleo.

¹⁰⁷ La *Standard Oil* tenía en su contra a una gran parte de la opinión pública. La opacidad que caracterizaba a la compañía no ayudaba a mejorar esto. De hecho, aunque Rockefeller se retiró de su dirección en 1897, la mayor parte de la sociedad estadounidense siguió creyendo que era él quien estaba al frente de la compañía. Aunque en aquel entonces ya le sucedía John Dustin Archbold.

¹⁰⁸ Es la primera medida del Gobierno federal estadounidense para limitar los monopolios.

¹⁰⁹ Podemos nombrar los esfuerzos de Ida Tarbell, una periodista que descubriría los entresijos de la compañía. Su artículo, “La Historia de la *Standard Oil*”, mostró las artimañas que había usado la *Standard Oil* a lo largo de más de 30 años para obtener su privilegiada situación.

de una década, en 1911 la empresa Standard Oil aceptó fraccionar el emporio que había construido. Con ello dio origen a nuevas compañías¹¹⁰. Las empresas norteamericanas, junto con la Royal Dutch-Shell¹¹¹ y un conjunto de capitalistas franceses agrupados en la *Compagnie Française des Pétroles* (CFP)¹¹², crearon un pacto con la *Turkish Petroleum Company*, para asegurar abastecimiento del Medio Oriente.

Según Blair (1976), aún con el denominado Acuerdo de la Línea Roja¹¹³ y la *Open Door Policy* estadounidense, se lograba un éxito parcial al tomar posesiones en Medio Oriente. Además hubo aumentos significativos en la producción petrolera de Estados Unidos y de los flujos procedentes de otros países productores como: México, Venezuela y Rusia, lo que dio lugar a una sobreproducción petrolera a finales de los años veinte que deprimió los precios del petróleo¹¹⁴.

Las empresas multinacionales más importantes de la industria petrolera, preocupadas por la sobreproducción mundial y la caída de los precios del petróleo, intentaron poner en orden el mercado internacional. Para ello segmentaron el mercado y establecieron controles voluntarios de la producción. En 1928 se creó un cartel petrolero internacional con el propósito de fijar el precio mundial de tan vital materia prima.

El cartel fue ideado por: Sir Henri Deterding de la *Royal Dutch-Shell*, Sir John Cadman de la *Anglo-Iranian Oil Company* (AIOC, nuevo nombre de la APOC) y Walter Teagle de la *Standard Oil of New Jersey* (hoy Exxon), que en el Castillo de Achnacarry (Escocia), formalizaron un pacto para

¹¹⁰ La Standard Oil of Nueva Jersey (que con el tiempo se convirtió en Exxon) tuvo que deshacerse de las acciones de las que hasta entonces habían sido sus filiales y, de este modo, esquivar las leyes antimonopolio, dando lugar a: la Standard Oil de Nueva York (SOCONY) en 1933 se fusionó con Vacuum, y en 1966 cambio su nombre a Mobil; La Standard Oil de Ohio (SOHIO), se convertiría en la filial estadounidense de BP; La Standard Oil de California (SOCAL) se transformaría en la que hoy conocemos como Chevron; La Standard Oil de Indiana se transformo en Amoco, hoy fusionada con BP, La Continental Oil (Conoco); y la Atlantic, que terminó siendo absorbida por la Sun Oil Company.

¹¹¹ La Shell, un consorcio anglo-holandés, necesitaba a finales del XIX más petróleo. Su capacidad comercializadora era grande, pero el petróleo ruso obtenido de los Rothchild no era suficiente. Por ello intentó probar suerte en el Lejano Oriente, pero con reducido éxito. Sin embargo, se estableció una fusión, para resolver los problemas de ambas compañías.

¹¹² Con esta participación Francia se aseguraba un 25% del crudo de Mesopotamia (hoy Irak)

¹¹³ El acuerdo repartía oligopólicamente a las potencias victoriosas de la Primera Guerra Mundial, lideradas por el Imperio Británico, las reservas petroleras del Medio Oriente.

¹¹⁴ Ver: Blair, J. (1976) *The Control of Oil*. Págs. 31-34.

estabilizar los precios del petróleo, mediante la división del *downstream*¹¹⁵ de la industria entre los miembros del cartel. Otras cuatro empresas – *SOCONY, Gulf Oil, Texaco* y *SOCAL*– se adhirió a este convenio entre 1931 y 1934; por ello, más tarde se les denominó las siete hermanas¹¹⁶.

El Convenio de Achnacarry funcionaba como una declaración de principios. Como comenta Sampson (1991), la competencia excesiva resulta en una sobreproducción con su respectiva caída de precios¹¹⁷; por tanto, había tenido más consecuencias destructivas que constructivas. Por eso los participantes aceptaron mantener el volumen de negocios en el mercado petrolero internacional y respetar su cuota correspondiente en cualquier aumento de producción.

Las siete hermanas se adjudicaron la facultad de fijar el precio del petróleo hasta 1947. El objetivo estaba claro: mantener un alto precio del petróleo a través de un precio mundial único. Los precios de cualquier petróleo de una calidad determinada, producidos en cualquier parte del mundo, se fijaban al mismo nivel al que se vendían los crudos de calidad similar¹¹⁸.

El acuerdo estaba diseñado para:

- 1) Repartirse los mercados mundiales en áreas de influencia;
- 2) Controlar todos los oleoductos e infraestructuras de transporte, compartiendo las mismas y repartiendo así el esfuerzo de inversión;
- 3) Establecer sinergias en operaciones de refinación, para evitar costosas inversiones múltiples en los mismos lugares;
- 4) Controlar todas las patentes, conocimientos y tecnologías que se refiriesen a la refinación.

¹¹⁵ Giro idiomático inglés que, a igual que el término “*up stream*”, está de moda para referirse a las actividades petroleras de industrialización, transporte, comercialización y distribución. Su traducción literal es corriente o aguas abajo.

¹¹⁶ Denominación acuñada por Enrico Mattei, padre de la industria petrolera moderna italiana y presidente de ENI, para referirse a un grupo de siete compañías que dominaban el negocio petrolero a principio de la década de 1960. El término fue usado de manera irónica, para acusar a dichas que se protegían mutuamente en lugar de fomentar la libre competencia industrial.

¹¹⁷ Ver: Sampson. A. (1991) *The Seven Sisters: The great oil companies & the world they shaped*.

¹¹⁸ Para más detalle ver: O'Connor, H. (1973) *La crisis mundial del petróleo*. Pág. 99.

Posteriormente, en la Administración del presidente estadounidense Eisenhower, a finales de 1950, se implementó un sistema de cuotas¹¹⁹ a la importación de petróleo crudo. Esta medida desestabilizó el control de las empresas y en 1960, se formó una nueva organización -la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP)¹²⁰- para combatir o eliminar el control de las empresas en la industria.

1.2 Los cambios tecnológicos en la industria de la energía

En este apartado analizaremos cómo los cambios tecnológicos fueron delineando un modelo de producción y consumo de energía en el que predominan el petróleo, las alianzas que se generaron para poder influir hegemónicamente y los distintos intentos de contrapesos.

El auge del petróleo, desde finales del XIX, se venía a sumar a una extracción también creciente del carbón, por lo que el uso de energía fósil estaba en clara expansión y se veía reforzado a lo largo del siglo XX. Este movimiento impulsaba el crecimiento económico debido al incremento en la productividad del trabajo. También permitió una expansión en otras esferas como la monetario-financiera, especialmente en el cambio de siglo. En esa etapa, que se ha llegado a conocer como la “*primera globalización*”¹²¹, el incremento acelerado en la producción hizo posible la expansión de la economía monetaria y del dinero bancario, alimentando una esfera financiera cada vez más fuerte a escala global, mediante la libre movilidad de capitales¹²².

¹¹⁹ Las cuotas son un tope, es decir, una determinada cantidad de petróleo que podría ser importado. Esta política tenía como objetivo principal proteger la venta de petróleo nacional.

¹²⁰ Fue fundada en Bagdad, en una conferencia que duró del 10 al 14 de septiembre de 1960 por iniciativa del Gobierno de Venezuela y el de Arabia Saudita. Actualmente tiene sede en Viena.

¹²¹ El término es ambiguo y existen diferentes voces que ponen énfasis en distintas situaciones como el comercio, las migraciones, o en el resultado del proceso industrializador. Sobre esta última acepción, autores como De la Dehesa (2007) se adhieren y lo sitúan entre los años 1870 y 1913. Este proceso, según García (2003), produjo que el crecimiento del comercio mundial (3,5%) superara de forma amplia al producto real (2,7%). Es decir, un incremento en la participación en el PIB. Recordemos que sesenta millones de personas emigraron de Europa a América, de forma que la fuerza laboral en el Nuevo Mundo creció en un 49%, mientras que en el Viejo Continente se redujo en un 22%. Ver: De la Dehesa, G. (2007) *Comprender la globalización*; Así como: García Menéndez, J. (2003) “Globalización de la economía internacional”. *Revista de Estudios Sociales*. Núm. 9. Pág. 160.

¹²² Ver: Fernández, R. (2003) *Capitalismo Financiero Global y Guerra Permanente*.

En este período se produjo, en palabras de Campbell (2006), un “*rápido auge del capital financiero (desde el inicio de la Era del Petróleo), en un sistema en que los bancos prestaban más dinero del depositado y cobraban intereses por ello. El sistema basado en que la expansión del mañana, impulsada por la energía barata, basada en el petróleo, era prenda y garantía de la deuda de hoy*”¹²³.

1.2.1 El petróleo, principal fuente de energía

El petróleo fue desplazando al carbón como fuente de energía en el siglo XX. Podemos dividir el siglo pasado en dos grandes periodos: desde sus inicios hasta el final de la Segunda Guerra Mundial, y desde la segunda mitad del mismo hasta nuestros días.

Las características de esos dos períodos son diametralmente distintas. Estas diferencias se acentúan respecto del régimen energético dominante. La primera mitad del siglo estaría todavía marcada por el predominio mundial del carbón como principal fuente energética, a pesar de la intensa progresión del consumo del petróleo, en especial en Estados Unidos, y en menor medida en Europa, muy ligada a la fuerte irrupción de la industria del automóvil y al transporte por carretera en general.

Se le dio gran impulso al *American Way of Life*, proyectado desde Hollywood, hecho que tendría repercusión en todo el planeta durante ese siglo¹²⁴. Occidente pensaba ganar así las mentes y corazones del mundo e iba a difundir nuevas formas de vida que tendrían un enorme impacto territorial. Así dos exponentes de la escuela de Frankfurt, Horkheimer y Adorno (1981), plantean el concepto de “*industria cultural*”. Lo definen como un proceso que ha dado como resultado la creciente comercialización de las formas culturales producidas por el surgimiento de las industrias del

¹²³ Ver: Campbell, J. (2006) “El Final de la Primera Parte de la Era del Petróleo”. Dossier de *La Vanguardia*. Núm. 48, enero/marzo.

¹²⁴ Esta idea o concepto está ligado profundamente a otro, el de “American Dream”, término que aparece en un libro de historia de James Truslow Adams, titulado *American Epics*, en el que define el sueño (norte) americano como el sueño de vivir en una tierra donde la vida debería ser mejor, más rica y más llevadera para todo el mundo, con oportunidades para todos. Es un sueño difícil de interpretar, no es solamente un sueño en autos y altos salarios, sino un sueño de un orden social en el cual cada hombre y cada mujer puedan alcanzar la capacidad plena. Una de las claves del sueño es la idea de que no importan las circunstancias fortuitas de nacimiento o posición social.

espectáculo en Estados Unidos y, en menor medida, en Europa a fines del siglo XIX y XX¹²⁵.

Sobre este tema Alvater (1992) comenta: “De esto, por otro lado, se aprovecha la industria del cine desde los años 20, que es al mismo tiempo innovación tecnológica y práctica ideológica del fordismo para construir la imagen del “American way of life” con todos sus ingredientes, llevando a cabo una propaganda global y contribuyendo a definir la imagen del desarrollo que tienden a seguir los países en vías de desarrollo”¹²⁶.

En Estados Unidos se empezaría a desarrollar una potente revolución de la producción agropecuaria (agricultura y ganadería industrializadas), que sería propulsada por el uso intensivo del petróleo; con ello, el predominio global del petróleo se produciría en la segunda mitad del siglo XX.

Podemos mencionar que en Estados Unidos y en Europa el petróleo no superaría al carbón como fuente de energía principal hasta el año 1950. Por supuesto los sistemas productivos y energéticos contemplan muchos factores; algunos que indudablemente influyeron son las ventajas respecto a los múltiples usos y flexibilidad del petróleo sobre el carbón. Otro elemento de gran importancia fueron las huelgas mineras y ferroviarias, que en el periodo 1880-1920 sacudieron a Europa y a Estados Unidos.

Desde las minas de carbón, el material se transportaba generalmente por ferrocarril, ya que la industria automotriz apenas comenzaba. Por ello el movimiento obrero de esos años estaba centrado principalmente en esos sectores. La extracción de petróleo requería mucha menos fuerza de trabajo que el carbón, y su transporte se hacía principalmente a través de oleoductos, barcos y utilizando la red de carreteras, por lo que domesticó y contuvo esas luchas obreras que ya no eran necesarias ante esta realidad¹²⁷.

¹²⁵ Estos autores argumentan que se ha logrado la estandarización y la racionalización de las formas culturales, y ha atrofiado la capacidad del individuo para pensar de manera crítica y autónoma. Ver: Horkheimer, M. y Adorno, T. (1981) *La industria de la cultura; ilustración como engaño de las masas* en Curran, J.; Gurevitch, M. y Woolacot, J. *Sociedad y comunicación de masas*. En el mismo sentido Thompson comenta: “Los bienes culturales producidos por estas industrias se diseñan y se manufacturan de acuerdo con los objetivos de la acumulación capitalista y de la ganancia de utilidades”. Thompson, J. (1993) *Ideología y cultura moderna*.

¹²⁶ Alvater, E. (1992) “Sobre las bases Ecológicas del modelo Fordista” en *Economía Teoría y Práctica*. Pág. 32.

¹²⁷ Para más detalle ver: Mitchell, T. (2007) “Carbon Democracy”. *Revista Economy and Society*. Institute for Coyuntural Research. Así como: Pobodnic, B. (2006) *Global Energy Shifts: Fostering Sustainability in a Turbulent Age*.

El petróleo jugaría un papel determinante en las partidas geopolíticas de la primera mitad de siglo, en especial en el desarrollo y desenlace de las dos guerras mundiales. Las consecuencias y del desarrollo de estas guerras quedaron determinadas sin duda por el petróleo¹²⁸. En la Primera Guerra Mundial los aliados¹²⁹ trataron de cortar las líneas de suministro alemanas. Alemania se rindió cuando apenas le quedaba combustible. En la Segunda Guerra Mundial, Alemania tenía como objetivo el acceso al petróleo, principalmente del Cáucaso, que no pudo alcanzar. La Alemania nazi se volvió a quedar sin petróleo otra vez al final de la contienda, durante la ofensiva de las Ardenas en diciembre de 1944, lo que fue un elemento decisivo en su derrota. Por otra parte, uno de los principales objetivos de la expansión japonesa era hacerse con el petróleo de Indonesia (que entonces eran las Indias Orientales.) Podemos decir, siguiendo a Heinberg (2006), que el petróleo se había convertido en el combustible cada vez más crítico y en un objetivo geopolítico para la guerra¹³⁰.

Como ya hemos mencionado, el siglo XX empieza con un abrumador predominio global de Estados Unidos en la extracción de petróleo, siendo además el principal consumidor y el primer exportador mundial de crudo hasta después de la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo termina el siglo convirtiéndose en el mayor importador de crudo del mundo, quedando desplazado al tercer puesto en la extracción global de petróleo.

Estos cambios se dieron a partir de 1970, año de encrucijada en el pico del petróleo. Es decir, cuando las empresas en suelo estadounidense ya eran incapaces de extraer más cantidad de crudo de sus yacimientos, porque simplemente habían agotado sus recursos, lo que incrementó la dependencia energética mundial.

Esto provocó un cambio en el epicentro mundial del petróleo al pasar de Estados Unidos al Medio Oriente, donde se encuentran las principales reservas mundiales de crudo. Siguiendo a Heinberg (2006), Méndez, E. y Feijóo, L. (2005), podemos mencionar que un pilar importantísimo de la

¹²⁸ Sin duda el petróleo cambió la forma en la que se desarrollaba la guerra: se paso de la caballería, infantería a pie, artillería tirada por caballos y buques de carbón, a buques, tanques, transporte motorizado y aviones que funcionaban con derivados del petróleo.

¹²⁹ Estados Unidos era el mayor productor de petróleo del mundo en ese entonces, por ello fue decisivo su apoyo a los aliados.

¹³⁰ Ver: Heinberg, R. (2006) *Se Acabó la Fiesta. Guerra y Colapso Económico en el Umbral del Fin de la Era del Petróleo.*

hegemonía estadounidense fue lograr el control de los recursos energéticos¹³¹.

1.2.2 La Organización de Países Exportadores de Petróleo, como voz de la industria

Hemos mencionado ya el surgimiento de esta organización. Aquí trataremos su finalidad e importancia en el mercado energético. En sus estatutos la OPEP establece que su objetivo es coordinar y unificar las políticas petroleras entre los países miembros, con el fin de garantizar unos precios justos y estables para los productores de petróleo, el abastecimiento eficiente, económico y regular de petróleo a los países consumidores y un rendimiento justo del capital de los inversores¹³².

Para pertenecer a la OPEP es necesario que el país interesado presente su solicitud de afiliación a la Asamblea y que reúna ciertas condiciones, la más importante “*que tenga una exportación neta de petróleo crudo relevante y que tenga intereses similares a los de los Países Miembros*”¹³³.

La distribución desigual de las reservas petroleras es una de las características importantes de la OPEP. Según esta característica se puede dividir a los países miembros en dos grupos: un grupo tiene reservas pequeñas en relación con la población y el otro grupo tiene grandes reservas en relación con la población.

El primer grupo tiene escasa flexibilidad para maniobrar las elecciones entre la política económica y la política petrolera, mientras que el segundo grupo tiene muchas opciones. La distribución desigual de las reservas petroleras y la población crea también algunos intereses económicos diferentes para los dos grupos. Por ejemplo, Arabia Saudita, al tener las mayores reservas petroleras del mundo y ser el mayor exportador de petróleo, se interesa por conservar el mercado del petróleo en el largo plazo, para así mantener su influencia política.

¹³¹ Estados Unidos, como se mencionó, fue el principal extractor de hidrocarburos del mundo. Para más detalle sobre los conflictos mundiales derivados de la hegemonía energética se puede consultar: Méndez, E. y Feijóo, L. (2005) *Energía y conflictos internacionales. Política, tecnología y cooperación*.

¹³² Aunque el texto fue aprobado en Caracas en 1961, en la resolución II.6. Disponible en: http://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/OS.pdf

¹³³ Traducción propia con base en: *Organization of the Petroleum Exporting Countries. (2008). About us: OPEC Estatute. Organization of the Petroleum Exporting Countries.* Disponible en: <http://www.opec.org/aboutus/>

La distribución desigual de las reservas petroleras entre los dos grupos indica un desplazamiento gradual de la producción en contra de los países no árabes.

En cuanto al accionar de la OPEP, hay dos posturas. La primera cree que es un “cartel” orientado a la maximización de los precios para captar el máximo de renta¹³⁴. La segunda cree que no lo es, porque tenía menor influencia que las siete hermanas¹³⁵.

En todo caso, la OPEP constituye un régimen internacional que tiene como objetivo aportar estabilidad a unos precios que tienden a la volatilidad, debido fundamentalmente a las características del negocio petrolero. “*Los costes variables bajos inducen a que, en períodos de exceso de capacidad instalada, se produzcan caídas de precios importantes...*”¹³⁶.

La estabilidad de precios que pretendía la OPEP no se alcanzaría en los años sesenta, pues las grandes petroleras occidentales seguían fijando el precio del petróleo. Recordemos que a finales de esa década se produjeron nacionalizaciones de las empresas occidentales que operaban en el mundo árabe, como reacción a la “*Guerra de los Seis Días*”¹³⁷, en 1967, cuando Israel se apoderó de Cisjordania, Gaza, Jerusalén Este y el Sinaí. La ofensiva significó un golpe para los países árabes, que no lograron frenar al adversario; de hecho, es una de las razones que se adujeron para justificar las nacionalizaciones petroleras. Es en este momento cuando la OPEP empezó a tener fuerza. Negoció con las grandes petroleras occidentales¹³⁸ y logró fijar

¹³⁴ Hay diversos autores que sostienen esta postura. Entre ellos ver: Czinkota, M.; Ronkainen, I. y Moffet, M. (2007) *Negocios Internacionales*. Además de: Garder, R. (1996) *Juegos para Empresarios y Economistas* y Calvocoressi, P. (1999) *Historia política del mundo contemporáneo*.

¹³⁵ Para más detalle de esta postura, consultar: Tarpley, W. (2008) *11-S Falso terrorismo. Made in USA*. Pág. 85, y Khalidi, R. (2003) *La reafirmación del Imperio: Estados Unidos y la aventura occidental en oriente próximo*. Pág. 160.

¹³⁶ Ver: Merino García, P. (2006) “La OPEP en el siglo XXI. Capacidad de respuesta ante los cambios registrados en el mercado en los últimos años”. En *La Vanguardia Dossier*, n° 18, enero-marzo. Pág. 84.

¹³⁷ A esta guerra también se la conoce como “Guerra de junio de 1967”. Fue un conflicto bélico que enfrentó a Israel y a una coalición árabe formada por Egipto, Jordania, Irak y Siria, entre el 5 y el 10 de junio de 1967. Tras la exigencia egipcia a la ONU de que retirara sus fuerzas en el Sinaí (UNEF), Israel, temiendo un ataque inminente, lanzó un ataque preventivo contra la fuerza aérea egipcia. Jordania respondió atacando las ciudades israelíes de Jerusalén y Netanya. Al finalizar la guerra, Israel había conquistado la Península del Sinaí, la Franja de Gaza, Cisjordania y Jerusalén. Para más detalle ver: Oren, M.; Vega, M. y Gracia, F. (2003) *Grandes Batallas. La guerra de los seis días*.

¹³⁸ Podemos añadir que el resultado de las negociaciones son los acuerdos de Teherán (1971) y Trípoli (1972). El acuerdo de Teherán se realizó entre trece compañías petroleras

el precio del petróleo. Además, en Perú y en Venezuela se realizaron las nacionalizaciones¹³⁹.

Una muestra de lo anterior es que en 1968 la OPEP delineó las bases fundamentales de la política petrolera favorable a la intervención estatal¹⁴⁰. Estas ideas fueron traduciéndose en acciones concretas de nacionalización que se llevaron a cabo en los Estados miembros y en propuestas tendientes a fijar los precios del petróleo. Se adoptó un plan quinquenal de producción (1971-1975) con miras a que los aumentos en la producción de petróleo se produjeran de forma racional, en concordancia con las estimaciones del crecimiento de la demanda mundial.

Durante este período de los llamados “*Treinta Gloriosos*”¹⁴¹, tuvo lugar la construcción del llamado “*Estado del Bienestar*”¹⁴², que no se puede entender sin el enorme incremento de productividad que significó el modelo fordista de producción industrial, y éste a su vez no se puede entender sin el petróleo.

Como hemos mencionado, un importante elemento del modelo fue la industria del automóvil, que se afianzó como el sector industrial más importante del siglo XX. El poder en ascenso de la OPEP, y, sobre todo, las crisis energéticas de los setenta, influirían en la viabilidad de este modelo.

1.2.2.1 La relación entre la Agencia Internacional de Energía y la OPEP

Ya hemos señalado que los precios del petróleo influyen directamente sobre la distribución internacional del poder. Podríamos ejemplificar lo anterior con dos casos, por un lado los estados miembros de la OPEP, por otro

internacionales y los seis países del Golfo Pérsico (Abu Dhabi, Arabia Saudita, Irán, Irak, Kuwait y Qatar), miembros de la OPEP. El acuerdo de Trípoli al final fracasó y posteriormente se iniciaron los acuerdos de Ginebra.

¹³⁹ Para más detalle consultar la conferencia del expresidente de la OPEP traducida y publicada al español. Yamani, A. (2008) *OPEP: Pasado, Presente y Futuro*.

¹⁴⁰ Se le dio importancia al derecho de los Estados de ejercer su soberanía sobre los recursos naturales. Apuntar que este propósito se puede alcanzar cuando los Estados se encuentran en una posición que les permite explotar directamente estos recursos.

¹⁴¹ Período que va desde 1940 hasta 1970.

¹⁴² Hay numerosos exponentes sobre este concepto que David Anisi utiliza como un tipo de pacto social. En él se establece un reparto más equitativo de los beneficios y de la riqueza entre toda la población, con objeto de evitar el malestar social que llevó a las sociedades europeas a la segunda guerra mundial. La expresión económica del estado del bienestar es el pacto keynesiano que durante la postguerra pretendía un desarrollo económico equilibrado socialmente así como el pleno empleo.

Estados Unidos¹⁴³. Ambos, al tratar de organizar a los Estados consumidores industrializados en la Agencia Internacional de Energía (AIE), esperaban contrarrestar la fuerza adquirida por la OPEP bajo las nuevas condiciones de mercado del petróleo.

Cabe recordar que la AIE debe su origen al embargo petrolero de 1973. En ese momento Henry Kissinger, Secretario de Estado del gobierno de Estados Unidos, convocó a los Estados industrializados importadores de petróleo a defender sus intereses. El resultado fue el “*Energy Co-ordinating Group*” (ECG), cuyo fin era desarrollar un programa energético de emergencia que atajara la subida de precios.

Años más tarde el organismo se transformó en el actual AIE, organismo autónomo en el marco de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)¹⁴⁴. La idea del gobierno americano era bajar los precios, por lo que se promovió el desarrollo de nuevas fuentes de energía, y además se intentó contrarrestar el poder emergente de la OPEP¹⁴⁵. La idea del gobierno de Estados Unidos era formar una agencia que pudiera controlar el mercado para generar un contrapeso a la OPEP, pero no se logró¹⁴⁶. Entre otros motivos, porque los objetivos económicos que perseguía eran contradictorios; un ejemplo son los costes elevados de las nuevas energías.¹⁴⁷

Para la AIE era necesario preservar la posición de las empresas petroleras multinacionales estadounidenses como proveedoras de los Estados miembros de la OCDE¹⁴⁸. Para ello se llevó a cabo una laboriosa red de alianzas y tratados bilaterales con los Estados pertenecientes a la OPEP

¹⁴³ En retrospectiva, los Estados exportadores de petróleo, a través de embargos selectivos y el alza de los precios, tuvieron más éxito que la Unión Soviética a la hora de infligir daños económicos y políticos a Estados Unidos.

¹⁴⁴ Francia y Noruega se negaron a participar; entre sus argumentos destacan: el interés en mantener una política exterior autónoma en esta materia, así como de las posibles represalias. No fue hasta el año 1992 cuando Francia, al ratificar el Programa Internacional de la Energía, pasó a formar parte de la AIE. Ver: Scott, R. (1994) *The History of the International Energy Agency: The First 20 years 1974-1994*, Vol. I.

¹⁴⁵ Ver: Yergin, D. (1992) *The Prize. The epic quest for oil, Money & power*. Págs. 588-632.

¹⁴⁶ Ver: Vargas, R. (1993) “La seguridad energética estadounidense de los setenta a los noventa”. *Revista Foro Internacional*. Vol. 33, No. 3. Págs. 591-594.

¹⁴⁷ Sobre la influencia del componente tecnológico en la política industrial, consultar: Perez, C. (1986) “Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto”. *Revista Estudios Internacionales*. Núm. 76, La Tercera Revolución Industrial (Octubre-Diciembre 1986), págs. 420-459.

¹⁴⁸ Ver: García, M. y Ronquillo, G. (2005) *Estados Unidos Petróleo y Geopolítica. Las estrategias petroleras como un intento de configuración geopolítica*. Págs. 117-126.

considerados moderados, entre ellos, Venezuela¹⁴⁹, las monarquías del Golfo¹⁵⁰ y Nigeria, con el objeto de poder influir de manera indirecta en el proceso de formación de los precios.

A partir de ese momento la agencia se orientó a otro tipo de labores, entre las que destacan: la compilación de datos, la realización de estudios de prospectiva, la promoción de energías alternativas y la eficiencia energética, y la elaboración de planes de emergencia para compartir la provisión de petróleo¹⁵¹. Bajo este esquema se reafirmaba la primera crisis energética que tuvo serias repercusiones en la economía mundial, especialmente para los Estados subdesarrollados importadores de petróleo, que no sólo tuvieron que hacer frente a una mayor factura petrolera, sino que se vieron afectados por la inflación y recesión de los Estados industrializados¹⁵².

En los años siguientes a la crisis energética, se produjeron muchos desacuerdos en el interior de la OPEP¹⁵³. Sin embargo, los precios fueron ajustados por la organización para adecuarlos a la depreciación del dólar¹⁵⁴.

1.2.3 La formación de precios

¹⁴⁹ Un mayor detalle de la relación entre Estados Unidos y Venezuela se puede consultar, entre otros: Lapper, R. (2006) *Living with Hugo: U.S. Policy Toward Hugo Chávez's Venezuela*; Randall, L. (1987) *The Political Economy of Venezuelan Oil*; Ewell, J. (1996) *Venezuela and the United States: from Monroe's hemisphere to petroleum's empire*.

¹⁵⁰ Nos referimos al término geopolítico con el que se designa a este conjunto de países del Golfo Pérsico, todos ellos países que se gobiernan por monarquías. El más representativo es Arabia Saudí, además de: Kuwait, Emiratos Árabes Unidos, Omán, Qatar y Bahrein países muy ricos a causa de sus yacimientos de petróleo. Para mayor detalle, ver: Garrido, J. (2001) *Cambios socio-políticos en el escenario mundial (1945-2000)*.

¹⁵¹ Al respecto Ónega, M. (2003) comenta: “*Los Estados miembros están obligados a mantener y mejorar los sistemas de la agencia en caso de que sea necesaria una respuesta de emergencia. En particular, la constitución de reservas de petróleo es una de las principales obligaciones que los Estados suscriben en el momento en que entran a formar parte de la AIE, dado que la seguridad energética es uno de los primeros objetivos del organismo*” Ónega, M. (2003) “La AIE y el mantenimiento de las reservas estratégicas de petróleo”. *Revista Economía Exterior*, nº 26. Págs. 188-189.

¹⁵² La crisis derivó en una reestructuración que dio lugar a una transformación industrial, especialmente la industria automotriz, que estaba orientada a lograr con menor requerimiento en el consumo de combustibles

¹⁵³ Los desacuerdos eran por los niveles de precios que debían fijarse. Irán, Venezuela y Arabia Saudita (ceranos a Estados Unidos), se opusieron permanentemente a las propuestas de nuevos ajustes en los precios del petróleo que proponían Libia, Argelia e Irak, no afines a Estados Unidos.

¹⁵⁴ Ver: Parra, E. (2003) *Petróleo y Gas Natural: Industria, Mercados y Precios*.

El precio del crudo tiene como peculiaridad una difícil formación y fijación. Cualquier suceso externo al mercado provoca serias alteraciones, ya que intervienen circunstancias sociopolíticas, además de las específicamente económicas; algunas de ellas lo condicionan de forma coyuntural y otras de forma estructural. En el proceso intervienen múltiples variables, tanto objetivas como subjetivas, y ambas tienen una influencia en la cotización internacional¹⁵⁵.

Iniciamos este apartado con una descripción de los principales crudos de referencia mundiales y con la explicación de los factores fundamentales que determinan el precio final del crudo. Después analizaremos el proceso de la llamada indexación de precios de productos energéticos¹⁵⁶. Trataremos de explicar cómo cualquier variación de precios del crudo incide en los precios finales al consumidor de las distintas energías consumidas.

1.2.3.1 Fijación del precio del petróleo

El precio del barril de crudo constituye una referencia clara en el sistema energético mundial y los movimientos en su cotización afectan a la economía en su totalidad¹⁵⁷.

Podemos agrupar los crudos que se toman como referencia en los mercados internacionales en seis¹⁵⁸ grupos, para establecer sus precios. Sin embargo, la paradoja es que los crudos de referencia que se negocian (*WTI* y *Brent*) son tipo de crudo minoritarios en el comercio de petróleo a escala internacional, a pesar de lo cual son éstos los que marcan los precios en las bolsas de Nueva York y Londres.

¹⁵⁵ Ver: Figueroa, E. (2006) *El comportamiento económico del mercado del petróleo*. Págs. 172-177.

¹⁵⁶ Se trata de la relación existente entre los precios de las distintas energías.

¹⁵⁷ Los mercados petrolíferos muestran un comportamiento volátil. Lograr asegurar el suministro energético muchas veces modifica las tendencias. Los fundamentos que rigen el comportamiento son diversos: el balance de oferta y demanda mundial, la situación geopolítica o la regulación específica del sector, la estructura empresarial o el esquema de costes de los participantes en el mercado. Al respecto ver: Miras, P. (2007) “Los mercados de productos petrolíferos. Una panorámica”. *Revista: Economía industrial*, Núm. 365, págs. 69-78.

¹⁵⁸ Diversos autores sólo mencionan los tres principales: Brent, West Texas Intermediate y Dubai. Un ejemplo es: Palazuelos, E. (2008) *El petróleo y el gas en la geoestrategia mundial*. Págs 439 -474.

- 1) *Brent*: es el tipo de petróleo que se utiliza como referencia en Europa y también para el 65% de las diferentes variedades de crudo, que lo usan para el establecimiento de sus precios. Está compuesto de 15 crudos procedentes de campos de extracción del Mar del Norte y se almacena y carga en la terminal de las Islas Shetland. Es un petróleo de alta calidad. Se cotiza en dólares en el *Intercontinental Exchange* (ICE) de Londres mediante opciones y futuros del Brent¹⁵⁹.
- 2) *Dated Brent*: es el contrato de petróleo del mercado físico, donde se intercambian barriles reales de crudo¹⁶⁰, a diferencia del ICE donde se cotiza el contrato de futuros.
- 3) *West Texas Intermediate* (WTI): es la referencia para el mercado de Estados Unidos. Sus contratos de futuros se cotizan en la *New York Mercantile Exchange* (Nymex). Al igual que en el caso del Brent, al vencimiento del contrato se puede exigir la entrega física o la compensación en metálico.
- 4) *Dubai*: es un crudo que sirve de referencia en Asia. Se cotiza tanto en la *Singapore International Monetary Exchange* (Simex) como en el *Nymex*. A partir de éste se referencian, mediante una prima o descuento, otros crudos de la zona que no cotizan en el mercado¹⁶¹.
- 5) *Arab light*: el yacimiento de este crudo, Ghawar en Arabia Saudita, es el mayor del mundo. Hasta el año 1981 constituyó la referencia mundial para el precio del petróleo, que se fijaba como una prima o descuento sobre esta variedad.
- 6) *Cesta OPEP*: la OPEP fija sus decisiones de política petrolera partiendo de la denominada cesta OPEP, una media aritmética de siete variedades de crudo, por lo que su precio se publica con un día de retraso¹⁶².

¹⁵⁹ Cada contrato de Brent (denominado lote) está compuesto por mil barriles de crudo y aunque al vencimiento del contrato puede exigirse la entrega física de los barriles, lo habitual es el pago en metálico de las diferencias entre el precio de ejecución (del contrato de futuro) y el precio de mercado en el momento del vencimiento del contrato. La variación de su precio es de al menos un centavo de dólar, al alza o a la baja, y no hay límites de fluctuación diaria.

¹⁶⁰ Son para carga inmediata; las transacciones de estos cargamentos no se realizan en un mercado formal, por lo que los precios son estimaciones que elaboran varias empresas tras preguntar las posiciones de oferta y compra a los intermediarios y petroleras.

¹⁶¹ La relevancia de este crudo en los últimos años ha crecido paralelamente a las importaciones de crudo de las economías emergentes Asiáticas, entre las que destaca China.

¹⁶² Las principales variedades de crudo, siguiendo a Scarpellini, Aranda y Zabalza (2008), son: Saharan Blend (Argelia), Minas (Indonesia), Bonny Light (Nigeria), Arab Light (Arabia Saudí), Dubai (Emiratos Árabes Unidos), Tía Juana Light (Venezuela) e Isthmus (México). Ver: Scarpellini, S.; Aranda, A, y Zabalza, I. (2008) *Energías renovables: Introducción a los mercados energéticos*. Pág. 159.

Hay factores comerciales y no comerciales que intervienen en los grandes mercados de petróleo; los primeros son los que están en contacto con el propio producto, es decir, las compañías de petróleo. Los segundos hacen negocio con operaciones financieras vinculadas con las cotizaciones.

En todo caso, los dos tipos generan un volumen de contratos que multiplica por cuatro la demanda real de crudos a lo largo del año, aunque la mayor parte de esos contratos no llega a materializarse en entregas físicas de petróleo. La evolución de las cotizaciones¹⁶³ en estos mercados supone una información relevante de la expectativa de evolución de precios¹⁶⁴.

Los productos derivados del petróleo también se negocian en los mercados internacionales; su precio esta condicionado a partir del precio de su materia prima, aunque existen otros factores que determinan la cotización internacional de los mismos por lo que sus tendencias no siempre son paralelas.

1.2.4 Cambio de precios y crisis

Diversos conflictos se han generado por las crisis de energía que se han presentado en la historia. Podemos decir que en Europa se había creado una fuerte dependencia de crudo externo desde finales de los años 50, en especial de Medio Oriente, que además era pagado en dólares¹⁶⁵. Adelman (2002) comenta que la idea de establecer un precio mundial de petróleo deriva de la aplicación del Plan Marshall, que incluyó entre sus medidas la fijación del precio de venta del crudo del Golfo Pérsico a Europa¹⁶⁶.

Pero el bajo precio del crudo en esos años, y el fuerte crecimiento de la motorización y del transporte por carretera, además del impulso de la industria petroquímica, generaron que Estados Unidos y Japón fueran los más lastimados en las crisis de los setenta y principios de los ochenta.

¹⁶³ Las cotizaciones de futuro más altas que las de los mercados físicos adelantan precios que serán al alza y al contrario, precios de futuro más bajos que la cotización al contado predicen bajadas de los mercados.

¹⁶⁴ Ver: Figueroa, E. (2006) *El comportamiento económico del mercado del petróleo*.

¹⁶⁵ Desde los años cincuenta, con la construcción de la Comunidad Económica Europea (CEE) y la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA), se establece en común la política de extracción y reparto del carbón en la industria básica siderúrgica, que era la base de muchos procesos productivos.

¹⁶⁶ Ver: Adelman, M. (2002) "World oil production & prices 1947-2000". *Revista: The Quarterly Review of Economics and Finance*. Págs. 169-191.

Estados Unidos se vio afectado por la crisis de energía de los años setenta, sobre todo porque su dependencia del crudo exterior se acentúa en ese periodo, ya que tiene una bajada en su producción, derivada del agotamiento de sus pozos, que genera un déficit comercial. Sin embargo, fue capaz de desvincular el precio del petróleo interno del de los mercados mundiales, debido a la capacidad de extracción doméstica, lo que le dio una ventaja importante de costes a su industria.

En las décadas de los ochenta y noventa del siglo XX se experimentará una caída continuada de los precios del crudo¹⁶⁷. Esa caída de los precios va a activar otra vez el crecimiento económico mundial, junto con la expansión de la urbanización, la motorización y el acceso masivo a los medios de transporte terrestres, marítimos y aéreos, además de la propagación de la agricultura industrializada a muchos países del mundo, incluidos muchos agroexportadores.

Este cambio a la baja en los precios se debió principalmente a nuevas prospecciones, extracciones y construcción de oleoductos, importantes inversiones impulsadas desde Occidente para diversificar sus fuentes de abastecimiento, que incrementaron sustancialmente la capacidad de aprovisionamiento en nuevas regiones petroleras del mundo¹⁶⁸.

Un ejemplo de lo anterior son los desarrollos que se produjeron, entre otros, en el Mar del Norte, el Golfo de Guinea y el Golfo de México. Esta nueva oleada extractora provocó una disminución en la capacidad de la OPEP de control del mercado del crudo. Intentó, mediante cuotas de extracción impuestas a sus socios, influir en el precio internacional¹⁶⁹. Sin embargo, muchos de sus miembros no cumplieron estas cuotas, y, de hecho, se produjo un excedente de hasta 10 millones de barriles diarios, por lo que el precio del petróleo cayó de forma dramática, perjudicando con ello a todos los exportadores¹⁷⁰.

¹⁶⁷ Con excepción del repunte del precio en 1991, motivado por la primera Guerra del Golfo, el precio llegó en 1998 hasta 8 dólares el barril, menos que el precio en los sesenta, si se descuenta la inflación.

¹⁶⁸ Para más detalle, ver: Gately, D.; Adelman, M. y Griffin, J. (1986) "Lessons from the 1986 oil price collapse". *Revista Brookings Papers of Economic Activity* Núm. 2. Págs. 237-284.

¹⁶⁹ Ver: Gault, J.; Spierer, C.; Bertholet, L. y Karbassioun, B. (1999) "How does OPEC allocate quotas?" *Journal of Energy Finance and Development*. Vol. 4. Núm. 2. Págs.137-148.

¹⁷⁰ Ver: Merino, P. (2006) "La OPEP en el Siglo XXI". En ¿Un Mundo sin Petróleo? Dossier *La Vanguardia*.

En los noventa se produce la caída de los países del Este Europeo, con el desplome de la URSS. Esto ocasionó que la capacidad de producción industrial se desplomara del orden de un 50%, generando una crisis, lo que derivó en un brusco retraimiento del consumo de petróleo, aumentando la oferta mundial de crudo. La URSS abrió la industria del petróleo a las compañías occidentales, con el fin de atraer inversión y tecnología. El precio del petróleo en esa década siguió cayendo, a pesar de la fuerte expansión económica mundial fuera de esa región¹⁷¹.

No podemos dejar de mencionar las políticas del Consenso de Washington que impulsarían la privatización de empresas y recursos petroleros en diversos países. La región en la que se dan principalmente estos cambios es América Latina con la empresa española Repsol, que a su vez viene del proceso privatizador de la Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos Sociedad Anónima (CAMPSA)¹⁷², empresa que logró tener el control de importantes reservas de petróleo y gas.

En la época se realizarían un gran número de fusiones¹⁷³ y adquisiciones con el fin de aumentar sus reservas, sin realizar nuevas prospecciones e inversiones y reduciendo su plantilla; así lograron incrementar sus beneficios y cotización bursátil, a pesar de los bajos precios del petróleo en esa época¹⁷⁴.

En los últimos años se ha diluido el poder de control de las enormes empresas petroleras occidentales, que, de hecho, controlan menos reservas petroleras. En la actualidad tienen bajo su control alrededor del 10% de las

¹⁷¹ Un ejemplo del crecimiento económico fuera de la región es el gigante Asiático: China. En los años 90 empezó a importar petróleo del resto del mundo, ya que es incapaz de autoabastecer su fuerte demanda energética. Ver: Heinberg, R. (2006) *Se Acabó la Fiesta. Guerra y Colapso Económico en el Umbral del Fin de la Era del Petróleo*.

¹⁷² Fue una empresa española creada en 1927 gracias a la Ley del Monopolio de Petróleos de 1927. Su función era administrar la concesión del monopolio estatal de petróleo. Originalmente era una empresa mixta con participación minoritaria del Estado. Debido a las exigencias antimonopolísticas impuestas por la CEE fue disuelta en 1992, y se distribuyeron sus activos entre las diversas petroleras que en aquel momento operaban en el mercado español en función de su cuota de presencia en el mismo: Repsol, Cepsa y BP, principalmente.

¹⁷³ Ejemplos de estas fusiones son: Exxon-Mobil, Chevron-Exxon, Total-Fina-Elf, Conoco-Phillips, BP-Amoco.

¹⁷⁴ Ver: Vega Navarro, A. (1999) *La Evolución del Componente Petrolero en el Desarrollo y la Transición de México*. UNAM. Programa universitario de energía. México. Pág. 257. Además: Ramiro, P.; González, E. y Pulido, A. (2007) *La Energía que Apaga Colombia*. Icaria. Barcelona. Así como: Gavaldá, M. (2003) *La Recolonización. Repsol en América Latina: Invasión y Resistencias*. Icaria. Barcelona.

reservas petroleras mundiales. En contrapartida, las empresas petroleras estatales¹⁷⁵ controlan el 90% restante. Recordemos que la proporción era más o menos a la inversa al finalizar la Segunda Guerra Mundial.

Las grandes petroleras occidentales cuentan con una mayor tecnología y controlan las refinerías y las redes de distribución. Por eso las petroleras estatales, de la OPEP o de fuera de ella, dependen de ellas¹⁷⁶. Se ven obligadas a importar los productos refinados a costes de mercado, que es donde se sitúan los principales beneficios de las grandes empresas petroleras no estatales¹⁷⁷.

Muchas empresas petroleras, principalmente las europeas (Shell, BP, Total-Fina-Elf, etc.), han diseñado campañas de lavado de imagen¹⁷⁸. La intención es que sean percibidas como empresas “verdes”, ya que muchas de ellas han entrado en conflicto con grupos sociales. Además, una mejora en su imagen corporativa coincide con la progresiva incursión en el campo de las energías renovables¹⁷⁹. Por su parte, algunas de las petroleras estadounidenses no han cambiado su imagen corporativa y, en concreto, la Exxon Mobil está detrás de campañas de desacreditación respecto del Cambio Climático¹⁸⁰.

1.2.5 ¿El petróleo se acaba?

¹⁷⁵ De países que forman parte de la OPEP y también los que no, como: Rusia, China, India. México, Malasia.

¹⁷⁶ Los industrializados defienden los intereses de sus petroleras a través de los mecanismos de propiedad intelectual en el marco de la OMC, y los fomentan a través de ayudas a la I+D+i; por eso las grandes petroleras occidentales tienen una tecnología punta indispensable para la exploración de los nuevos yacimientos, que se localizan en ubicaciones cada vez de más difícil acceso, o para abordar la explotación del llamado crudo pesado o no convencional.

¹⁷⁷ Ver: Palazuelos, E. (2009) *La situación petrolera actual: jugadores, espacios y mecanismos de intercambio*. DT.64. Real Instituto Elcano. España.

¹⁷⁸ Imagen afectada por desastres ambientales, así como por conflictos políticos como el asesinato del exmandatario nigeriano. Al respecto ver: Navarro, R. (1996) “La declaración de Nangbeto el asesinato de Ken Saro Wiwa. UNAD DE PAZ”- *Revista Ecología Política* Núm. 11. Icaria. Barcelona. Así como: *Shell pagará 11 millones de euros por abusos en Nigeria*. EL PAIS. 9 jun 2009.

¹⁷⁹ El ejemplo es el de la *British Petroleum*, que ha realizado campañas de marketing bajo el lema de *Beyond Petroleum* (Más Allá del Petróleo), y que ha llegado a convertirse en una de las principales empresas de energía solar a escala mundial. Así pues, algunas petroleras occidentales intentan controlar también el potencial de negocio existente en el campo de las renovables, impulsando megaproyectos.

¹⁸⁰ Ver: Sintés, M. (2007) “La Conjura de los Sucios”. En *Revista Ecologista*, Núm. 52. España.

En la segunda mitad del siglo XX, por un lado se multiplica por 8 la demanda mundial de crudo; por otro, se da énfasis a la extracción del gas natural, por ser un combustible con menor impacto ambiental¹⁸¹.

Se puede decir que la base de la expansión y proyección geográfica del capitalismo global ha sido el petróleo, aunque no el único elemento: la energía nuclear ha realizado la misma labor. Ambas han posibilitado un enorme crecimiento de la población mundial (se cuadruplicó a lo largo de todo el siglo XX). Sin embargo, ese proceso de crecimiento del flujo energético mundial parece que está llegando a su fin.

El supuesto anterior tiene su fundamento en la teoría del pico de Hubbert¹⁸², también conocida como cenit del petróleo, pico o agotamiento del petróleo. Es una teoría que utiliza la tasa de agotamiento a largo plazo del petróleo, así como de otros combustibles fósiles¹⁸³. La teoría predice, mediante modelos matemáticos, que una vez que la producción mundial de petróleo llegue a su punto más alto decaerá tan rápido como creció, resaltando el hecho de que el factor limitador de la extracción de petróleo es la energía requerida y no su coste económico.

La teoría es ampliamente aceptada entre la comunidad científica y la industria petrolera. El debate no se centra en si existirá un pico del petróleo sino en cuándo ocurrirá, ya que es evidente que el petróleo es un recurso finito y no renovable en escalas cortas de tiempo, por lo que en un momento u otro se llegará al límite de extracción. Esto depende de los posibles descubrimientos de nuevas reservas, del aumento de eficiencia de los yacimientos actuales, de la extracción profunda o de la explotación de nuevas formas de petróleo no convencionales.

¹⁸¹ El gas natural, al entrar en combustión, produce menores emisiones de CO₂, por unidad de energía, así como menores emisiones de óxidos de azufre y de nitrógeno.

¹⁸² Hubbert es un geofísico que diseñó un modelo matemático que predice el nivel de extracción del petróleo a lo largo del tiempo. Según su teoría, la extracción de un pozo cualquiera sigue una curva con un máximo; llegados a ese punto, cada barril de petróleo, progresivamente, se hace más caro de extraer hasta que la producción deja de ser rentable al necesitarse gastar más cantidad de crudo que el que se obtiene al extraerlo. Para más detalle ver: Rogers, J. (2009) *El Boom de las Materias Primas*. Edición original: *Hot Commodities*. Edición castellana, Valor Editions. Barcelona. Págs. 118-120.

¹⁸³ La teoría de Hubbert se ha aplicado para otros recursos fósiles como el gas natural, el carbón o aceites no-convencionales. Ver: Bermejo, R. (2008) *Un Futuro Sin Petróleo: Colapsos y Transformaciones Socioeconómicas*. Centro de investigaciones para la paz. Págs. 87-106.

El año exacto del cénit aún no ha sido establecido con precisión, si bien la Agencia Internacional de la Energía (AIE) hizo público, en noviembre de 2010, que la producción de petróleo crudo estaba en su pico máximo¹⁸⁴. Sin embargo, algunos niegan que los recursos fósiles sean finitos¹⁸⁵ y que haya que buscar energías alternativas.

La mayoría de los especialistas argumentan que el pico no ocurrirá tan pronto y que la forma del pico podría ser irregular y extenderse en vez de decrecer rápidamente, como vaticina la teoría de Hubbert. Esta idea se basa en los fallos de información, así como en el hecho de que en cualquier modelo matemático la precisión en la predicción está limitada por las variables introducidas. Si variables como el consumo se han estimado incorrectamente, entonces la estimación dará resultados erróneos¹⁸⁶.

Sobre el tema hay especialistas agrupados en organizaciones como la Asociación para el Estudio del Pico del Petróleo y el Gas (ASPO)¹⁸⁷, fundada por el geólogo Colin Campbell, que predijo que el pico mundial de producción sucedería en torno al año 2010. Para ello se basó en información sobre las reservas petrolíferas conocidas y sobre la tecnología disponible, pero su fallo radica en la información.

¹⁸⁴ En la prensa internacional se puede recoger, entre otros: “Is ‘Peak Oil’ Behind Us?”. *The New York Times*. November 14, 2010. Disponible en: <http://green.blogs.nytimes.com/2010/11/14/is-peak-oil-behind-us/?partner=rss&emc=rss> y “Has the World Already Passed ‘Peak Oil’?”. *National Geographic News*. November 9, 2010 disponible en: <http://news.nationalgeographic.com/news/energy/2010/11/101109-peak-oil-iea-world-energy-outlook/>

¹⁸⁵ La hipótesis que sustenta que los recursos fósiles no son finitos se basa en la teoría abiótica que sugiere que una gran cantidad de hidrocarburos hallados en el petróleo pueden ser generados por procesos abiogénicos. Estos hidrocarburos pueden emigrar fuera del manto hacia la corteza terrestre hasta escapar a la superficie o permanecer atrapados por estratos impermeables, formando yacimientos de petróleo.

¹⁸⁶ En 1971, Hubbert usó las estimaciones de las reservas mundiales de crudo para predecir el pico global del petróleo. Echó mano tanto de las previsiones más optimistas como de las más pesimistas del momento, lo que le situó el pico entre 1995 y el año 2000. Dado que la predicción resultó ser errónea, han debido ocurrir otros factores imprevisibles que hayan retrasado la aparición del pico. Uno de estos factores sería la crisis energética de 1973, en la cual disminuyeron drásticamente los suministros de crudo, lo que se tradujo en una escasez que condujo a reducir el consumo. La crisis energética de 1979 y el pico en el precio del barril en 1990, motivado por la primera Guerra del Golfo, fueron similares, pero tuvieron efectos menos graves sobre los suministros. Por lo que respecta a la demanda, las recesiones en los 80 y los 90 redujeron también la demanda de consumo de crudo. Todos estos efectos teóricamente habrían sido los causantes del retraso del pico del petróleo.

¹⁸⁷ ASPO fue fundada por Colin Campbell en 2000 con Jean Laherrere, un geólogo de petróleos con quien escribió un influyente artículo científico en la publicación *Scientific American* en 1998 titulado “El fin del petróleo barato”. La ASPO es la organización más relevante que apoya la teoría del Pico del petróleo. Su página es: <http://www.peakoil.net/>.

En años recientes el consumo ha alcanzado la cifra de 25.000 millones de barriles anuales; respecto a los nuevos descubrimientos petrolíferos la cifra ha disminuido hasta los 8.000 millones de barriles anuales. La tendencia, según la información pública, es totalmente insostenible, ya que por un lado hay un incremento en el consumo y, por otro, una disminución en los nuevos pozos encontrados.

Al respecto, pero con una lectura más suavizada, el Departamento de Estudios Geológicos de Estados Unidos (USGS)¹⁸⁸, estimó que hay suficiente petróleo para continuar con los niveles de extracción actuales. Sus análisis sugieren unos 50 o 100 años más¹⁸⁹. En el año 2000 el USGS realizó un conocido estudio global sobre el estado de las reservas de crudo, en el que predijo la llegada del pico del petróleo en torno al año 2037.

El mayor número de yacimientos productivos se habían encontrado durante los años 60 del siglo XX, y desde entonces los nuevos descubrimientos han ido decreciendo. De hecho, de cada cinco barriles de crudo que consumimos cuatro corresponden a antiguos yacimientos y tan solo uno corresponde a los nuevos.

En Estados Unidos el tiempo que pasó entre el periodo en que se encontraron las mayores reservas y su respectivo *cénit* fue de unos 40 años de duración. Según estas experiencias se cree que estamos en una situación similar, pero a escala mundial¹⁹⁰.

Esta teoría muestra una situación en la que ya habríamos consumido las reservas (convencionales) de las que el planeta disponía, y nos quedaría por explotar las entrañas de la Tierra. Habríamos agotado pues la primera mitad del petróleo convencional, la de mayor calidad, la más accesible y barata, y nos quedaría por consumir la segunda restante, la de peor calidad y de mayor coste económico, tecnológico y energético, así como social y ambiental¹⁹¹.

¹⁸⁸ Por sus siglas del inglés. *United States Geological Survey* es una agencia científica del gobierno de Estados Unidos de América. Los científicos del USGS estudian el terreno de Estados Unidos, sus recursos naturales y los peligros naturales que lo amenazan. La agencia tiene 4 disciplinas científicas mayores concernientes a biología, geografía, geología e hidrología.

¹⁸⁹ Disponible en: <http://energy.usgs.gov/GeneralInfo/ScienceCenters/Central.aspx>.

¹⁹⁰ Ver: Heinberg, R. (2006) *Se Acabó la Fiesta. Guerra y Colapso Económico en el Umbral del Fin de la Era del Petróleo*.

¹⁹¹ Ver: Sempere, J. y Tello, E. (2007) *El Final de la ERA del Petróleo Barato*. Págs. 21-29.

1.3 Ubicación geográfica y reservas

En este apartado se pretende profundizar en el tema de la oferta y demanda actual de crudo, por su importancia en la industria energética. Para ello se analizarán las reservas, la producción y el consumo del petróleo, así como su localización geográfica.

1.3.1 Recursos y reservas

Anteriormente se ha detallado lo que entendemos por recurso; ahora comentaremos las reservas, siguiendo a d'Entremont: el concepto parte de la realidad de la existencia de recursos y añade su identificación precisa y medida en un lugar dado y en un momento determinado¹⁹². Para entrar en materia nos referimos a reservas petroleras como la cantidad total de dicho elemento que sabemos que está presente en la corteza terrestre¹⁹³.

De lo anterior se desprende que por recurso se entiende todo el crudo que existe y ha existido en el planeta. Por consiguiente, el crudo que ha sido extraído y consumido en el pasado forma parte de los recursos totales. De ellos sólo una parte podrá ser extraída en el futuro próximo y conforma lo que se denomina como últimos recursos recuperables (URR)¹⁹⁴.

Finalmente, reservas son aquella fracción conocida de los recursos totales que puede ser extraída con las técnicas actuales y a un precio razonable. Lógicamente, los conceptos de reservas y URR no son una cantidad fija, puesto que depende de las restricciones geológicas pero, por supuesto, depende también de la evolución de los factores tecnológicos y económicos.

Las estimaciones que se realizan sobre las reservas de cualquier elemento natural, y del petróleo en concreto, cuentan con inexactitudes derivadas de la

¹⁹² Es decir, se trata de la cantidad de recursos de los que se sabe que se dispone independientemente de la existencia o no de más fuentes de recursos. Para más detalle ver: d'Entremont, A. (2012) *Apuntes de Geografía Humana*.

¹⁹³ Para una amplia explicación, ver: Barbosa, F. (2000) *Exploración y reservas de hidrocarburos en México*. UNAM. México. Así como la versión oficial de PEMEX en: Ceballos, J. (1999) *Prefacio a las Reservas de Hidrocarburos de México*. Director de Pemex Exploración y Producción.

¹⁹⁴ Dado el elevado grado de incertidumbre sobre el futuro, los escenarios basados en diferentes supuestos deben verse no como previsiones, sino simplemente como escenarios de agotamiento. Al respecto consultar: Salaet, S. y Roca, J. (2010) "Agotamiento de los combustibles fósiles y emisiones de CO₂. Algunos posibles escenarios futuros de emisiones". *Revista Galega de Economía*. Vol. 19. Núm. 1.

falta de un organismo internacional responsable de la evolución de las mismas. Además las reservas de petróleo se encuentran en manos de los productores de crudo, empresas privadas y públicas, que guardan sigilosamente cualquier información referente a sus yacimientos.

1.3.2 Clasificación de las reservas

La terminología utilizada para la clasificación del petróleo y de sus reservas ha sido motivo de muchos estudios y discusiones. Sin embargo, existe una iniciativa por estandarizar la terminología de reservas que comenzó en 1935 cuando el Instituto Americano del Petróleo (API), consideró oportuno definir y clasificar las reservas en diferentes categorías.

La evolución tecnológica ha proporcionado métodos más precisos para determinar los volúmenes de reservas y ha intensificado la necesidad de una nomenclatura entre los profesionales. En este sentido podemos mencionar los esfuerzos de dos instituciones que han sido referentes en el tema, como son la Sociedad de Ingenieros del Petróleo (SPE) y el Congreso Mundial del Petróleo (WPC), instituciones que han elaborado conceptos similares para las distintas definiciones. Estas definiciones se han convertido en los estándares más utilizados para clasificar reservas en la industria.

Con el tiempo se pensó que ambas organizaciones podrían combinar las definiciones en un solo conjunto para que pudieran ser usadas por la industria mundial¹⁹⁵. Para ello, establecieron los siguientes principios:

- 1) Las definiciones son consideradas como guías estándares y generales para la clasificación de las reservas de petróleo. Con ello, los datos deben permitir la comparación.
- 2) Las definiciones de reservas no son de uso obligatorio ni los países y organizaciones deberían fomentar su uso.
- 3) Se pueden usar técnicas matemáticas a medida que se requieran y cada país, fijará el criterio exacto para el término “certeza razonable” de la existencia de reservas de petróleo. No se excluyen métodos de cálculo; sin embargo,

¹⁹⁵ En el Congreso Mundial del Petróleo de 1994 se reconoció que las revisiones de las definiciones requerirían la aprobación del respectivo Comité de Directores y que el esfuerzo para establecer una nomenclatura universal debería ser incrementado. Según eso se presentaron una serie de principios sobre los cuales deberían estar basadas las definiciones y estimaciones de reservas. Los resultados de las reuniones fueron publicados en enero de 1996 en la SPE (*Journal of Petroleum Technology*) y en junio de 1996 en *WPC Newsletter*.

si se utilizan métodos probabilísticos, la elección de los porcentajes debe ser claramente establecida.

- 4) Las definiciones propuestas se aplican sólo a acumulaciones descubiertas de hidrocarburos y a sus depósitos asociados potenciales.
- 5) Las reservas probadas de petróleo deben estar basadas en condiciones económicas actuales, incluyendo todos los factores que afectan la viabilidad de los proyectos.
- 6) Las reservas probables y posibles pueden estar basadas en desarrollos anticipados y/o la extrapolación de las condiciones económicas actuales.
- 7) Las definiciones de reservas de petróleo no son estáticas y evolucionarán.

El esfuerzo realizado pretende que la terminología sea lo más cercana al uso común, con la idea de minimizar el impacto. No intenta ser un sistema preciso de definiciones y procedimientos de evaluación para satisfacer todas las situaciones¹⁹⁶. Los datos derivados de estas definiciones dependen de la integridad, el conocimiento y el juicio del evaluador y son afectados por la complejidad geológica, etapa de desarrollo y grado de agotamiento de las reservas (también llamado depletación).

Las reservas son las cantidades de petróleo que se considera que pueden ser recuperadas comercialmente a partir de acumulaciones conocidas a una fecha futura. Todos los estimados de reservas involucran algún grado de incertidumbre. La incertidumbre depende principalmente de la cantidad de datos de ingeniería y geología, confiables y disponibles a la fecha del estimado, y de la interpretación de estos datos. El grado relativo de incertidumbre aplicado empieza por colocar las reservas en una de las dos clasificaciones principales, ya sea probadas o no-probadas. Las reservas no-probadas son menos ciertas que las probadas a ser recuperadas y pueden ser sub-clasificadas como reservas probables y posibles, para denotar progresivamente el incremento de la incertidumbre en su recuperación.

La estimación de las reservas necesariamente se efectúa bajo condiciones de incertidumbre. El método de estimación es llamado “determinístico” si se obtiene un solo valor para el mejor estimado de reservas, basado en el conocimiento geológico y de ingeniería y datos económicos. El método de estimación es llamado “probabilístico” cuando el conocimiento geológico y de ingeniería y los datos económicos son usados para generar un rango de estimados de reservas y sus probabilidades asociadas. La identificación de

¹⁹⁶ Las definiciones propuestas en conjunto no representan un cambio significativo respecto a las definiciones anteriores. Se espera que la terminología recomendada alcance una mejor consistencia a través de la industria internacional.

las reservas como probadas, probables y posibles ha sido el método mas frecuente y proporciona una indicación de la probabilidad de la recuperación. Debido a la diferencia en la incertidumbre, se debe tener cuidado cuando se suman reservas de diferente clasificación.

Los estimados de reservas serán revisados a medida que se cuente con datos adicionales y disponibles de geología e ingeniería, o cuando ocurran cambios en las condiciones económicas. Las reservas no incluyen cantidades de petróleo mantenidas en inventarios, y si se requieren para un reporte financiero, pueden ser disminuidas en el volumen correspondiente a uso propio o pérdidas por procesamiento.

Las reservas pueden ser atribuidas a las que pueden ser producidas por energía natural del reservorio o por la aplicación de métodos de recuperación mejorada. Los métodos de recuperación mejorada incluyen a todos los métodos que suministran energía adicional a la energía natural, o que alteran las fuerzas naturales en el reservorio para incrementar la recuperación final. Ejemplos de tales métodos son: el mantenimiento de presión, el reciclado, la inyección de agua, los métodos térmicos, la inyección de químicos y el uso de fluidos de desplazamiento miscible e inmisible. Otros métodos de recuperación mejorada pueden ser desarrollados en el futuro, a medida que la tecnología de la industria del petróleo evolucione.

1.3.2.1 Reservas probadas

Las reservas probadas son las cantidades de petróleo que, por análisis de datos de geología e ingeniería, se estimada con “certeza razonable” que serán recuperables comercialmente, a partir de una fecha dada, de reservorios conocidos y bajo las actuales condiciones económicas, métodos de operación y regulaciones. Las reservas probadas pueden ser subdivididas en desarrolladas y no desarrolladas.

Si se emplea el método determinístico, el término “certeza razonable” quiere decir que se considera con un alto grado de confianza que las cantidades serán recuperadas. Si se emplea el método probabilístico, debe existir al menos un 90% de probabilidad de que las cantidades a ser recuperadas serán iguales o excederán al estimado.

El establecimiento de condiciones económicas actuales debe incluir los precios históricos del petróleo y los costos asociados, y pueden involucrar un promedio para determinado período que debe ser consistente con el propósito del estimado de reservas, obligaciones contractuales, procedimientos corporativos y regulaciones requeridos en el reporte de reservas.

En general, las reservas son consideradas probadas si la producción comercial futura del reservorio está apoyada en pruebas de formación o producción actuales. En este contexto, el término probado se refiere a las actuales cantidades de reservas de petróleo y no a la productividad de un pozo o reservorio. En ciertos casos, las reservas probadas pueden ser asignadas sobre la base de registros de pozos y/o de análisis de núcleos que indican que el reservorio contiene hidrocarburos y es análogo a reservorios en la misma área donde están produciendo o han demostrado que son factibles de ser producidos sobre la base de pruebas de formación.

El área de un reservorio considerado con reservas probadas incluye:

- 1) El área delimitada por la perforación y definida por los contactos de fluidos, y
- 2) El área no perforada del reservorio, que puede razonablemente ser considerada como productiva comercialmente sobre la base de datos de geología e ingeniería disponibles.

En la ausencia de datos sobre contacto de fluidos, la ocurrencia de hidrocarburos en el nivel mas inferior (LKO-*lowest known occurrence*-) controla los límites probados a menos que existan datos definitivos de geología, ingeniería y de comportamiento productivo que indique lo contrario.

Las reservas pueden ser clasificadas como probadas si las facilidades para procesar y transportar las reservas hacia un mercado están en operación a la fecha del estimado o si existe una razonable expectativa de que tales facilidades serán instaladas.

Las reservas en áreas no desarrolladas pueden ser clasificadas como probadas no desarrolladas, si cumplen:

- 1) Las ubicaciones han mostrado producción comercial en la formación objetivo,
- 2) Es razonablemente cierto que tales ubicaciones están dentro del límite productivo conocido como probado para la formación objetivo,
- 3) Las ubicaciones están acorde con la regulación existente que se refiere al espacio que debe existir entre otras ubicaciones, y
- 4) Es razonablemente cierto que las ubicaciones serán desarrolladas. Las reservas para otras ubicaciones son clasificadas como probadas no desarrolladas sólo cuando la interpretación de los datos de geología e ingeniería de los pozos cercanos indican con certeza razonable que la formación objetivo es lateralmente continua y contiene petróleo comercialmente recuperable.

Las reservas que se consideran para ser producidas a través de la aplicación de métodos establecidos de recuperación mejorada son incluidas en la clasificación de probadas cuando:

- 1) La prueba exitosa de un proyecto piloto o respuesta favorable de un programa instalado en el mismo o en un reservorio análogo con similares propiedades de roca y fluido, proporcionan soporte para el análisis sobre el cual esta basado el proyecto, y,
- 2) Es razonablemente cierto que el proyecto será ejecutado.

Las reservas a ser recuperadas por métodos de recuperación mejorada que tienen todavía que ser establecidos a través de aplicaciones comerciales exitosas son incluidas en la clasificación de probadas sólo:

- 1) Después de una favorable respuesta de producción de otro reservorio similar que es representativo, o un programa instalado donde la respuesta proporciona soporte para el análisis sobre el cual está basado el proyecto, y
- 2) Es razonablemente cierto que el proyecto será ejecutado.

1.3.2.2 Reservas no probadas

Las reservas no probadas están basadas en datos de geología y/o ingeniería, similares a los usados en el estimado de las reservas probadas, pero incertidumbres técnicas, contractuales, económicas o de regulación hacen que estas reservas no sean clasificadas como probadas. Las reservas no probadas pueden ser subclasificadas como probables y posibles.

Las reservas no probadas pueden ser estimadas asumiendo condiciones económicas futuras diferentes a las vigentes en la fecha del estimado. El efecto de posibles mejoras futuras en las condiciones económicas y en el desarrollo tecnológico puede ser expresado por una clasificación apropiada de las cantidades de reservas en probables y posibles.

1.3.2.3 Reservas probables

Las reservas probables son las reservas no probadas cuyos análisis de datos de geología e ingeniería sugieren que son menos ciertas que las probadas. En este contexto, cuando se usen métodos probabilísticos, debe existir al menos una probabilidad del 50% de que la cantidad a ser recuperada será igual o excederá a la suma del estimado de reservas probadas más las probables¹⁹⁷.

En general, las reservas probables pueden incluir:

- 1) Reservas que se anticipaban como probadas por perforación, pero el control del subsuelo es inadecuado para clasificar estas reservas como probadas,
- 2) Reservas en formaciones que parecen ser productivas y están basadas en características de perfiles eléctricos, pero de las que faltan datos de núcleos o pruebas definitivas y que no son análogas a reservorios en producción o reservorios probados existentes en el área,
- 3) Reservas incrementales que se atribuyen a perforación de interubicaciones

¹⁹⁷ Siguiendo a Parra (2003) entendemos que este tipo de reservas requieren de una confirmación más avanzada, por ello deben superar el 50% de probabilidad. Ver: Parra, E. (2003) *Petróleo y gas natural: Industria, mercados y precios*. Akal. Madrid. Pág. 63.

que podrían ser clasificadas como probadas si el espaciamiento reducido hubiera sido aprobado a la fecha del estimado,

- 4) Reservas que se atribuyen a un método de recuperación mejorada que ha sido establecido por una repetida aplicación comercial exitosa, cuando un proyecto o piloto está planeado, pero no en operación, y cuando las características de reservorio, fluido y roca aparecen como favorables para una aplicación comercial,
- 5) Reservas en un área donde la formación parece estar separada del área probada por fallamiento y en la que la interpretación geológica indica que el área objetivo está estructuralmente más alta que el área probada.,
- 6) Reservas atribuibles a un futuro reacondicionamiento, tratamiento, re-tratamiento, cambio de equipo u otro procedimiento mecánico, donde tal procedimiento no ha sido probado exitosamente en pozos que muestran similar comportamiento en reservorios análogos, y
- 7) Reservas incrementales en reservorios probados donde una interpretación alternativa de los datos de comportamiento o volumétricos indica reservas mayores a las que fueron clasificadas como probadas.

1.3.2.4 Reservas posibles

Las reservas posibles son las reservas no probadas cuyos análisis de los datos de geología e ingeniería sugieren que son menos ciertas para ser recuperadas que las reservas probables. En este contexto, cuando se utilicen métodos probabilísticos, debe existir al menos una probabilidad de 10% de que las cantidades a ser recuperadas serían iguales o excederían la suma de las reservas probadas más probables y más posibles.

En general, las reservas posibles pueden incluir:

- 1) Reservas que, basadas en interpretaciones geológicas, podrían existir más allá del área clasificada como probable,
- 2) Reservas en formaciones que parecen contener petróleo, basándose en análisis de núcleos y registros, pero que pueden no ser productivas a efectos comerciales.,
- 3) Reservas incrementales atribuidas a perforación infill que están sujetas a incertidumbre técnica.
- 4) Reservas atribuidas a métodos de recuperación mejorada cuando:
 - (a) Un proyecto piloto está planeado, pero no en operación;

- (b) Las características de reservorio, roca y fluido son tales que existe una duda razonable de que el proyecto será comercial, y
- 5) Reservas en un área donde la formación parece estar separada del área probada por fallas o errores en la interpretación geológica, lo que indica que el área objetivo está estructuralmente más baja que el área probada.

1.3.2.5 Categorías de reservas por estatus

Las categorías de reservas por estatus definen a los pozos y reservorios por su estatus de producción y desarrollo.

- 1) Desarrolladas: las reservas desarrolladas se espera que sean recuperadas de pozos existentes incluyendo reservas detrás del *casing* (*behind pipe*). Las reservas por recuperación mejorada son consideradas desarrolladas sólo después de que el equipo necesario ha sido instalado o cuando los costos anticipados son relativamente menores. Las reservas desarrolladas pueden ser subcategorizadas como en producción y en no-producción.
- 2) En producción: las reservas subcategorizadas como “en producción” se espera que sean recuperadas de intervalos completados que están abiertos y produciendo en la fecha del estimado. Las reservas por recuperación mejorada son consideradas “en producción” sólo después de que el proyecto de recuperación mejorada está en operación.
- 3) En no-producción: las reservas sub-categorizadas como “en no-producción” incluyen las taponadas o cerradas (*shut-in*) y detrás del *casing* (*behind-pipe*).
- 4) Las reservas de intervalos taponados o cerrados se espera que sean recuperadas de (a) intervalos a completar que están abiertos a la fecha del estimado, pero que no han empezado a producir, (b) pozos que fueron cerrados por condiciones de mercado o conexiones a oleoductos, o (c) pozos no capaces de producir por razones mecánicas. Las reservas detrás del *casing* (*behind-pipe*) se espera que sean recuperadas de zonas en pozos existentes, que requerirán trabajos de completar adicional o futura re-completar antes de iniciar a producir.

Reservas no desarrolladas: las reservas no desarrolladas se espera que sean recuperadas:

- 1) De pozos nuevos sobre áreas no perforadas;
- 2) De la profundización de los pozos existentes a un reservorio diferente;
- 3) Donde hay que completar un pozo o instalar facilidades de transporte y producción para proyectos de recuperación primaria o mejorada.

Es preciso mencionar que, según datos de la OPEP en sus estimaciones del 2014, del total de reservas mundiales (1,492 billones de barriles) el 81% se encuentra en países miembros de la OPEP. Con estos datos, el país con mayores reservas es Venezuela con 299,95 billones de barriles, le sigue Arabia Saudita con 266,58 billones de barriles, lo que supone, aproximadamente, el 45% mundial entre ambos¹⁹⁸.

En el caso de los países no miembros de la OPEP con mayores reservas, el primero de este grupo es Canadá con 173,9 billones de barriles, seguido por la Federación Rusa con 87,2 billones de barriles, según el informe de BP del 2013. Con estos datos, Estados Unidos no formaría parte de los primeros diez países¹⁹⁹. Sin embargo, en las estimaciones de *USGS World Assessment* del 2012, el cálculo de reservas a escala mundial es más del doble. Por tanto las cifras dependerán de la metodología, fecha y fiabilidad que cada informe puede aportar²⁰⁰.

Como se ha comentado, las reservas no son estáticas, sino que aumentan con el nivel de prospección y disminuyen con el consumo de los derivados del petróleo. Asimismo, el mejor conocimiento de los campos petrolíferos y los avances en la técnica de extracción contribuyen a un aumento de las mismas.

Las reservas no representan más que la porción de los recursos conocidos cuya extracción es viable. La referencia que se tiene en cuenta en las estimaciones son los URR, que no representan más que la cantidad de petróleo existente, consumido y lo que se prevé descubrir. En función de la fuente consultada, los URR oscilan entre los 1800 y 3000 Gb.

¹⁹⁸ Se puede consultar el *OPEC's World Oil Outlook* en el que se encuentra un mayor detalle.

¹⁹⁹ Otros cálculos como los del *National Petroleum Council*, que estima que en las cuencas sedimentarias conocidas de Estados Unidos, todavía quedan 1.124 billones de barriles por extraer, de los cuales se podrá extraer, según las técnicas actuales, unos 374.000 millones de barriles. Esta cifra representa el 27% de las reservas mundiales. Por tanto, sería el país con mayor número de reservas.

²⁰⁰ Otros datos relevantes son que se calcula que, en el 2011, estaban activos unos 40.000 yacimientos de petróleo o gas. Algunos pocos de estos, como apunta Mirre (2012), funcionan de forma ininterrumpida y otros pocos, los de pequeña extracción, han tenido periodos alternantes de extracción. En estos yacimientos se podrían aplicar nuevas técnicas probadas de extracción que supondrían obtener un 10% adicional. Ver: Mirre, J. (2012) *El timo del fin del petróleo-Tenemos petróleo de sobra hasta el final del siglo XXI*. Bubok Publishing. Págs. 35-38.

1.4 Energía atómica

1.4.1 Definiciones previas

La energía nuclear, también llamada energía atómica, es la energía que se libera espontánea o artificialmente en procesos de combinación y transformación de las partículas subatómicas y núcleos atómicos²⁰¹.

La energía que se obtiene en los procesos nucleares es mucho mayor que la que se puede lograr en los procesos químicos. Para entender los procesos nucleares es más fácil situarse en la escala atómica. Así, aunque sabemos que “átomo” significa “indivisible”, hoy día se sabe que el átomo está formado por partículas más pequeñas²⁰², las llamadas partículas subatómicas. El núcleo del átomo, que es el centro, tiene carga positiva, y en él se concentra el 99,9% de su masa. Sin embargo, ocupa una porción muy pequeña del volumen del átomo.

Alrededor del núcleo se encuentran los electrones, partículas de carga negativa que se encuentran ligadas por la fuerza electromagnética que ejerce sobre ellas, ocupando la mayor parte del tamaño del átomo, en la llamada nube de electrones²⁰³.

²⁰¹ Estos procesos son llamados reacciones nucleares y pueden ser endotérmicas o exotérmicas, dependiendo de si desprenden o precisan energía para producirse. Al respecto se puede consultar, entre otros: Davis, R.; Whitten, K.; Peck, M. y Stanley, G. (2008) *Química. Capítulo 15: Cambios de calor y termodinámica*. Cengage Learning Editores. México. En cuanto a las propiedades del átomo se puede consultar: Ferrer, A. (2006) *Física nuclear y de partículas*. Universitat de Valencia. Págs. 19-58.

²⁰² El concepto de átomo parte de un concepto indivisible (a la vez extenso e indivisible, del que están hechas todas las cosas). Según Leucipo y Demócrito, los átomos son unas partículas materiales indestructibles, desprovistas de cualidades, que no se distinguen entre sí más que por la forma y dimensión, y que por sus diversas combinaciones en el vacío constituyen los diferentes cuerpos que componen la materia del universo. Esta noción fue postulada por la escuela atomista en la Antigua Grecia. Sin embargo, su existencia no quedó demostrada hasta el siglo XIX. Se comprobó que el átomo puede subdividirse en partículas más pequeñas en el siglo XX. Al respecto ver: Atkins, P. y Jones, L. (2005) *Principios de Química: Los Caminos del Descubrimiento*. Págs. 14-20. Así como: Youngson, R. (2003) *Fiasco: Aprendiendo de Los Errores de la Ciencia*. Págs. 117-126.

²⁰³ Anteriormente, se creía que los electrones se encontraban en órbitas satelitales alrededor del núcleo, pero esta idea se ha abandonado dando paso a la concepción de una nube de electrones deslocalizados o difusos en el espacio. Esta visión representa el comportamiento de los electrones descrito por la mecánica cuántica. Ver: Mas i Manjon, J. (2009) *Hipótesis del Estado Mecánico-cuántico (partículas virtuales) de la Inteligencia*. Fundació. Dr. J. Mas. Barcelona.

La energía de enlace de un núcleo mide la intensidad con que se mantienen los protones y neutrones juntos. La energía de enlace por nucleón²⁰⁴, la energía necesaria para separar del núcleo un neutrón o un protón depende de su masa atómica. Por tanto, la energía nuclear es aquella que se libera durante la fisión o fusión de núcleos atómicos.

1.4.1.1 Fusión nuclear

Mediante este proceso varios núcleos atómicos de carga similar se unen para formar un núcleo más pesado, por lo que se libera o absorbe una cantidad enorme de energía, que permite a la materia entrar en un estado plasmático.

Para que la fusión nuclear pueda realizarse, debe superarse una importante barrera de energía producida por la fuerza electrostática²⁰⁵. Esto es debido a que dos núcleos se repelen entre sí debido a la fuerza de repulsión electrostática entre sus protones, cargados positivamente. Sin embargo, la repulsión electrostática se puede superar debido a la interacción nuclear fuerte, que es mayor en distancias cortas²⁰⁶.

Al añadir un nucleón, protón o un neutrón a un núcleo, la fuerza nuclear atrae a otros nucleones. Los nucleones en el interior de un núcleo tienen más vecinos nucleones que los de la superficie.

La fusión nuclear se logra por medio de compresión-descompresión con el aumento o disminución de la intensidad del campo eléctrico. Para ello se requiere aumentar o disminuir la velocidad del generador de electricidad. Teóricamente el moderador de neutrones que se puede utilizar es el plomo, aunque habría que probar su eficacia.

Además, se produce de forma natural en las estrellas. La fusión atómica artificial también se ha realizado, aunque todavía no ha sido totalmente controlada. La investigación sobre la fusión controlada se inició en 1950 y continúa hasta hoy en día.

²⁰⁴ El núcleo del átomo se encuentra formado por nucleones, que pueden ser de protones (partícula con carga eléctrica positiva igual) y neutrones (partículas carentes de carga eléctrica). Ver: Diccionarios Oxford-Complutense: Física (2007) Pág. 363. Así como: Fouillé, A. (1979) *Compendio de Electrotécnica*. Págs. 3-5.

²⁰⁵ Es una fuerza inversa. Así que un protón añadido a un núcleo sentirá una repulsión electrostática de todos los otros protones del núcleo. La energía electrostática aumenta sin límite cuando los núcleos se hacen más grandes.

²⁰⁶ Ver: Glasstone, S. y Sesonske, A. (1990) *Ingeniería de Reactores Nucleares*. Pág. 10.

1.4.1.2 Fisión nuclear

Es una reacción nuclear, lo que significa que tiene lugar en el núcleo atómico. La fisión se realiza cuando un núcleo se divide en dos o más núcleos pequeños, además de algunos subproductos como neutrones libres, fotones y otros fragmentos²⁰⁷.

La fisión se puede realizar utilizando varios métodos. Uno de ellos es el bombardeo del núcleo de un átomo fisionable con una partícula de la energía correcta; la otra partícula es generalmente un neutrón libre. Este neutrón libre es absorbido por el núcleo, haciéndolo inestable. El núcleo inestable entonces se partirá en dos o más.

Los núcleos atómicos resultado de la fisión pueden ser varios elementos químicos. Los elementos que se producen son resultado del azar, pero estadísticamente, el resultado más probable es encontrar núcleos con la mitad de protones y neutrones del átomo fisionado original. Los productos de la fisión son generalmente altamente radiactivos.

La fisión nuclear utilizada para la generar electricidad tiene algunas ventajas. En primer lugar, la energía liberada por la fisión es muy grande. La fisión libera millones de kilovatios hora en forma de calor. En segundo lugar, el proceso de fisión iniciado por la absorción de un neutrón libera neutrones en los núcleos fisionados. Estos neutrones provocan la fisión de varios núcleos más, liberando así al menos cuatro neutrones adicionales que inician una serie de fisiones nucleares de mantenimiento automático. Se trata de una reacción en cadena que produce una liberación continua de energía nuclear.

1.4.2 Historia y origen de la energía nuclear

En 1789, el químico alemán Martin Klaproth, tras analizar un nuevo elemento al que los mineros llamaban “*pechblenda*”²⁰⁸, al tratarlo con ácido

²⁰⁷ Es un proceso exoenergético, es decir, que desprende una cantidad extraordinariamente elevada de energía, dando lugar a grandes aplicaciones como por ejemplo los reactores nucleares. Al respecto ver: Ferrer, A. (2006) *Física nuclear y de partículas* (2ª ed.) Universitat de Valencia. Pág. 343.

²⁰⁸ (Pech=pez o betún Blenda=mineral). Es el nombre otorgado por los mineros de las minas de Joachimsthal en Bohemia, a una serie de minerales de color oscuro. Para mayor detalle ver: Bulbulian, S. y Navarrete, M. (1983) “La radiactividad en México”, *Revista Ciencia y Desarrollo*. Vol. 8. Núm. 48. Págs. 16, 26-27.

nítrico (HNO_3) y luego con potasa (KOH), obtuvo un residuo amarillo que no correspondía a ningún compuesto de cinc, hierro o tungsteno, por lo que creyó que sería el óxido de un metal desconocido. Por tanto, aisló el metal, lo redujo con carbón, y obtuvo por fin un polvillo negro, que bautizaría como “Uranio”, igual que el último planeta descubierto hasta entonces²⁰⁹.

Sin embargo, no fue hasta 1896 cuando Henri Becquerel demostraría que el uranio era un elemento bastante complejo, por lo que estudiaría el fenómeno de los rayos que emite el mineral. Ese mismo año Becquerel presentó en la Academia de Ciencias de Francia una serie de informes sobre los rayos emitidos por las sales de uranio. En ellos plantea: “¿De dónde le viene al uranio la energía imprescindible para que pueda irradiar día y noche, sin parar, durante días, durante semanas, durante meses, sin llegar a agotarse?”²¹⁰.

La que continuó estos trabajos fue Marie Salomea Sklodowska, Madame Curie, que con 24 años había llegado a París y después de licenciarse en física y en matemáticas se casó con Pierre Curie. Estudió la emisión de rayos procedentes de las sales de uranio²¹¹. Los esfuerzos del matrimonio Curie dieron grandes frutos, al descubrir dos nuevos elementos. Por un lado el polonio, renombrado en honor a la tierra natal de Marie Curie (Polonia) y por otro, el radio²¹². Los descubrimientos se realizaron mientras investigaban las causas de la radiactividad de la pechblenda. A raíz de estos trabajos, en 1903 recibieron el Premio Nobel de Física: Antoine Henry Becquerel y los esposos Curie²¹³.

²⁰⁹ El nombre es en honor al planeta, descubierto ocho años antes. Al respecto ver: Bachiller, R. (2009) *Astronomía: De Galileo a los Telescopios Espaciales*. Pág. 70. Así como: Hammond, C. (1986) *The Elements. CRC Handbook of Chemistry and Physics*.

²¹⁰ Ver: Braunbek, W. (1963) *El drama fascinante de la Investigación nuclear*, Pág. 4849. Versión española por José M Vidal Llenas.

²¹¹ El 25 de junio de 1903 Marie Curie publicó su tesis doctoral, intitulada “Investigaciones sobre las sustancias radiactivas”. Ver: Esteban-Santos, S. (2009) *La Historia Del Sistema Periódico*. Cuadernos UNED. Pág. 160.

²¹² En aquella época, Polonia no era un país independiente y se encontraba bajo el dominio de Rusia, Prusia y Austria. Fue el primer elemento cuyo nombre derivaba de una controversia política. Al respecto ver: Atkins, P. y Jones, L (2005) *Principios de Química: Los Caminos del Descubrimiento*. Pág. 191. Así como: Cugota, L. y Vera, L. (2010) *Marie Curie*. Parramón. España. También: Goldsmith, B. (2005) *Genio obsesivo: el mundo interior de Marie Curie*. Pág. 80.

²¹³ Diversos historiadores, como McKay, creen que la tarea fue un esfuerzo épico. McKay, A. (1984) *The Making of the Atomic Age*. Pág. 2

Sin embargo, el origen de la radiación del uranio seguía siendo un misterio. El científico neozelandés Ernest Rutherford se dedicó a revelar las causas y logró dos descubrimientos de gran importancia. El primero lo realizó al encontrar y clasificar diferentes tipos de radiación dentro del uranio; a una la llamó radiación alfa y a la otra, radiación beta²¹⁴. El segundo fue el haber encontrado un nuevo modelo atómico, en el que por primera vez se concebía un núcleo. De hecho, fue capaz de estimar el tamaño del núcleo al medir la fracción de las partículas alfa que eran desviadas y los ángulos de desviación²¹⁵.

En esa misma época, independientemente de las investigaciones de la radioactividad, se fundó la teoría cuántica de la mano de Max Planck. En su obra, *The Theory of Heat Radiation*²¹⁶, establece que la emisión de luz no se hace en forma de proceso continuado sino a través de paquetes de ondas a los que llamó “cuantos”. Esta teoría marcó una frontera entre la física clásica y la nueva física moderna²¹⁷; otra de sus grandes contribuciones al saber fue la ley de radiación del calor, denominada Ley de Planck, que explica el espectro de emisión de un cuerpo negro²¹⁸.

Los trabajos de Planck influyeron en el joven Albert Einstein, que a principios de 1905 publicó en *Der Annalen der Physik* el esbozo de algunas de sus más importantes teorías²¹⁹:

- 1) Ley del efecto fotoeléctrico en la que propone una descripción matemática de este fenómeno de emisión de electrones producida por la absorción de cuantos de luz. En un artículo titulado *Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichts betreffenden heuristischen Gesichtspunkt*²²⁰ mostró cómo la idea de partículas discretas de luz podía explicar el efecto fotoeléctrico y la presencia de una frecuencia característica para cada material por debajo de la cual no se producía ningún efecto²²¹.

²¹⁴ Por este trabajo recibió el Premio Nobel de Química en 1908. Ver: Watson, P. (2007) *Historia intelectual del siglo XX*. Pág. 106.

²¹⁵ Al respecto ver: Ferrer, A. (2006) *Física Nuclear y de partículas*. Pág. 24.

²¹⁶ Ver: Planck, M. (1914) [1991] *The Theory of Heat Radiation*.

²¹⁷ Por sus trabajos recibió el Premio Nobel de Física en 1918. Ver: Watson, P. (2007) *Historia intelectual del siglo XX*. Pág. 110.

²¹⁸ Esta ley se convirtió en una de las bases de la teoría cuántica, que emergió unos años más tarde con la colaboración de Albert Einstein y Niels Böhr.

²¹⁹ En referencia a estas publicaciones, entre otros, se puede consultar: Ruiz, A. [trad.] (2004): *Cien años de relatividad. Los artículos clave de Albert Einstein de 1905 y 1906*. Págs. 88-139, y Stachel, J. (2001) *Einstein 1905: un año milagroso. Cinco artículos que cambiaron la física*. Págs. 111-143.

²²⁰ Traducción: Un punto de vista heurístico sobre la producción y transformación de la luz.

²²¹ Por esta explicación del efecto fotoeléctrico Einstein recibiría el Premio Nobel de Física en 1921. Al respecto ver: Priwer, S. y Phillips, C. (2005) *Todo Sobre Einstein*. Pág. 81.

- 2) Teoría matemática del movimiento browniano²²². Nace del artículo titulado *Über die con der molekularischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen*²²³. En él explica el fenómeno haciendo uso de las estadísticas del movimiento térmico de los átomos individuales que forman un fluido. El movimiento browniano había desconcertado a la comunidad científica desde su descubrimiento unas décadas atrás. La explicación de Einstein proporcionaba una evidencia experimental incontestable sobre la existencia real de los átomos, por lo que el artículo aportó un fuerte impulso a la mecánica estadística y a la teoría cinética de los fluidos.

Para dimensionar la importancia de los trabajos de Einstein, recordemos que los átomos se consideraban un concepto útil en física y química, pero la mayoría de los científicos no se ponían de acuerdo sobre su existencia real. Lo que Einstein entregó, como comenta De Swaan (1997), fue “...las observaciones experimentales unidas a teorías matemáticas, esto es física, un mensaje real desprovisto de trucos. Demostró que nuestras concepciones de espacio tiempo nos son útiles para nuestro mundo de velocidades pequeñas”²²⁴. Las teorías proporcionaron, como mencionan Chubykalo, Dvoeglazov, Espinoza y Gutiérrez (2006), el marco teórico para “la comprobación experimental de la existencia real de los átomos, cosa importante si recordamos que en aquella época la mayoría de los físicos no creía en los átomos. La comprobación experimental fue realizada por Jean Perrin”²²⁵. Respecto a esto mismo, Wilhelm Ostwald, uno de los líderes de la escuela antiatómica, comunicó a Arnold Sommerfeld que había sido transformado en un creyente en los átomos por la explicación de Einstein respecto del movimiento browniano.

Por último, la Teoría de la Relatividad Especial²²⁶. Se encuentra en su artículo *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*²²⁷, en el que Einstein estudia

²²² El movimiento tiene su origen en los trabajos de Jan Ingenhousz, que describió el movimiento irregular de partículas de carbón pulverizadas en la superficie del alcohol. Sin embargo, el descubrimiento se atribuye al botánico escocés Robert Brown. Se cree que Brown estuvo estudiando al microscopio partículas de polen flotando en el agua. Así, observó diminutas partículas con movimientos nerviosos. Ver: Priwer, S. y Phillips, C. (2005) *Todo Sobre Einstein*. Pág. 111. Así como: Bueche, F. (1988) *Ciencias físicas*. Pág. 99.

²²³ Traducción: Sobre el movimiento requerido por la teoría cinética molecular del calor de pequeñas partículas suspendidas en un líquido estacionario.

²²⁴ Ver: de Swaan, B. (1997) *Albert Einstein. El perseguidor de la luz*. Pág. 20.

²²⁵ Ver: Chubykalo, A.; Dvoeglazov, V.; Espinoza, A. y Gutiérrez, A. (2006) “La Aventura de la Física”. *Revista Ciencia Ergo Sum*. Vol. 13, Núm. 3. Págs. 271-280.

²²⁶ La teoría recibió el nombre de “teoría especial de la relatividad” o “teoría restringida de la relatividad” para distinguirla de la teoría de la relatividad general, que fue propuesta por Einstein en 1915 y en la que se consideran los efectos de la gravedad y la aceleración.

el movimiento de los cuerpos y el electromagnetismo en ausencia de la fuerza de interacción gravitatoria. Sin embargo, la obra ha sido cuestionada como trabajo original de Einstein, debido a que en ella omitió citar toda referencia a trabajos anteriores²²⁸. En realidad Einstein desarrolló su teoría de una manera totalmente diferente, deduciendo hechos experimentales a partir de principios fundamentales²²⁹. La teoría propuesta por Einstein, por lo tanto, busca explicar lo sucedido en el experimento de Michelson y Morley²³⁰ como consecuencia final de una teoría completa. Por eso detallaría al respecto: “*La teoría especial de la relatividad debe su creación a las ecuaciones de Maxwell del campo electromagnético*”²³¹.

La teoría especial de la relatividad dio lugar a una gran controversia entre defensores y detractores, estos últimos aferrados a la visión clásica de la física; polémica que no culminó hasta avanzada la década de los años veinte. Sin embargo, su aceptación por parte de los físicos no fue fácil, por cuanto significaba arrojar por la borda los presupuestos de la mecánica newtoniana²³².

²²⁷ Traducción: Sobre la electrodinámica de cuerpos en movimiento.

²²⁸ La relatividad especial propuesta por Einstein resolvía los problemas derivados del experimento de Michelson y Morley. Sin embargo, anteriormente George Fitzgerald había estudiado esta cuestión demostrando que el experimento podía ser explicado si los cuerpos se contraen en la dirección de su movimiento. Un ejemplo es que algunas de las ecuaciones fundamentales del artículo de Einstein habían sido introducidas anteriormente por Hendrik Lorentz, físico holandés, dando forma matemática a la conjetura de Fitzgerald.

²²⁹ El propio Einstein comentó: “*Poco a poco fui desesperando de poder descubrir las leyes verdaderas mediante esfuerzos constructivos basados en hechos conocidos. Cuanto más porfiaba y más denodado era mi empeño, tanto más me convencía de que solamente el descubrimiento de un principio formal y general podía llevarnos a resultados*”. Para mayor detalle, ver: Einstein, A. (1984) *Notas Autobiográficas*. Pág. 51.

²³⁰ El experimento de Michelson y Morley fue uno de los más importantes y famosos de la historia de la física, probablemente porque está considerado como la primera prueba contra la teoría del éter. (El éter era una hipotética sustancia extremadamente ligera que se creía que ocupaba todos los espacios vacíos como un fluido). Ver: Williams, P. [ed.] (1983) *La teoría de la relatividad: sus orígenes e impacto sobre el pensamiento moderno*. Págs. 71-92.

²³¹ Ver: Einstein, A. (1984) *Notas Autobiográficas*. Pág. 60.

²³² Como señala Kuhn (1982) respecto de la transición de un paradigma en crisis a otro nuevo del que pueda surgir una nueva tradición de ciencia: “*a partir de nuevos fundamentos, reconstrucción que cambia algunas de las generalizaciones teóricas más elementales del campo, así como también muchos de los métodos y aplicaciones... Cuando la transición [de un paradigma a otro] es completa, la profesión habrá modificado su visión del campo, sus métodos y sus metas*”. ver: Kuhn, T. (1982) *La estructura de las revoluciones científicas*. Pág. 139.

Uno de los científicos con los que se entabló un gran debate fue con el danés Niels Bohr²³³, otro de los considerados físicos carismáticos, venerado por sus compañeros y alumnos²³⁴. Bohr consiguió resolver la dificultad que presentaba el modelo de Rutherford, y logró explicar por qué el átomo no emitía radiación de forma continua y los electrones no se precipitaban sobre el núcleo, sino que permanecían en órbitas estacionarias²³⁵. Sus trabajos sobre la estructura atómica conducirían a la directa consolidación de la mecánica cuántica de la mano de Werner Heisenberg²³⁶, Erwin Schrödinger²³⁷ y Paul Dirac²³⁸. Este último tuvo la idea de unificar la teoría de la mecánica cuántica con la de la relatividad de Einstein²³⁹.

En 1925 Heisenberg publicó que era preciso abandonar el concepto de órbitas electrónicas precisas, en función de su carácter inobservable, razón por la que fue galardonado con el premio Nobel de Física años más tarde.

²³³ Niels Henrik David Böhr fue un físico que realizó fundamentales contribuciones para la comprensión de la estructura del átomo y la mecánica cuántica. En 1922 obtuvo el Premio Nobel de Física. Ver: Strathern, P. (2006) *Bohr y la teoría cuántica*. Pág. 68.

²³⁴ Bohr es considerado uno de los grandes físicos de la historia. Logró dar una explicación a la configuración del espectro de líneas del hidrógeno, algo que habían perseguido los físicos durante cerca de treinta años. Para más detalle ver: Bohr, N. (1972) *Nuevos ensayos sobre física atómica y conocimiento humano*. Pág. 46.

²³⁵ Ver: Bohr, N. (1972) *Nuevos ensayos sobre física atómica y conocimiento humano*. Pág. 47.

²³⁶ Físico alemán, ganador del premio Nobel de Física en 1932, conocido principalmente por formular el principio de incertidumbre (es imposible medir simultáneamente de forma precisa la posición y el momento lineal de una partícula), una contribución fundamental al desarrollo de la teoría cuántica. Para mayor detalle ver: Heisenberg, W. (1980) *Encuentros y conversaciones con Einstein y otros ensayos*. Págs. 33-34. Así como: Kumar, M. (2011) *Quantum: Einstein, Bohr y el gran debate sobre la naturaleza de la realidad*. Pág. 313.

²³⁷ Físico austriaco que realizó importantes contribuciones en los campos de la mecánica cuántica y la termodinámica. Desarrolló la ecuación que lleva su apellido después de mantener una larga correspondencia con Einstein: propuso el experimento mental del gato de Schrödinger, que mostraba las paradojas e interrogantes a los que abocaba la física cuántica. Ver: Hacyan, S. (2003) *El gato de Schrödinger*. Pág. 179. Así como: Kumar, M. (2011) *Quantum: Einstein, Bohr y el gran debate sobre la naturaleza de la realidad*. Pág. 282.

²³⁸ Físico británico que contribuyó de forma fundamental al desarrollo de la mecánica cuántica y la electrodinámica cuántica. Entre otros descubrimientos formuló la ecuación de Dirac que describe el comportamiento de los fermiones, con la cual predijo la existencia de la antimateria. Ver: Watson, P. (2007) *Historia intelectual del siglo XX*. Pág. 401.

²³⁹ Los trabajos de la teoría unificadora de Dirac tienen importantes aplicaciones como el láser o los transistores y la resonancia magnética. Ver: De la Peña, L. [Cord.] (1998) *Ciencias de la materia: Génesis y evolución de sus conceptos fundamentales*. Pág. 123.

Ese mismo año James Chadwick realizó un descubrimiento de una partícula en el núcleo del átomo que no tiene carga eléctrica, el neutrón²⁴⁰. Logró este descubrimiento al analizar los trabajos de Walther Bothe y Herbert Becker, que habían realizado unos experimentos bombardeando núcleos de berilio con partículas de helio, así como los trabajos de Joliot y Curie, que profundizaron probando la radiación de berilio en cera hidrogenada, logrando la separación de los núcleos de hidrógeno de la cera. Chadwick logró explicar matemáticamente la radiación de berilio descubriendo la partícula con carga neutra²⁴¹. Esto facilitó el camino hacia la fisión del uranio.

Los físicos se dieron cuenta de que con el neutrón disponían de un proyectil óptimo para el bombardeo de los núcleos atómicos, de propiedades extraordinarias. Las partículas cargadas empleadas como proyectiles, como el electrón y el protón, sufrían interacción electromagnética siendo repelidos o atraídos. Con el neutrón, no ocurría lo mismo porque carecía de carga eléctrica y podía llegar al núcleo e interactuar con él.

Utilizando este conocimiento, en Roma el equipo de Enrico Fermi²⁴² decidió, tras conocer el descubrimiento de Joliot-Curie²⁴³ intentar producir radiactividad artificial por medio de neutrones. Para ello eligieron la tabla periódica de elementos y decidieron bombardear todos ellos, comenzando por el más ligero.

Sin embargo, el hidrógeno, berilio, boro, carbono y nitrógeno no resultaron activados. Hasta que bombardearon con neutrones el flúor: éste respondió radiactivamente al igual que el resto de los elementos de la tabla. Al llegar al último elemento de la tabla, el uranio, de número atómico 92, se dieron cuenta de que no sólo se volvía radiactivo, sino que también se producía más de un elemento. Por eso concluyeron que dentro de los productos

²⁴⁰ Ese año envió a la revista *Nature* una carta en la que manifestaba que había descubierto el neutrón. Por este descubrimiento le otorgaron el Nobel de Física en 1935. Ver: Watson, P. (2007) *Historia intelectual del siglo XX*. Pág. 287.

²⁴¹ Sobre el experimento ver: Ferrer, A. (2006) *Física Nuclear y de partículas*. Universitat de València. Pág. 23. Así como: Watson, P. (2007) *Historia intelectual del siglo XX*. Pág. 285.

²⁴² Físico italiano conocido por el desarrollo del primer reactor nuclear y sus contribuciones al desarrollo de la teoría cuántica, la física nuclear y de partículas, y la mecánica estadística. Ver: Silver, B. (2005) *El ascenso de la ciencia*. Pág. 237.

²⁴³ Fréderie Joliot e Irene Curie, yerno e hija de Marie Curie, comunicaron oficialmente el descubrimiento de la radiactividad artificial al irradiar aluminio con partículas alfa, lo cual había producido fósforo radiactivo. Por este descubrimiento recibieron el premio Nobel de Química en 1935. Ver: Ferrer, A. (2006) *Física Nuclear y de partículas*. Págs. 214-215. Así como: Strathern, P. (1999) *Curie y la radiactividad*. Pág. 86.

desintegrados del uranio se hallaba uno nuevo, cuyo número atómico era el 93²⁴⁴.

Lo que Fermi no sabía era que no había encontrado ningún elemento nuevo²⁴⁵. Lo que habían logrado era la fisión del núcleo del uranio sin que hubieran podido detectarla. Fermi fue galardonado con el premio Nobel de Física de 1938 por sus investigaciones de bombardeo neutrónico²⁴⁶. Sus trabajos fueron estudiados profundamente por la doctora alemana Ida Noddack, quien critica la interpretación química que hizo Fermi de sus experimentos sobre bombardeo de neutrones²⁴⁷.

En su artículo “*On Element 93*” Noddack consideró débil la conclusión de Fermi de que se había formado un elemento transuránico, ya que antes de llegar a esta conclusión extrema se tenían que eliminar primero todos los elementos de la tabla periódica, pensando que el uranio hubiera podido estallar de alguna manera y formar otros elementos más ligeros. El artículo es considerado de gran importancia, no sólo porque señaló acertadamente el error en la interpretación química de Fermi, sino porque sugirió la posibilidad de que el núcleo se rompiera en varios fragmentos²⁴⁸.

De este modo se presagiaba lo que años más tarde sería conocido como la fisión nuclear. Sin embargo, Noddack no ofreció ninguna base teórica de esta posibilidad, que desafiaba la comprensión de la época, y su sugerencia

²⁴⁴ El informe de este trabajo fue publicado el 16 de Junio de 1934 en la revista *Nature* con el título “Possible Production of Elements of Atomic Number Higher than 92”.

²⁴⁵ El plutonio sería descubierto años más tarde (1941) por un equipo estadounidense comandado por Glenn T. Seaborg en colaboración con algunos ayudantes suyos, de la Universidad de California en Berkeley: produjo ese isótopo, que demostraban que era, efectivamente, un nuevo. Ver: Sánchez Ron, J. (2010) *Ciencia, política y poder: Napoleón, Hitler, Stalin y Eisenhower*. Pág. 230. Por otra parte, respecto del plutonio, se han encontrado cantidades menores en las minas de uranio, pero en la actualidad se preparan cantidades relativamente grandes en los reactores nucleares.

²⁴⁶ Ver: Watson, P. (2007) *Historia intelectual del siglo XX*. Págs. 423-427. Así como: Goldsmith, B. (2005) *Genio obsesivo: el mundo interior de Marie Curie*. Pág. 205.

²⁴⁷ Ida Noddack, cuyo nombre de soltera era Ida Eva Tacke, fue una química y física alemana. Junto con su marido Walter Noddack, de quien tomó el apellido, descubrió el elemento *renio*, de número atómico 75. Ver: Bulbulian, S. y Navarrete, M. (1983) *La radiactividad en México*. Pág. 25.

²⁴⁸ (1934) “Sobre el elemento 93”, *Zeitschrift fur Angewandte Chemie*, Vol. 47, p. 653. Consultado el 20/02/2012 y disponible la traducción del alemán al inglés por H. G. Graetzer en: <http://bourabai.narod.ru/tyapkin/element93.htm>

de que el núcleo se rompiera en varios fragmentos de gran tamaño no se corresponde exactamente con lo que ocurre en la fisión nuclear²⁴⁹.

No fue hasta en 1938, en Alemania²⁵⁰, cuando un grupo de investigadores de la escuela de la Universidad de Berlín, que se había convertido en el centro organizador de la ciencia germana, Lise Meitner²⁵¹, Otto Hahn²⁵² y Fritz Strassmann²⁵³ demostraron que parte de los productos que aparecían al llevar a cabo los experimentos llevados por Fermi, eran resultado de la división de los núcleos del uranio.

Los elementos más frecuentemente usados para producir la fisión nuclear son el uranio y el plutonio²⁵⁴. El uranio es el elemento natural más pesado; el plutonio experimenta desintegraciones espontáneas y tiene un período de vida limitado. Así pues, aunque pueden ser utilizados otros elementos, éstos tienen la mejor combinación de abundancia y facilidad de fisión.

En 1942, en la Universidad de Chicago, Enrico Fermi logró producir la primera reacción nuclear en cadena. Para ello utilizó un conjunto de bloques de uranio natural distribuidos dentro de una masa de grafito puro. En el

²⁴⁹ La fisión es una reacción nuclear, lo que significa que tiene lugar en el núcleo atómico. La fisión ocurre cuando un núcleo pesado se divide en dos o más núcleos pequeños, además de algunos subproductos. Ver: Atkins, P. y Jones, L. (2005) *Principios de Química: Los Caminos del Descubrimiento*. Pág. 670. Así como: Ferrer, A. (2006) *Física nuclear y de partículas*. Págs. 345-364.

²⁵⁰ En ese momento se encontraban tres de los centros más importantes en la generación de las nuevas teorías de la física moderna: Gotinga, Berlín y Munich.

²⁵¹ Física austriaca nacionalizada sueca, de origen judío. Fue quien introdujo el término fisión nuclear. En su honor se nombró Meitnerio al elemento químico 109. Uno de los documentos más llamativos de la austriaca es una carta dirigida a Otto Hahn, en la que expone la deuda que tienen aquellos que en su momento no hicieron nada al ver la barbarie de la Alemania Nazi. Al respecto ver: Sánchez Ron, J. (2010) *Ciencia, política y poder: Napoleón, Hitler, Stalin y Eisenhower*. Págs. 136-138. Así como: Watson, P. (2007) *Historia intelectual del siglo XX*. Pág. 424.

²⁵² Químico alemán que recibió el premio Nobel en 1944 por sus trabajos pioneros en el campo de la radiactividad. Ver: Strathern, P. (2006) *Bohr y la teoría cuántica*. Pág. 92. Así como: Alles, M. (2006) *Desarrollo del talento humano basado en competencias*. Pág. 136.

²⁵³ Friedrich Wilhelm "Fritz" Strassmann fue un químico alemán que identificó el bario después de bombardear uranio con neutrones, lo cual se interpretó entre sus resultados como producto de la fisión nuclear. Ver: Sánchez Ron, J. (2011) *El poder de la ciencia: Historia social, política y económica de la ciencia. (Siglos XIX y XX)*. Pág. 66. Así como: Sánchez Ron, J. (2010) *Ciencia, política y poder: Napoleón, Hitler, Stalin y Eisenhower*. Págs 91.

²⁵⁴ Esto es porque cuanto más pesado sea un elemento, más fácil es inducir su fisión. La fisión en cualquier elemento más pesado que el hierro produce energía, y la fisión en cualquier elemento más liviano que el hierro requiere energía. Al respecto ver: López, S. y Rodríguez, E. (2009) *Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y el medio ambiente*.

reactor nuclear, también llamado pila nuclear, *el Chicago Pile-1 (CP-1)*²⁵⁵. Fermi usó el grafito como moderador, con lo cual logró frenar los neutrones, haciendo posible la reacción en cadena²⁵⁶.

Por motivos políticos muchos científicos encontraron un lugar de trabajo en las universidades inglesas y norteamericanas. Así un nutrido grupo de científicos excelentes, tanto teóricos como experimentales, como Rudolph Peicris, Victor Weisskopf, Klaus Fuchs, Edward Teller, John von Newmann, Theodor von Karman, Leo Szilard, Otto Frisch, George Placzek, Niels Bohr, Enrico Fermi, Emilio Segrè, salieron de Europa continental, y con su marcha cambiaron la balanza de la ciencia.

En paralelo al desarrollo energético, se realizaban ensayos con fines bélicos. En 1945 se utilizaría la fisión nuclear en el llamado Proyecto Manhattan, que tenía como objetivo final el desarrollo de la primera bomba atómica antes de que lo consiguiera la Alemania nazi²⁵⁷. La investigación científica fue dirigida por el físico Julius Robert Oppenheimer²⁵⁸. Como resultado fueron lanzadas dos bombas atómicas²⁵⁹ sobre las ciudades de Hiroshima y Nagasaki en agosto de 1945, poniendo fin, de este modo, a la Segunda Guerra Mundial.

²⁵⁵ Considerado el primer reactor nuclear del mundo. En el que se llevó a cabo la primera reacción nuclear en cadena auto-mantenida, el 2 de diciembre de 1942. Al respecto ver: Alfaro, M. y Vargas, C. (2005) *Energía y tecnología nuclear: Consideraciones éticas, sociales y ambientales*. Pág. 34, así como: Vandrèr Hook, S. (2011) *Manhattan Project*. Pág. 28.

²⁵⁶ La reacción en cadena ocurre al lanzar 2 o 3 neutrones en promedio como subproductos. Estos neutrones se escapan en direcciones al azar y golpean otros núcleos, incitando a estos núcleos a experimentar fisión. Puesto que cada acontecimiento de fisión lanza 2 o más neutrones, y estos neutrones inducen otras fisiones, el proceso se acelera rápidamente y causa la reacción en cadena.

²⁵⁷ En el nacionalsocialismo existía una “ciencia judía” y una “ciencia aria” Naturalmente la ciencia aria era superior. Dos de los defensores de esta idea fueron precisamente dos premios Nobel: Johannes Stark y Philip Lenard. Al respecto ver: Kumar, M. (2011) *Quantum: Einstein, Bohr y el gran debate sobre la naturaleza de la realidad*. Pág. 387. Sánchez Ron, J. (2010) *Ciencia, política y poder: Napoleón, Hitler, Stalin y Eisenhower*. Pág. 107.

²⁵⁸ Conocido coloquialmente como “El padre de la bomba atómica”, pese a que comparte ese mérito con su principal mentor, Enrico Fermi. Para más detalle ver: Vandrèr Hook, S. (2011) *Manhattan Project*. Pág. 50.

²⁵⁹ Las bombas nucleares llamadas *Little Boy* y *Fat Man* pusieron el punto final a la Segunda Guerra Mundial. Hasta la fecha estos bombardeos constituyen los únicos ataques nucleares de la historia. Se estima que hacia finales de 1945, las bombas habían matado a 140.000 personas. Ver: Hill, J. y Kolb, D. (1999) *Química. Para El Nuevo Milenio*. Prentice Hall. México. Pág. 95. Rodríguez, E. y Lopez, S. (2008) *Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear. En la salud y el medio ambiente*. Págs. 195-196.

1.4.3 Utilización de la energía nuclear para fines civiles

Uno de los problemas técnicos en la reacción de fisión controlada es que se necesita que los neutrones liberados durante la primera división del núcleo tengan la capacidad de inducir otras fisiones de núcleos adicionales, reduciendo su velocidad. Para ello, además del combustible, en el interior de los reactores se emplea una sustancia llamada moderador que reduce el movimiento de los neutrones. Es común que se use al agua como moderador. Generalmente es agua pesada o grafito.

En la industria eléctrica se requiere una potencia constante; es necesario que el número efectivo de neutrones liberado por cada núcleo fisionado sea igual a uno. Como no siempre ocurre lo anterior, se introducen en el reactor varios materiales con una gran capacidad de absorción de neutrones, generalmente cadmio y boro, para eliminar el exceso de neutrones de cada división del núcleo. En la práctica, estos materiales toman la forma de barras que se introducen y se retiran del núcleo en función de la necesidad de aumentar o disminuir el número de neutrones libres.

En el reactor se alcanzan grandes temperaturas por lo que se utiliza la circulación de un líquido refrigerante que, a su vez, calentará otro fluido a través de un intercambiador de calor. El proceso previene el escape de sustancias radioactivas. Por último, el vapor de agua producido en el proceso acciona una turbina que finalmente alimenta y hace girar un generador que produce electricidad.

1.4.3.1 Clasificación de los reactores nucleares

La Asociación Mundial Nuclear clasifica a los tipos de reactores de la siguiente forma:

- 1) LWR - *Light Water Reactors* (Reactores de agua ligera): En este tipo de instalaciones el agua se emplea a la vez como moderador y como refrigerante. Como combustible se usa el uranio enriquecido. Los más utilizados son los PWR (*Pressure Water Reactor* o reactores de agua a presión) y los BWR (*Boiling Water Reactor* o reactores de agua en ebullición) De este tipo de reactores podemos encontrar 264 PWR y 94 BWR en funcionamiento en el mundo.

- 2) CANDU -*Canada Deuterium Uranium*²⁶⁰ (Canadá deuterio uranio). Este tipo de reactor utiliza como moderador y refrigerante agua pesada (compuesta por dos átomos de deuterio y uno de oxígeno). Como combustible utilizan uranio natural. En la actualidad existen 43 reactores en funcionamiento en el mundo.
- 3) FBR -*Fast Breeder Reactors*²⁶¹ (reactores rápidos realimentados). Este tipo de reactores utilizan neutrones rápidos en lugar de térmicos para la consecución de la fisión. Como combustible utiliza plutonio y como refrigerante sodio líquido. Este reactor no necesita moderador. En la actualidad existen 4 reactores en el mundo de los cuales sólo uno está en operación.
- 4) AGR -*Advanced Gas-cooled Reactor*²⁶² (reactor refrigerado por gas avanzado). Este reactor usa uranio como combustible. Como refrigerante utiliza CO₂ y como moderador grafito. En la actualidad hay 18 reactores en funcionamiento en el mundo.
- 5) RBMK -*Reactor Bolshoy Moshchnosty Kanalny*²⁶³ (reactor de canales de alta potencia). Este reactor tiene como función principal la producción de plutonio, y como subproducto genera energía eléctrica. Utiliza grafito como moderador y agua como refrigerante. Uranio enriquecido como combustible. Puede recargarse en marcha. Tiene un coeficiente de reactividad positivo. El malogrado reactor de Chernobil era de este tipo²⁶⁴. Existen 12 reactores en funcionamiento en el mundo.

²⁶⁰ Todos los reactores de energía actuales del Canadá son del tipo CANDU, y Canadá comercializa este producto en el extranjero. Una desventaja económica del diseño del reactor CANDU es el coste inicial, aunque es por una sola vez. En contraparte, el alto coste se compensa por el bajo coste de repostado de combustible, comparado con otros modelos, ya que no requiere uranio enriquecido.

²⁶¹ Para solucionar el problema del vertido de residuos, los IFR tenían una unidad electrolítica de reprocesado de combustible in-situ que reciclaban el uranio y todos los transuránicos (no sólo el plutonio) vía electrogalvánica, dejando únicamente productos de fisión de corta vida en el residuo. Alguno de estos productos de fisión podían ser separados posteriormente para su aplicación en usos industriales o médicos y el resto era enviado a un repositorio de residuos (en el que no hubieran estado almacenados, ni en ningún lugar cercano, residuos que contuvieran transuránicos de larga vida). Se cree que no hubiera sido posible extraer combustible de este reactor para fabricar bombas, ya que varios de los transuránicos fisionan tan rápidamente que cualquier ensamblaje se habría fundido antes de que hubiera sido completado.

²⁶² Ha sido desarrollado en el Reino Unido como sucesor del uranio natural-grafito-gas. Las principales diferencias introducidas son que el combustible, en forma de óxido de uranio enriquecido, está introducido en tubos de acero inoxidable y que la vasija, de hormigón pretensado, contiene en su interior los cambiadores de calor.

²⁶³ El RBMK fue resultado del programa soviético para fabricar reactores refrigerados por agua basados en sus reactores de producción de plutonio moderado por grafito. El primero de ellos, AM-1 (*de Atom Mirniy*, que en ruso significa “átomo pacífico”).

²⁶⁴ Desde el accidente de Chernobyl, los restantes RBMKs han sufrido modificaciones, han reducido el número de elementos de combustible por un tipo enriquecido, permitiéndoles

- 6) ADS -*Accelerator Driven System*²⁶⁵ (sistema asistido por acelerador). Este sistema requiere de una masa subcrítica de torio, en la que se produce la fisión, solo por la introducción. Se encuentra en fase de experimentación, y se prevé que una de sus funciones fundamentales sería la eliminación de los residuos nucleares producidos en otros reactores de fisión.

Es digno de señalar que la producción de energía atómica ha mejorado mucho durante los últimos años. Por ejemplo, la capacidad de los reactores norteamericanos ha alcanzado el 90%, lo cual les va a permitir extender su vida útil. Este tipo de energía es una fuente importante de generación eléctrica a nivel mundial. Sin embargo, se estima que la producción energética nuclear mundial va a crecer un 5% hasta el año 2020²⁶⁶, mientras que el crecimiento de la demanda eléctrica podría alcanzar el 75%.

Estas previsiones implican un estancamiento y en algunos casos una disminución del número de plantas nucleares motivado principalmente por consideraciones económicas, así como por el creciente sentimiento antinuclear.

1.4.3.2 El uranio como materia prima

El desarrollo de la energía nuclear va de la mano de la materia prima que se requiere para realizar los procesos de fusión y fisión nuclear. Tradicionalmente esta materia prima es el Uranio. Este elemento químico es el más pesado de origen natural que se encuentra en la Tierra. Aunque era utilizado desde la antigüedad como colorante, su uso en la industria atómica es lo que lo ha valorizado en términos económicos²⁶⁷.

funcionar con relativa seguridad pero contrariando el concepto original. También se han mejorado los sistemas de control, en particular para eliminar las inclinaciones del grafito sobre las barras de control que producían un incremento inmediato de la potencia cuando las barras eran insertadas primeramente. En parte, en el accidente de Chernobyl, se le echa la culpa al diseño.

²⁶⁵ En dicho proceso se libera energía en forma de calor que puede ser reaprovechado para suministrar energía al acelerador y así conseguir que todo el conjunto sea auto-mantenido. Al final del proceso, las sustancias radiactivas se habrán fisionado a un ritmo mucho mayor que el natural y habrán completado o estarán cerca de completar su ciclo de desintegración siendo por tanto sustancias inocuas desde el punto de vista radioactivo o, al menos, fácilmente manejables.

²⁶⁶ En los países desarrollados no habrá aumento: se estima que el incremento será fruto de las inversiones en los países asiáticos.

²⁶⁷ Al respecto ver: Zúñiga, M.; Ruiz, L. y Hernández, M. (2007) *Bioingeniería Tomo VI. Fundamentos De instrumentación para la química clínica y las radiaciones ionizantes*. Pág. 481.

El símbolo químico del Uranio es U y su número atómico es 92. Por ello posee 92 protones y 92 electrones, con una valencia de 6. Su núcleo puede contener entre 142 y 146 neutrones, sus isótopos más abundantes son el U238 que posee 146 neutrones y el U235 con 143 neutrones. El uranio posee el mayor peso atómico de entre todos los elementos que se encuentran en la naturaleza²⁶⁸. Es aproximadamente un 70% más denso que el plomo, aunque menos denso que el oro o el wolframio.

El uranio está repartido en todo el planeta, aunque es escaso, tiene una proporción del 4% por tonelada de roca. Es decir unas cien veces más que la plata y unas mil veces más abundante que el oro. En los yacimientos uraníferos la concentración sobrepasa 1 kg por tonelada (t) del mineral, aunque en la actualidad para que sean rentables su contenido debe exceder 10 kg/t²⁶⁹.

La OIEA y la OCDE en sus informes, llamados *Uranium: Resources, Production and Demand*, conocidos también como “*Red Book*”, hacen una estimación de las reservas mundiales de uranio por países. De estos informes se desprende que Canadá es el primer productor mundial; de hecho, allí se encuentran los mejores yacimientos. (En *Key Lake/MacArthur River* hay explotaciones que alcanzan 210 kg U/t.). Otros de los grandes productores son: Estados Unidos, que comparte localización geográfica, Australia, Nigeria, Namibia, Kazakhstan y Uzbekistán²⁷⁰. En la Unión Europea no hay yacimientos rentables²⁷¹. La capacidad de producción mundial excede claramente a la demanda.

Siguiendo lo que se establece en el informe, los recursos mundiales de uranio son suficientes para satisfacer las necesidades actuales hasta un máximo de ochenta y cinco años. Se estima que la cantidad total de

²⁶⁸ Igual que los demás elementos con pesos atómicos superiores al del hierro, el uranio se origina de forma natural durante las explosiones de las supernovas. El proceso físico determinante en el colapso de una supernova es la gravedad. Los valores tan elevados de gravedad que se dan en las supernovas se deben a que genera las capturas neutrónicas que dan lugar a los átomos más pesados, entre ellos el uranio y el protactinio.

²⁶⁹ Al respecto ver: Angelelli, V (1958) *Los minerales de uranio sus yacimientos y prospección*. Pág. 45, y “Geografía del Uranio y los minerales radioactivos”. En *Anales de la Sociedad Científica Argentina*. Vol. 152. Pág. 302.

²⁷⁰ Para más sobre la producción de Uranio ver: Rodríguez, E. y Lopez, S. (2008) *Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear. En la salud y el medio ambiente*. Pág. 134.

²⁷¹ En España el único yacimiento que se encontraba en explotación era Saelices, El Chico (Salamanca), que fue cerrado en Diciembre del 2000 por agotamiento de las reservas mineras.

existencias de uranio convencional, que puede ser explotado por menos de 130 USD por kg, es de unos 4,7 millones de toneladas que permitirían abastecer la demanda de uranio para generación nuclear de electricidad durante 85 años²⁷².

Sin embargo, a diferencia del informe, los recursos mundiales de uranio en total se consideran mayores. Las estimaciones tienen como base la evidencia geológica y el conocimiento de los fosfatos de uranio. Recordar que, a largo plazo, avances en la tecnología nuclear permitirían una utilización mucho mejor de los recursos de uranio. Los reactores que se están diseñando podrían extraer, hipotéticamente, unas 30 veces más energía del uranio que los reactores de hoy.

1.5 El hidrógeno y las celdas de combustible

El hidrógeno es el elemento más abundante del universo. Sin embargo, en la tierra no se encuentra libre, sino asociado a otros, formando compuestos. Para definirlo diremos que es un gas incoloro, inodoro y no tóxico²⁷³. El hidrógeno se ha preparado, recogido y quemado más de ciento cincuenta años antes de haberse descrito por primera vez por el suizo T. Von Hohenheim como elemento particular²⁷⁴. Lo obtuvo artificialmente mezclando metales con ácidos fuertes. Sin embargo, no era consciente de que el gas inflamable generado en estas reacciones químicas estaba compuesto por un nuevo elemento químico. Se encuentra en el 90% de las moléculas, la masa de toda la materia. El sol es mayormente hidrógeno puro y toda la energía que nos envía proviene de la fusión de los átomos de hidrógeno²⁷⁵.

1.5.1 Hidrogeno como vector energético

²⁷² Suponiendo que el desarrollo tecnológico permanece constante, es decir, con los recursos tecnológicos actuales.

²⁷³ Ver: Heras Celemín, M.; García, G.; Torres, A.; González, A.; López, C.; Ferrando, F.; Ballesteros, M.; Zarza, E.; Lavandeira, J.; Guerra, I. y Montes, M. (2008) *Fuentes de Energía Para El Futuro*. Pág. 95.

²⁷⁴ Theophrastus Phillippus Aureolus Bombastus Von Hohenheim, conocido como Paracelso o Teofrasto Paracelso, fue un alquimista, médico y astrólogo. –y para más información ver: Friends of the National Library of Medicine. [Ed.] (1993) *Paracelsus, Five Hundred Years: Three American Exhibits*.

²⁷⁵ El sol contiene un 81 % de hidrógeno, 18 % de helio y el 1 % restante que se reparte entre otros elementos. Al respecto ver: Ruiz, J. y Ramos, P. [Eds.] (2009) *Cambio climático ¿un desafío a nuestro alcance?* Pág. 84.

El hidrógeno es un portador de energía o vector energético, es decir una forma secundaria de energía que se debe transformar con base en otras fuentes primarias, por lo que se entiende que no es una fuente de energía propiamente dicha²⁷⁶. El hidrógeno solo es capaz de producir un balance limpio en procesos sostenibles cuando se obtiene a partir de fuentes renovables de energía²⁷⁷.

La producción de hidrógeno a gran escala empezó en 1920 cuando se construyeron los primeros electrolizadores para obtener hidrógeno y oxígeno. El hidrógeno se hizo famoso en los años treinta por el uso que hicieron los ingenieros alemanes en los zeppelines, al mezclarlo en una proporción de 10 a 1 para llenar los dirigibles. La mezcla proporcionó un mayor rendimiento²⁷⁸.

Como ya hemos descrito anteriormente, la combustión de combustibles fósiles constituye el principal causante de la emisión de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono), en gran medida responsables del cambio climático que sufre nuestro planeta.

Al respecto, en el Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea para acciones de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Demostración (2007-2013) se reconoce que no hay una solución única para satisfacer nuestros requerimientos energéticos, sino un amplio abanico de tecnologías: energías renovables, captura y secuestro de dióxido de carbono, biocarburantes y el uso de nuevos vectores de energía. La Comunidad Europea fomenta la investigación, en particular explorar nuevas soluciones asociadas a la utilización del hidrógeno como vector energético²⁷⁹.

²⁷⁶ Ver: Georgia, P. (2003) *The False promise of Hydrogen* y Rosmarin, J. y Barrera, O. (2011) *Sistemas de seguridad y confortabilidad*. Pág. 404. Así como: Gutiérrez Pérez, C. y Gutiérrez Cánovas, C. (2009) *La actuación frente al cambio climático*. Pág. 108.

²⁷⁷ A nivel mundial el hidrógeno se obtiene en un 95%, a partir de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) y sólo en un 5% mediante hidrólisis. Teniendo en cuenta que la electricidad de la hidrólisis se genera a su vez mediante la quema de combustibles fósiles, el porcentaje en realidad es mayor. Al respecto ver: Lodeiro, T. (2008) *Consumir menos, vivir mejor: Ideas prácticas para un consumo más consciente*. Pág. 155.

²⁷⁸ El alemán Rudolf Erren fue uno de los principales entusiastas en el uso del hidrógeno. Fabricó camiones, autobuses y submarinos que utilizaban el hidrógeno y otros combustibles en motores de combustión interna. Para mayor detalle: Ruiz, J. y Ramos, P. [Eds.] (2009) *Cambio climático ¿un desafío a nuestro alcance?* Pág. 87.

²⁷⁹ European Commission (EU). Green Paper: *A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy*. COM, 105 final, 2006 y European Commission (EU). *White Paper: European transport policy for 2010: time to decide*.

El hidrógeno no se encuentra libre en la naturaleza, sino formando parte de compuestos como los hidrocarburos y el agua²⁸⁰. Por eso el hidrógeno puede ser producido a partir de una de estas materias primas mediante aporte de energía. Posteriormente, durante su consumo para producir energía, se libera en forma de agua, sin producir ninguna otra emisión²⁸¹. Esta particularidad le diferencia de los hidrocarburos, pues simplemente cambia de estado²⁸².

Bajo esta óptica se considera que el hidrógeno puede ser el vector energético del futuro y su uso es una opción a largo plazo para reducir las emisiones ambientales²⁸³. En este contexto, Rifkin, en su libro *Economía del Hidrógeno*, comenta por qué el modelo energético basado en hidrocarburos está agotado y trata de justificar que el nuevo modelo lo encabezará el hidrógeno.

En su libro muchas de las ideas expuestas no están basadas en argumentos sólidos, sino más bien en ideas supuestas que, en la práctica, no se sabe si se realizarán. Lymberopoulos (2005) comenta: “*La gran cantidad de fuentes de hidrógeno, como el agua o los hidrocarburos, así como la variedad de métodos para extraer de estos compuestos el hidrógeno, es la principal razón por la que se considera que este combustible conducirá a la creación de energía “democrática” en todo el mundo: el hidrógeno puede ser producido en el pueblo más remoto de África a través de un sistema de PV electroliser o en América del Norte con el calor de un reactor nuclear para separar químicamente el agua*”²⁸⁴.

Como ya hemos mencionado, muchos de los usos del hidrógeno sólo están esbozados, así que hipotéticamente, podría ser utilizado para almacenar y

²⁸⁰ En *La isla misteriosa* de Julio Verne (1874) ya existía esta idea: “La electricidad ha permitido descomponer el agua en sus elementos primitivos lo cual le hará que se convierta en una fuerza poderosa y manejable...” texto utilizado por Rifkin, J. (2007) *La economía del hidrógeno. La creación de la red energética mundial y redistribución del poder de la tierra*. Pág. 267.

²⁸¹ La propia palabra “hidrógeno” ya explica esta reacción: su nombre deriva de la raíces griegas hidra-, que significa “agua” y -gene, que significa “formador de” (Formador de agua) Ver: Seese, W. y Daub, G. [Eds.] (2005) *Química*. Pág. 414, en cuanto a la no producción de emisiones, ver: Baykara, S. (2005) “Hydrogen as fuel: a critical technology?”. *International Journal of Hydrogen Energy*. Págs. 545-553.

²⁸² Momirlan, M. y Veziroglu, T. N. (2005) “The properties of hydrogen as fuel tomorrow in sustainable energy system for a cleaner planet”. *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 30. Núm. 7. Págs. 795-802

²⁸³ Ver: Haryanto, A.; Fernando, S.; Murali, N. y Adhikari, S. (2005) “Current status of hydrogen production techniques by steam reforming of ethanol: A review”. *Energy & Fuels*. Vol. 19. Núm. 5. Págs. 2098-2106.

²⁸⁴ Ver: Lymberopoulo, N. (2005) *Hydrogen production from renewables*. Centre For Renewable Energy Sources (C.R.E.S.) European Commission DG-TREN / EESD. Pág. 1

transportar la energía producida por fuentes renovables. Por tanto, la combinación de las fuentes renovables para producir energía “limpia” y la utilización de ésta (que no se puede almacenar) para generar hidrógeno, constituyen la base de su desarrollo tecnológico²⁸⁵.

Para la generación de electricidad se requiere quemar el hidrógeno mediante turbinas de gas y ciclos combinados, o utilizarlo como combustible en motores de combustión interna y en pilas de combustible. Las principales ventajas se centran en las elevadas eficacias que pueden alcanzarse y las enormes ventajas ambientales que podría ocasionar, pues el único producto de su combustión es vapor de agua²⁸⁶.

Se pueden resaltar las aplicaciones posibles de la utilización del hidrógeno como combustible²⁸⁷:

- 1) Combustión directa: la combustión del hidrógeno con oxígeno puro conduce a la formación de vapor de agua puro, la cual genera una temperatura superior a 3.000 °C en la zona de la llama. Como consecuencia de estas temperaturas se produce NOx. Por ello, una de las variantes que se utiliza es la inyección de agua en la corriente de hidrógeno, lo que permite ajustar la temperatura. Los gases de combustión producidos pueden llevarse directamente a una turbina de gas o a un ciclo combinado para la generación de energía eléctrica.
- 2) Combustible en motores: históricamente se ha desarrollado en la industria aeroespacial, como combustible de vehículos espaciales (también puede servir como suministro de energía). Los programas espaciales son los mayores consumidores de hidrógeno líquido, habiendo adquirido gran experiencia en su manejo, que puede ser la base de futuros desarrollos. Sin embargo, esta opción es también aplicable a vehículos de transporte terrestre. Las investigaciones actuales se están centrando tanto en motores de combustión externa (motores Stirling) como interna, para vehículos de transporte terrestre, aéreo y marítimo. El uso del hidrógeno en motores de combustión interna se está desarrollando, entre otras cosas, porque son un 20% más eficaces que los que emplean gasolina.

²⁸⁵ Al respecto ver: Bermejo, I. y Garzón, M. [Trad.] (2005) *Situación Del Mundo 2005*. Pág. 212, y Miller, T. (2007) *Ciencia ambiental: Desarrollo sostenible, un enfoque integral*. Págs. 232-235.

²⁸⁶ Esto es posible sólo si se controla la temperatura para inhibir la reacción entre el nitrógeno y el oxígeno. De lo contrario produciría dióxido de carbono generando contaminación. Ver: Baird, C. (2001) *Química ambiental*. Pág. 280.

²⁸⁷ Al respecto ver: Sapiña, F. (2006) *¿Un futuro sostenible?: El cambio global visto por un científico preocupado*. Cátedra de divulgación científica. Pág. 142, y Baird, C. (2001) *Química ambiental*. Pág. 280.

- 3) Pilas de combustible: la revolución energética que supone la economía del hidrógeno se basa en el uso de este gas en las pilas de combustible²⁸⁸, en las que se combina, de forma electroquímica, con el oxígeno para la producción de una corriente eléctrica. Se prevé que su utilización, junto con los motores eléctricos y las baterías de nueva generación, sean los sustitutos de los actuales motores de combustión interna.

Los esfuerzos de Gerhard Ertl, ganador el Premio Nobel de Química en 2007 por su trabajo pionero en la química de superficie, han tenido impacto en procesos tan variados como la oxidación del hierro y el funcionamiento de las células de combustible²⁸⁹.

Una célula o celda de combustible es otra forma de nombrar a las pilas de combustible y es un dispositivo muy parecido a una batería. La principal diferencia es que la pila almacena en su interior energía química, por tanto tiene una capacidad limitada. En cambio la pila de combustible está diseñada para permitir el reabastecimiento continuo de los reactivos consumidos; es decir, produce electricidad de una fuente externa de combustible. Uno de los reactivos es siempre oxígeno, que funciona como oxidante, el combustible es hidrógeno, por lo que la pila es, sin duda, uno de los conversores energéticos más eficientes²⁹⁰.

En cuanto al recorrido histórico, fue el científico Christian Friedrich Schönbein el descubridor del principio de la célula de combustible, en 1838 en Suiza. Sus ideas quedaron plasmadas en la publicación “*Philosophical Magazine*” de la edición de enero de 1839²⁹¹. Su trabajo inspiró a su desarrollador Sir William Grove, en 1843. Las células de combustible

²⁸⁸ Las pilas de combustible son sistemas electroquímicos en los que la energía de una reacción química se convierte directamente en electricidad. Para mayor detalle ver: Heras, M.; García, G.; Torres, A.; González, A.; López, C.; Ferrando, F.; Ballesteros, M.; Zarza, E.; Lavandeira, J.; Guerra, I. y Montes, M. (2008) *Fuentes de Energía Para El Futuro*. Págs. 91-112.

²⁸⁹ Al respecto ver: Rosen, J. y Queen, L. (2010) *Encyclopedia of Physical Science, Facts on file*. Pág. 216.

²⁹⁰ Para un análisis más detallado de las pilas de combustible ver: Mosquera, M. y Merino, L. (2006) *Empresa y energías renovables. Lo que su empresa necesita saber sobre energías renovables, eficiencia energética y Kioto*. Págs. 243-251.

²⁹¹ Cabe mencionar algunos trabajos previos al de Schönbein, como el de Alessandro Volta, pionero en estudios de electricidad. Desarrolló la pila eléctrica; curiosamente fue inspirado por la disputa con el también italiano Luigi Galvani (que descubrió que el impulso nervioso es eléctrico) sobre la naturaleza de la electricidad. Para más detalle ver: Bagotsky, V. (2012) *Fuel Cells: Problems and Solutions*. Pág. 25. Asimismo, sobre Schönbein, comentar que descubrió la celulosa: “*un polímero natural que constituye el principal componente de las fibras vegetales, puede ser transformada en un material semisintético haciendo reaccionar fibras de algodón con ácido nítrico*”. Lo que después se llamaría nitrocelulosa. Al respecto ver: Ball, P. (2003) *La invención del color*. Pág. 407.

pueden utilizar gases como el metanol, biogas, gas natural y combustibles líquidos; sin embargo, el rendimiento más alto se alcanza en el hidrógeno²⁹².

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial se desató un interés por el uso del hidrógeno como combustible. Así, en la década de 1960, Harry Karl Ihrig, ingeniero de la *Allis-Chalmers Manufacturing*, construyó un tractor basado en células de combustible; el sistema utilizó hidróxido de potasio como electrolito, así como oxígeno e hidrógeno comprimidos como reactivos. El vehículo apilo 1000 celdas de poder y logro tener 20 caballos de fuerza²⁹³.

Al mismo tiempo, el científico inglés Francis T. Bacon y su grupo desarrollaron la primera celda de hidrógeno-aire. Fue una unidad capaz de accionar una máquina de soldadura. Las patentes desarrolladas por Bacon, licenciadas por Pratt y Whitney, tendrían una gran importancia en el programa espacial americano al proveer a los astronautas de electricidad y de agua potable. Siguiendo a Castellanos (2009), el término “*economía del hidrógeno*” fue utilizado por primera vez en 1962 por el electroquímico australiano John Bockris²⁹⁴. Este científico también asesoró a la General Motors y auguró que “*el hidrógeno sería el combustible de todos los medios de transporte*”²⁹⁵. La era del hidrógeno, primero en la industria del espacio, y, posteriormente en la automotriz, había comenzado²⁹⁶.

²⁹² Para mayor detalle consultar: Fijalkowski, B. (2011) *Automotive Mechatronics: Operational and Practical Issues*, Vol. 1. Pág. 351, y Soni, S. (2007) *Microbes: A Source of Energy for 21st Century*. Pág. 469.

²⁹³ Sobre los trabajos de Ihrig y el desarrollo de las primeras celdas de combustible ver: Sobha, G. (2008) *Green Technology: Earth-Friendly Innovations*. Pág. 46, Así como: Ginley, D. y Cahen, D. [Eds.] (2012) *Fundamentals of Materials for Energy and Environmental Sustainability*. Pág. 638.

²⁹⁴ Podemos resaltar que John Bockris, en su libro *The Solar-Hydrogen Alternative*, establece la posibilidad de que la fuente energética principal para las ciudades estadounidenses del futuro será mediante el hidrógeno. Establece como fecha 2050. Para más detalle, así como para una cronología sobre los principales descubrimientos del hidrógeno se puede consultar: Castellanos, R. [Ed.] (2009) *Cambio climático ¿un desafío a nuestro alcance?* Págs. 86-88.

²⁹⁵ Traducción propia de Cleveland, C. (2009) *Concise Encyclopedia of the History of Energy*. Pág. 130.

²⁹⁶ Al mismo tiempo se desarrolló la primera pila de membrana de intercambio de protones (PEMFCs) para las misiones espaciales Gemini de la NASA, trabajos realizados por Pratt & Whitney Aircraft y la General Electric. La primera misión que utilizó PEMFCs fue la Gemini V. Sin embargo, las misiones del Programa Apolo y las misiones subsiguientes Apolo-Soyuz, del Skylab, utilizaron celdas de combustible basadas en el diseño de Bacon. Ver: Bagotsky, V. (2012) *Fuel Cells: Problems and Solutions*. Pág. 32.

Sin embargo, ni el éxito en los programas espaciales logró motivar su desarrollo. Estos sistemas se limitaron a aplicaciones en las que el coste no es un problema. De hecho, el interés público y privado se desvaneció, exceptuando el caso de los militares de Estados Unidos y Canadá que continuaron con el apoyo a estos proyectos porque ofrece total autonomía energética a sus unidades a partir de hidrógeno renovable. Este apoyo ha sido decisivo para su renacimiento. Por ejemplo, la empresa *Ballard* se ha convertido en la líder en el desarrollo de células de combustible; su éxito demostrado en más de sus 300 patentes no se podría explicar sin el apoyo del ejército canadiense²⁹⁷.

El llamado “binomio hidrógeno-células de combustible”, como menciona Bermejo (2005), revela una nueva trayectoria tecnológica “*que se espera pueda revolucionar el transporte y la generación eléctrica*”²⁹⁸. Su desarrollo ofrece múltiples ventajas ya que incrementa la seguridad energética y permite eliminar los problemas de discontinuidad de las energías renovables, además de tener un enorme potencial, en cuanto a eficiencia energética se refiere. Por ello en los últimos años se cree que son una alternativa viable para la generación de energía limpia. Las compañías automotoras han anunciado nuevas tecnologías o prototipos de vehículos adoptando pilas de combustible en un esfuerzo para reducir la contaminación de la atmósfera²⁹⁹. Se están desarrollando una variedad de pilas de combustible para diferentes aplicaciones³⁰⁰.

Diversas instituciones gubernamentales comentan que las células de combustible representan: “*la tecnología más prometedora para usar el hidrógeno en la producción de electricidad*”³⁰¹. Así el Departamento de Energía de Estados Unidos establece que “*...la tecnología de células de combustible ofrece oportunidades únicas, con sustanciales reducciones en el uso de energía y en emisiones*”³⁰².

²⁹⁷ Ver: (1998) “Intel on wheels. Can a small Canadian company overthrow the internal-combustion engine?”. *The Economist*.

²⁹⁸ Ver: Bermejo, R. (2005) *La gran transición hacia la sostenibilidad: Principios y estrategias de economía sostenible*. Pág. 178.

²⁹⁹ Ver: Wang, Y. y Zhang, J. (2005) “Hydrogen production on Ni-Pd-Ce/ γ -Al₂O₃ catalyst by partial oxidation and steam reforming of hydrocarbons for potential application in fuel cells”. *Journal Fuel*, Vol. 84. Págs. 1926-1932.

³⁰⁰ Ver: Zegers, P. (2006) “Fuel cell commercialization: The key to a hydrogen economy”. *Journal of Power Sources*, Vol. 154. Págs. 497-502. Así para el desarrollo microbial de las pilas de combustible consultar: Berger, M. (2009) *Nano-Society: Pushing the Boundaries of Technology*. Pág. 212.

³⁰¹ Ver: el documento *Hydrogen and Electricity*, que publica la Comisión Europea. Pág. 3.

³⁰² El gobierno norteamericano a través del departamento de energía en su documento: *Hydrogen Posture Plan* (2004). Pág. 6.

El hidrógeno puro se considera el combustible ideal para las pilas de combustible de membrana de intercambio protónico, consideradas como las más óptimas para vehículos y pequeñas unidades de energía estacionaria³⁰³. Por ello los procesos de purificación de hidrogeno son específicos para el tipo de pila que se requiere. De ahí la importancia que revisten las celdas de combustible para su desarrollo comercial en el suministro de hidrógeno³⁰⁴. Otra alternativa que se considera como viable en la producción de hidrógeno es la realizada mediante vapor de agua, la llamada oxidación parcial mediante una distribución descentralizada³⁰⁵.

Desde un punto de vista de análisis económico, el carbón, el petróleo y el gas natural³⁰⁶, serán las fuentes idóneas para comenzar a producir hidrogeno. De hecho, como comenta Bermejo (2005), el 98% se produce por esta vía, debido a que son materias primas baratas en comparación con la producción proveniente de energías renovables (solar, eólica, biomasa, etc.)³⁰⁷. Sin embargo, se requiere que el hidrógeno producido de combustibles fósiles incluya procesos de captura y transformación del CO₂ producido³⁰⁸.

El impacto del hidrógeno en la alta atmósfera es un aspecto poco estudiado. Al ser un gas muy liviano, pequeños escapes o fugas terminarán en la misma zona donde se ubican los gases efecto invernadero. La química atmosférica es muy compleja y existen voces que advierten de posibles incidencias no

³⁰³ Estudios del Departamento de Energía de Estados Unidos muestran que los coches que utilizan PEMFC pronto serán una realidad, compitiendo con los coches convencionales de gasolina y diésel, y sin el factor negativo del petróleo, tanto por su cada vez más elevado precio como por sus efectos sobre el medioambiente. Ver: U.S. Department of Energy, Multi-Year Research, Development and Demonstration plan: Planned Program Activities.

³⁰⁴ Ver: Wang, Y. y Zhang, J. (2005) "Hydrogen production on Ni-Pd-Ce/ γ -Al₂O₃ catalyst by partial oxidation and steam reforming of hydrocarbons for potential application in fuel cells". *Journal Fuel*, Vol. 84. Págs.1926-1932.

³⁰⁵ Para mayor análisis sobre la obtención de hidrógeno mediante vapor de agua, se puede consultar: Kolb, G. (2008) *Fuel Processing for fuel cells*. Págs. 181-188.

³⁰⁶ Por otra parte, el gas natural sería el combustible más adecuado para las aplicaciones de las pilas de combustible en fuentes fijas, mientras que los hidrocarburos líquidos (gas licuado, gasolina y diesel) lo serían para aplicaciones móviles. Al respecto ver: Dicks, A. (1999) "Hydrogen generation from natural gas for the fuel cell systems of tomorrow". *Journal of Power Sources*. Vol. 61, Págs. 113-124. Así como: Farrauto, R. (2005) "Introduction to solid polymer membrane fuel cells and reforming natural gas for production of hydrogen". *Applied Catalysis B: Environmental*. Vol. 56. Págs. 3-7.

³⁰⁷ Ver: Bermejo, R. (2005) *La gran transición hacia la sostenibilidad: Principios y estrategias de economía sostenible*. Pág. 179.

³⁰⁸ Porque de forma contraria seguiría "sucio". Ver: Mosquera, M. y Merino, L. (2006) *Empresa y energías renovables. Lo que su empresa necesita saber sobre energías renovables, eficiencia energética y Kioto*. Pág. 240.

deseadas. Poco se sabe sobre estos fenómenos, por lo cual es necesaria una mayor investigación científica³⁰⁹.

El gobierno japonés ha manifestado su apuesta estratégica a favor del hidrógeno de origen renovable³¹⁰. Un ejemplo de esto es la iniciativa *Hydrogen Town Project* de suministro de ese gas a hogares a través de “hidroductos”. La iniciativa forma parte de un plan más ambicioso que el ejecutivo japonés ha denominado *Hydrogen Energy Social Infrastructure Development Demonstration Project*, cuyo objetivo final es la creación de una sociedad del hidrógeno³¹¹.

En Estados Unidos, el Congreso expresó su confianza en el enorme potencial, especialmente porque el hidrógeno cuenta con una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo el combustible para los automóviles, la distribución en una central eléctrica y la generación de energía térmica. Así se reconoce que el desarrollo de este abundante elemento sirve como un vector energético, por lo que ayudará a abordar las preocupaciones nacionales sobre el suministro de energía, la seguridad y la protección del ambiente³¹².

Como comenta Bermejo (2005), existe una gran competencia por tener un liderazgo en un mercado que en teoría será el futuro energético del planeta. En este sentido “*un estudio de la consultora Pricewaterhouse-Coopers establece que el mercado de hidrógeno alcanzará 46.000 millones de dólares en 2011 y más de 2,5 billones en 2021*”³¹³.

Por su parte, la Comisión Europea señala que los beneficios del hidrógeno y de las pilas de combustible son numerosos, pero “*no se apreciarán plenamente mientras no se utilicen de forma generalizada. En los sistemas de pilas de combustible basados en el hidrógeno, las emisiones de carbono son nulas o muy bajas, y nulas las emisiones de sustancias nocivas para el aire ambiente tales como el dióxido de nitrógeno, el dióxido de azufre o el monóxido de carbono*”³¹⁴. Además comenta: “*El binomio hidrógeno y*

³⁰⁹ Ver: Menéndez, E. y Feijóo, L. (2005) *Energía y Conflictos Internacionales. Política, Tecnología y Cooperación*. Pág. 126.

³¹⁰ Ver: Kashiwagi, T. (2004) *Graduate School of Bio-Applications and Systems Engineering*.

³¹¹ Para más detalle ver: informe de prensa del Ministerio de Economía.

³¹² Ver: Comisión Europea (2006) *Hydrogen Posture Plan*.

³¹³ Ver: Bermejo, R. (2005) *La gran transición hacia la sostenibilidad: Principios y estrategias de economía sostenible*. Pág. 179.

³¹⁴ Ver: Comisión Europea (2003) *La Energía del hidrogeno y las Pilas de combustible. Una visión para nuestro futuro*. Pág. 11.

electricidad constituye un concepto verdaderamente sostenible, cuando es utilizado en conjunción con recursos energéticos primarios sostenibles”³¹⁵.

La Comisión Europea, en el Libro Verde, comenta: “*Estrategia Europea para una energía segura, competitiva y sostenible*”³¹⁶. En este documento establece al hidrógeno como una energía limpia y verde, cualquiera que sea su origen y como ya hemos visto esto depende de las fuentes de energía.

El Consejo Europeo por las Energías Renovables indica que el 98% del hidrógeno se produce a partir de combustibles fósiles y propone que sólo se defina como hidrógeno renovable el que tiene tal origen. Asimismo, las estrategias se orientan a promocionar el transporte por carretera y especialmente el automóvil, obviando la necesidad de potenciar el transporte colectivo.

Está claro que esta tecnología presenta ventajas interesantes ya que, entre otras, puede utilizarse para la producción estática de electricidad en todo tipo de transporte y aparatos portátiles. Además, “*las ventajas medioambientales se multiplican cuando la limpieza del combustible se combina con la alta eficiencia de la pila: de 2 a 3 veces superior a la de un motor térmico convencional*”³¹⁷. Por último, una de las grandes ventajas que las pilas de combustible pueden llegar a tener, además de la eficiencia, es mejorar la seguridad en el suministro por ser una tecnología sustentable³¹⁸.

1.5.2 La clasificación de las pilas de combustible

Existen diversas formas de clasificar las pilas de combustible³¹⁹. Una de las formas más comunes de clasificar las pilas de combustible es según el tipo de electrolito utilizado, ya que este determina la temperatura de

³¹⁵ Ver: Comisión Europea, (2002) *Hydrogen and Electricity. Sixth Framework Programme [2002-2006]*. Pág. 1.

³¹⁶ Ver: Comisión Europea (2006) *Libro Verde: Estrategia Europea para una energía sostenible, competitiva y segura*. Pág. 105

³¹⁷ Ver: Mosquera, M. y Merino, L. (2006) *Empresa y energías renovables. Lo que su empresa necesita saber sobre energías renovables, eficiencia energética y Kioto*. Pág. 250.

³¹⁸ Diversos estudios muestran que “*que los sistemas de pila de combustible logran una mayor eficiencia en la operación de carga parcial, mientras que los motores de combustión interna requieren plena carga*” Traducción propia de: Edinger, R. y Kaul, S. (2003) *Sustainable Mobility: Renewable Energies for Powering Fuel Cell Vehicles*. Pág. 85.

³¹⁹ Se pueden usar diferentes criterios de clasificación como el rendimiento, el tipo de reactivo, temperatura, tamaño, etc. Al respecto: Sapiña, F. (2006) *¿Un futuro sostenible?: El cambio global visto por un científico preocupado*. Pág. 76.

funcionamiento del sistema. Con este criterio, siguiendo a Bermejo (2005), podemos clasificarlas en cuatro tipos: las de Membrana de Intercambio de Protones (MIP), también conocida como Membrana Plástica; las de Ácido Fosfórico (AF); las de Carbonato Fundido (CF); y las de Óxido Sólido (OS)³²⁰.

La más importante en cuanto a su uso y funcionamiento es la MIP, que utiliza hidrógeno puro, porque no funciona adecuadamente con el carbono. Originalmente funcionaban a 80°C, pero, debido a esta baja temperatura de funcionamiento, necesitan catalizadores de platino, aunque se está consiguiendo rebajar los costes reduciendo drásticamente la cantidad utilizada. Su uso se ha generalizado en el mercado de vehículos de carretera. También domina el mercado de células pequeñas y compite en el mercado de grandes células estacionarias³²¹.

Las células OS también operan con hidrógeno puro. Los prototipos funcionan a unos 1.000 °C; se está trabajando en reducir la temperatura continuamente, lo que permitirá reducir costes. Con la tecnología actual necesitan de varios minutos para arrancar y no pueden cambiar de potencia rápidamente, por lo que la investigación se centra en su utilización para usos estacionarios (son consideradas más adecuadas que las MIP en caso de potencias elevadas) y auxiliares (por ejemplo, en la sustitución de los alternadores en los vehículos actuales).

En el caso de las células AF, su principal ventaja es que no son necesarios electro catalizadores o metales nobles³²². Se han desarrollado principalmente en el mercado de células estáticas. En este mercado se encuentran las de CF, que necesitan que el hidrógeno tenga carbono, con potencias que van de 200 KW hasta 5 MW. Se contempla que la producción en masa de las células se va a producir primero en portátiles, después en instalaciones fijas y, por último, en la automoción.

Las células de combustible portátiles son las que cuentan con el crecimiento más acelerado del segmento³²³. Una muestra es el aumento en el número de patentes en 2010: Estados Unidos y las oficinas europeas publicaron un total de 1.801 patentes de pilas de combustible concedidas. El aumento equivale

³²⁰ Ver: Bermejo, R. (2005) *La gran transición hacia la sostenibilidad: principios y estrategias de economía sostenible*. Pág.184.

³²¹ Ver: Fleischer, T. y Oertel, D. (2003) *Fuel Cells. Impact and consequences of fuel cells technology on Sustainable Development*. Institute for Prospective Technological. Comisión Europea. Pág. 28.

³²² Ver Poggi-Varaldo, H.; Martínez, A.; Pineda-Cruz, J. y Caffarel-Méndez, S. [Eds.] (2009) *Libro ciencia y tecnología*. Pág. 287.

³²³ Ver: El informe: Plataforma Europea del Hidrógeno y las Pilas de Combustible del 2005.

al 347% de crecimiento en el número de patentes anuales durante la década. Así, la revista de patentes 2011 realiza una comparación de las patentes de células de combustible con las concedidas en 2000 y 2005 y las concedidas en los siguientes cinco años, de 2005 a 2010. Se aprecia un crecimiento significativo en la propiedad intelectual.

Muchos analistas coinciden en que existe un gran mercado potencial para las células de combustible estacionarias. De acuerdo con su tamaño, han sido agrupadas en dos grupos: pequeñas aplicaciones (0,5-10 KW) y grandes aplicaciones (> 10 KW). Respecto del primer grupo, se están empezando a instalar células en empresas y servicios públicos como reserva para casos de corte de electricidad. Según un estudio de Plug Power, las células tienen en este momento unos costes equivalentes a los de las tecnologías convencionales, y, si se tienen en cuenta los costes a lo largo de la vida, las células resultan más baratas³²⁴. El Presidente del Consejo de Administración de la empresa, George McNamee, comentó: *“La expansión y mejora de la legislación fiscal es el resultado de la impresionante relación que el Senador Schumer ha sido capaz de establecer con las empresas del sector de las pilas de combustible”*³²⁵.

Aunado a lo anterior, diversas empresas están trabajando con el fin de comercializar células para producir electricidad y agua caliente en viviendas y proporcionar un servicio básico. Para las puntas de consumo se utilizaría la red eléctrica.

Una muestra es que en Estados Unidos, Canadá, la UE y Japón tienen programas para fomentar el uso de células en viviendas³²⁶. De hecho, algunas multinacionales están interesadas en el sector. Se cree que en Estados Unidos hay más de un cuarto de millón de viviendas, principalmente ubicadas al oeste, que están fuera de la red eléctrica. Estas viviendas tienen en común un alto conocimiento y gran compromiso ambiental. Estos hogares “ecológicos” logran su suministro mediante un híbrido de múltiples

³²⁴ Por ello se espera que este mercado se expanda rápidamente: esta reducción de costos esta altamente motivada por el beneficio fiscal actual.

³²⁵ Al respecto se puede consultar la comunicación institucional de Plug power inc. Del 26/julio/2011. Consultado 7/09/2014 y disponible: <http://www.globenewswire.com/newsroom/news.html?d=227502>

³²⁶ Ver: Bermejo, R. (2005) *La gran transición hacia la sostenibilidad: principios y estrategias de economía sostenible*. Pág. 185.

recursos, combinación de energías renovables y pilas de combustible. Por ello, el sector prevé un fuerte crecimiento³²⁷.

Hay que resaltar el lento avance en la comercialización de las pilas de combustible. Podemos señalar, siguiendo a Zegers (2006), que esta barrera es producida por el alto costo y la falta de confiabilidad³²⁸. Por ello son necesarias acciones a corto y medio plazo que puedan dar lugar a una rápida comercialización, tales como:

- 1) La identificación de los nichos de mercado.
- 2) La reducción de costes de combustible de hidrógeno en los sistemas para los vehículos particulares que requieren tiempos de vida cortos.
- 3) Fiabilidad relacionada con una larga vida útil (40.000-100.000 h).
- 4) Investigación para resolver los problemas técnicos, por lo que es necesario fomentar las sinergias.

1.5.3 La producción de hidrógeno

La producción de hidrógeno se realiza mediante diversos métodos que requieren la separación del hidrógeno de otros elementos químicos como el carbono y el oxígeno. “Se estima que el 96% de la producción mundial de hidrógeno se obtiene a partir de materias primas fósiles... El método más utilizado es el de gas de síntesis que consiste en mezclas de hidrógeno, monóxido de carbono (productos principales), dióxido de carbono, vapor de agua añadido en exceso y otros productos formados en reacciones secundarias”³²⁹. La proporción entre los diferentes componentes depende tanto de las materias primas utilizadas como del proceso de obtención. En el proceso es necesario eliminar los componentes restantes hasta conseguir que el hidrógeno tenga una pureza suficiente para las posteriores aplicaciones.

La industria petroquímica utiliza la separación del hidrógeno con el fin de obtener abonos nitrogenados, plásticos, resinas, disolventes, etc. Otro de los usos de la producción de hidrógeno es la destinada a la propulsión de

³²⁷ Ver: Nota de prensa “Fuel Cells and the Off-Grid Power Market” en la agencia Reuters. Consultado 9/9/2015 y disponible: <http://www.reuters.com/article/2011/04/20/idUS400719958520110420>

³²⁸ Ver: Zegers, P. (2006) “Fuel cell commercialization: The key to a hydrogen economy”. *Journal of Power Sources*, Vol. 154. Págs. 497-502.

³²⁹ Botas J.; Calles J.; Dufour J. y San Miguel G. (2005) “La economía del hidrógeno –una visión global sobre la revolución energética del siglo XXI”. *Acta Científica y Tecnológica. Revista de la Asociación Española de Científicos*. Vol. 9. Págs. 33-36.

cohetes, así como para producir electricidad y agua mediante pilas de combustible en las naves espaciales, en la industria siderúrgica, electrónica, etc. Un dato curioso es que sólo el 5% del hidrógeno que se produce es vendido. Sin embargo, como hemos descrito, su potencial es enorme. Su uso en el transporte está por desarrollar³³⁰, aunque hay numerosos ejemplos, desde el Airbus que pretende usar esta tecnología como fuente alternativa para suministrar energía eléctrica, hasta los coches convencionales³³¹.

1.5.3.1 Los procesos de obtención de hidrógeno

Se comentan brevemente los principales procesos de obtención de hidrógeno:

- 1) Electrolisis del agua: consiste en la ruptura de la molécula de agua, mediante una corriente eléctrica que permite generar hidrógeno y oxígeno. En términos medioambientales, el proceso es amigable ya que no produce emisiones de CO₂ in situ. Sin embargo, la forma en la cual se genera la electricidad que se necesita para producir la electrolisis, podría contribuir al calentamiento global por emisión de CO₂.³³²
- 2) Gasificación: consiste en un proceso de combustión incompleta a partir de combustibles sólidos o líquidos para obtener gas de síntesis. En el caso del carbón, éste es tratado con vapor de agua, de manera que se obtiene monóxido de carbono e hidrógeno. Se trata de una reacción que necesita temperaturas muy elevadas para que se produzca, por lo que se añade una pequeña cantidad de oxígeno de manera que se produce su oxidación parcial que libera energía. Para obtener mejores resultados es necesario que la mezcla esté a una temperatura mínima de 700 °C, por lo que este proceso

³³⁰ Ver: Altmann, M. (2004) *Potential for Hydrogen as a Fuel for Transport in the Long Term (2020-2030)*. Comisión Europea, Bruselas.

³³¹ Ver: Nota de prensa de Airbus “Airbus y Parker Aerospace unen sus fuerzas en el desarrollo de la tecnología de pilas de combustible para mejorar la ecoeficiencia en la aviación” disponible en:

http://www.airbus.com/no_cache/presscentre/pressreleases/press-release-detail/detail/airbus-y-parker-aerospace-unen-sus-fuerzas-en-el-desarrollo-de-la-tecnologia-de-pilas-de-combustibl/

³³² Para evitar este hecho, la energía eléctrica debe ser generada a partir de fuentes de energía no fósiles que cumplan las elevadas necesidades energéticas, como la energía solar, eólica, hidráulica o nuclear. Sin embargo estos esquemas no han sido aún utilizados, principalmente debido al pesimismo sobre la energía nuclear y la baja eficacia del proceso de electrolisis. Ver: Dunn, S. (2002) “Hydrogen futures: toward a sustainable energy system”. *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 27. Págs. 235-264.

se suele realizar entre 800 y 1500 °C. Por eso el proceso tiene un consumo energético elevado, aunque es menor que en el caso de la electrolisis³³³.

- 3) Oxidación parcial: consiste en la elaboración de una reacción exotérmica, en la que un combustible reacciona con una cantidad de oxígeno inferior a la necesaria para que se produzca la combustión completa. La reacción da como resultado el hidrógeno. Este método tiene la ventaja de estar muy desarrollada. Sin embargo produce CO₂, lo cual es un problema, puesto que las materias primas suelen ser combustibles fósiles. Otro inconveniente es el elevado coste de inversión³³⁴.
- 4) Reformado con vapor: consiste en una reacción del combustible con vapor de agua formando dióxido de carbono e hidrógeno. Es una reacción endotérmica, por lo que es necesario un aporte extra de calor para que tenga lugar la reacción. Esto puede solventarse, sin afectar al buen diseño ambiental, mediante el aporte de energía que provenga de fuentes renovables, o bien a partir de otros combustibles, siempre que el procesamiento de los mismos incluya mejoras medioambientales³³⁵. Igual que en el caso de la oxidación parcial, este proceso cuenta con una tecnología madura. La ventaja que presenta es un menor coste de inversión³³⁶.

1.5.3.2 El almacenamiento del hidrógeno

Uno de los principales retos a los que se enfrenta el hidrógeno como vector energético, es conseguir que se generalice el uso. Para ello es imprescindible lograr que su transporte y almacenamiento sean más económicos que los costes actuales.

Existen distintas formas de almacenar hidrógeno, para aplicaciones estacionarias como para el sector del transporte, dependiendo de diferentes factores como el proceso final en el que se vaya a emplear la densidad

³³³ Lo que distingue a este proceso es que se producen grandes cantidades de dióxido de carbono que, en el caso del uso de carbón, genera problemas ambientales. Si se utiliza la biomasa, esto no es inconveniente, porque la cantidad de CO₂ producida es la misma que la cantidad captada del ambiente. En balance, resulta una contribución nula a la emisión de gases de efecto invernadero. Ver: Fernández, M. y Alcaraz, A. (2001) “Gasificación integrada a ciclos integrados”. *Boletín IIE*, Vol. 25, Núm. 5. Págs. 283-288.

³³⁴ Ver: Brown, L. (2001) “A comparative study of fuels for on-board hydrogen production for fuel-cell-powered automobiles”. *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 26. Págs. 381-397.

³³⁵ Brown, L. (2001) “A comparative study of fuels for on-board hydrogen production for fuel-cell-powered automobiles”. *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 26. Págs. 381-397.

³³⁶ Por otro lado, también se presenta el inconveniente de la generación de dióxido de carbono, pero la contribución al calentamiento global dependerá del tipo de materia prima que se utilice.

energética requerida, la cantidad a almacenar y la duración del almacenamiento. Siguiendo a Sapiña (2011), el almacenamiento de hidrógeno es una tecnología madura y que aunque se debe mejorar en costes, su eficiencia es alta, sin embargo su volumen y peso complica su utilización³³⁷. Las tres principales formas de almacenar el hidrógeno son e sus estados (gas, líquido, y sólido).

1.5.3.2.1 Hidrógeno gaseoso

Es el método más común de almacenar hidrógeno. Un ejemplo son los tanques de acero y los tanques de composición ligera diseñados para aguantar presiones más altas, que se están convirtiendo en los más comunes. Por otra parte, el *Cryogas*, hidrógeno gaseoso refrescado a las temperaturas criogénicas, es otra alternativa que se puede utilizar para aumentar la densidad de energía volumétrica del hidrógeno gaseoso.

En el caso de que se requiera almacenar el gas de hidrógeno a altas presiones, el método que en la actualidad se utiliza es el de las microesferas de cristal. Los dos esquemas siguientes muestran los métodos más prometedores para almacenar hidrógeno gaseoso a alta presión: tanque compuesto y microesferas de cristal.

Las ventajas en la utilización del tanque compuesto son, entre otras, su bajo peso, que está comercialmente disponible. El diseño hace que el tanque soporte presiones de 350-700 bares. No requiere intercambiadores de calor internos y pueden utilizarse para *cryogas*. Sus principales desventajas son que se necesita un gran volumen, que su forma cilíndrica hace que sea complicado el almacenaje en el espacio disponible, su alto coste y la energía que se necesita para obtener las altas presiones.

1.5.3.2.2 Microesferas de cristal

El proceso se puede describir por tres pasos: carga, relleno y descarga. En la carga las esferas se llenan de H₂ a alta presión (350-700 bares) y a alta temperatura (300°C). En el relleno las microesferas se enfrían a temperatura ambiente y se transfieren al tanque de baja presión del vehículo. Finalmente,

³³⁷ Para más detalle ver: Sapiña, F. (2011) *El reto energético: Gestionando el legado de Prometeo*. Pág. 69.

en la recarga, las microesferas se calientan a 200-300 °C para el lanzamiento controlado de H₂ para el funcionamiento del vehículo.

Uno de los inconvenientes de este método son las dificultades técnicas que se encuentran para lograr densidad volumétrica y la alta presión requerida. De hecho, a temperatura ambiente dejan escapar hidrógeno. Otro problema práctico es el tiempo que se pierde en completar el ciclo. Por otra parte, la dificultad operacional radica en la necesidad de añadir calor a temperaturas más altas que las que la disponible por la célula de combustible.

Por otro lado, existen algunas ventajas como el potencial de ser seguras y que almacenan H₂ a una presión relativamente baja. Esto permite costes bajos del envase. Las áreas de oportunidad de crecimiento son: desarrollo de cristales más fuertes; desarrollo de técnicas específicas que disminuyan el coste de producción; desarrollo de técnicas para mejorar la permeabilidad del hidrógeno; y el desarrollo de técnicas de control de permeabilidad por métodos no térmicos.

1.5.3.2.3 Hidrógeno líquido

Se describirán a continuación dos maneras de almacenamiento de hidrógeno líquido. La más utilizada es enfriarlo hasta temperaturas criogénicas (-253 °C). La segunda opción es almacenar hidrógeno como constituyente en otros líquidos³³⁸.

- 1) Hidrógeno Líquido Criogénico (LH₂). Tiene una densidad energética mayor que cuando se obtiene comprimiendo el gas; sin embargo, entre el 30 al 40% de la energía se pierde en la producción. Por ello, la opinión general sobre el hidrógeno líquido es que no presenta garantías de seguridad y que se necesitan equipos tecnológicamente muy avanzados para su aprovechamiento³³⁹.
- 2) Hidrogeno como constituyente de otros líquidos. A) Soluciones de NaBH₄: estas soluciones pueden utilizarse como medio para almacenar hidrógeno líquido. La ventaja que tiene este método es que permite controlar la generación de hidrógeno. Por contraparte, su desventaja es su elevado coste. No obstante, hay algunas compañías estadounidenses y japonesas que la están estudiando. B) Líquidos Orgánicos Recargables: el proceso se realiza al deshidrogenizar un líquido orgánico para producir H₂. Acto seguido se transporta hasta la planta central de procesos, mientras que simultáneamente se recircula el tanque con un líquido nuevo rico en hidrógeno. Por último, el líquido agotado en hidrógeno necesita rehidrogenarse, volviendo a la composición inicial.

Los sistemas de almacenaje de hidrógeno en estado líquido son superiores respecto de los problemas relacionados con el peso y el tamaño que tenían los sistemas de almacenaje de gas a alta presión, no obstante, a temperaturas criogénicas. Además, enfriando el hidrógeno hasta que su estado se vuelva líquido, aumenta su densidad, con lo que se hace más fácil su transporte.

El hidrógeno no se puede almacenar indefinidamente en estado líquido, porque en algún momento el tanque deja permear calor al interior. Este calor hará que el hidrógeno se evapore, y, por tanto, la presión del mismo aumentará. Los tanques de almacenaje de hidrógeno líquido estacionarios (inmóviles) normalmente son de forma esférica.

³³⁸ Ver: Zhou, L. (2005) "Progress and problems in hydrogen storage methods". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 9. Págs. 395-408.

³³⁹ Se ha probado su utilización comercial como combustible en vehículos, y en el futuro también se puede utilizar como combustible para aviones. Las principales investigaciones que se están llevando a cabo son: desarrollar procesos de licuefacción más eficientes; disminuir el coste de los contenedores.

De todos los métodos que hemos mencionado para almacenar el hidrógeno en estado líquido, se puede concluir, como dice Züttel, que “*La gran cantidad de energía necesaria para la licuar y la continua evaporación del hidrógeno, limita el posible uso de líquidos, sin embargo es posible utilizarlo en sistemas de almacenamiento donde el costo de hidrógeno no es un problema y el gas se consume en poco tiempo*”³⁴⁰. Recordemos que el transporte y el manejo del hidrógeno líquido incluyen el transporte de sustancias tóxicas peligrosas, por lo que se requiere una infraestructura industrial segura y que permita disminuir los costes de producción.

1.5.3.2.4 Hidrógeno sólido

Almacenar hidrógeno en materiales sólidos se presenta como una forma segura y eficiente de almacenar energía. Principalmente se agrupan en cuatro tipos de materiales: carbón y otros materiales de gran área superficial; hidruros químicamente reactivos con agua; hidruros termoquímicos e hidruros recargables.

Durante la última década se han realizado números estudios para evaluar materiales con base de carbón como contenedor de hidrógeno. Las pruebas demuestran que es posible a temperaturas criogénicas, y se necesitan carbones de gran área superficial³⁴¹. Por tanto, al ser poco fiables, se esta desechando esta posibilidad. En contraparte, se han adoptado otros materiales como las zeolitas: aluminosilicatos complejos de gran área superficial. Estos materiales permiten modificaciones estructurales, tienen un área superficial extremadamente grande y son muy versátiles.

1.5.3.2.5 Comparación de los métodos

Al comparar los tres métodos de almacenaje de hidrógeno se desprende que las ventajas del hidrógeno en estado sólido son: menor volumen, menor presión y mayor pureza.

El hidrógeno en gas comprimido y el hidrógeno en estado líquido son las dos formas que comercialmente son más viables, pero se deben desarrollar

³⁴⁰ Ver: Züttel, A. (2003) “Materials for hydrogen storage”. *Materials Today*. Vol. 6. Págs. 24-33.

³⁴¹ Mediante el fenómeno de absorción (proceso por el cual átomos, iones o moléculas son atrapadas o retenidos) los materiales superiores al 1% de carbono contenido facilitan el proceso. Ver: Poggi-Varaldo, H.; Martínez, A.; Pineda-Cruz, J. y Caffarel-Méndez, S. [Eds.] (2009) *Libro ciencia y tecnología*. Pág. 261.

los sistemas de almacenaje para que la relación coste-eficiencia aumente. Un punto a tener en consideración es la seguridad en los sistemas.

El empleo de hidrógeno como combustible para los medios de transporte se enfrenta con la problemática del diseño de los vehículos, que deben incorporar un espacio de almacenaje en el propio vehículo, cumpliendo los requisitos de seguridad y costes. El Departamento de Energía de Estados Unidos establece como una de sus metas conseguir en el almacenamiento de hidrógeno al menos una eficiencia en peso (relación entre el hidrógeno almacenado y el peso del sistema de retención) del 6% o, expresado en densidad, 60 kg, ya que un vehículo con una pila de combustible de hidrógeno necesitaría más de 3 kg de hidrógeno para una autonomía de unos 500 km. El plan deja fuera a los sistemas de gasolina con un 14% de eficiencia y diésel con un 20%³⁴².

1.5.4 Las perspectivas de desarrollo

La Unión Europea considera el hidrógeno como uno de los principales recursos que permitirán crecer en la diversificación y así no depender sobremedida de las importaciones³⁴³. Recordemos que en 2005 el 52,3% de los recursos energéticos fueron importados³⁴⁴. En este sentido las prioridades de energía se expresan *“la necesidad de integrar la investigación y desarrollo... se le dará prioridad al transporte almacenamiento del hidrógeno a gran escala y su combinación con las células de combustible... para aplicaciones residenciales se podría esperar a partir de 2015 y los vehículos de hidrógeno en 2020”*³⁴⁵.

³⁴² Ver: Hynek, S.; Fuller, W. y Bentley, J. (1997) “Hydrogen storage by carbon absorption”. *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 22. Pág. 602.

³⁴³ Como comenta Barrett (2005), se requiere *“Una estrategia de investigación y el despliegue tiene que coincidir con los requisitos básicos para la energía en las sociedades modernas, por estar ampliamente disponibles, asequibles y respetuosos del medio ambiente. Esta estrategia también tiene que reflejar el potencial técnico y económico”*. Ver: Barrett, S. (2005) “Progress in the European Hydrogen & Fuel Cell Technology Platform”. *Fuel Cells Bulletin*. Vol. 4. Págs. 12-17.

³⁴⁴ Ver: Lucha contra el cambio climático: La Unión europea lidera el camino. (2007), consultado 10/10/ 2014 en: <http://ec.europa.eu/publications/booklets/move/70/es.pdf>

³⁴⁵ Ver: El documento. *European electricity highways*. Pág. 71. Consultado el 10/10/2014 y disponible en: http://ec.europa.eu/energy/infrastructure/strategy/2020_en.htm

Probablemente estas prioridades generarán una competición intensa por el liderazgo entre Estados Unidos, la Unión Europea y Japón³⁴⁶. Se considera que Japón tiene el programa más coherente de promoción de hidrógeno, puesto en marcha en 1993, pero tanto Estados Unidos como la Unión Europea han incrementado fuertemente sus fondos³⁴⁷.

El gobierno estadounidense ve necesario comunicar las ventajas de esta tecnología con el fin de atraer inversión³⁴⁸. Aunado a lo anterior, el gobierno de Estados Unidos ha establecido tres escenarios: en el primero se prevé una producción de mil vehículos de células de energía para el año 2015 y de cien mil unidades para el 2019. En el segundo y tercer escenario se prevé la misma cifra de producción, lo que cambia son los compromisos de entrega, que serían para 2013 y 2018. Respectivamente, en ambos casos, la distinción se presenta en la prenegociación de mercado a 2025³⁴⁹.

Po su parte, desde los años 90 China ha decidido invertir significativamente en células de combustible (se encuentra entre los primeros doce proyectos del actual programa de I+D). Desde 2005 el transporte de autobuses urbanos opera con células de hidrógeno y ha firmado un acuerdo con BP para el desarrollo de una estación de abastecimiento³⁵⁰.

Podemos destacar diferentes trabajos que la Unión Europea ha presentado, como “*Hacia un Mapa de Ruta europeo de la energía del Hidrógeno*”. En el documento se presentan las acciones a seguir hasta el año 2050, por lo que se divide en dos grandes fases. La primera fase (hasta el 2020) estipula que los proyectos en I+D proyecten los posibles nichos de mercado para los vehículos cuya fuente es el hidrógeno. Se cree que no serían un mercado competitivo hasta el final de la década³⁵¹.

³⁴⁶ Estos tres lideran la investigación sobre el hidrógeno y han marcado una hoja de ruta a 50 años vista para lograr la transición a la economía de hidrógeno. Ver: El documento. *Hydrogen & Fuel Cells: Review of National Research and Development (R&D) Programs*.

³⁴⁷ Ver: Bermejo, R. (2005) *La gran transición hacia la sostenibilidad: principios y estrategias de economía sostenible*.

³⁴⁸ Esta comunicación efectiva permite asegurar la coordinación de distintos proyectos, compartir la información e intercambiar experiencias. Ver: *The Hydrogen and Fuel Cells Interagency Action Plan* (2011) Department of Energy. Pág. 32, consultado y disponible en http://www.hydrogen.gov/pdfs/hydrogen_fuelcell_interagency_action_plan.pdf

³⁴⁹ En los tres escenarios se prevé una penetración de Mercado para el año 2025 de 2 millones, 5 millones y 10 millones de vehículos, respectivamente para cada escenario. Ver: McQueen, S. [Ed.] (2008) *Analysis of the Transition to Hydrogen Fuel Cell Vehicles and the Potential Hydrogen Energy Infrastructure Requirement*. US. Department of Energy.

³⁵⁰ Ver: Jingguang, L. (2006) *Demonstration for Fuel Cell Bus Commercialization in China*.

³⁵¹ En la segunda fase (comienzos de 2020), se prevé una producción masiva de vehículos. Se busca que para el año 2040 las células de combustible sean la tecnología dominante en

En este documento se esbozan los escenarios que el hidrógeno alcanzaría, a partir del año 2015: una cuota del 2% en el mercado de combustibles. En los siguientes cinco años, se prevé la interconexión de redes de hidrógeno locales y una significativa producción de fuentes renovables, por lo que, a finales del año 2020, el hidrógeno obtendría una cuota del 5% en el mercado de combustibles³⁵².

Estas ideas ya se contemplaban en el documento “*La Energía del hidrógeno y las Pilas de combustible. Una visión para nuestro futuro*”. Se subraya la necesidad de efectuar una planificación estratégica con el fin de redoblar esfuerzos en materia de investigación y desarrollo. El trabajo parte de la preocupación por la dependencia del petróleo y busca dar un impulso a estas tecnologías; por ello establece como prioritario contar con un marco político coherente en las áreas de energía, transporte y medio ambiente, así como una financiación que impulse estas tecnologías en conjunto, con medidas educativas y socioeconómicas que mejoren la percepción social³⁵³.

Desde 1986 se han desarrollado 200 proyectos con una inversión de 550 millones de euros, pero de estos se debe destacar la adopción del programa Horizonte 2020, que cuenta con un presupuesto de casi 80 mil millones de euros en siete años (2014-2020)³⁵⁴. Horizonte 2020 es el programa de

transporte, aunque no se prevé el uso del hidrógeno en la aviación hasta 2050. En lo que respecta a la infraestructura del hidrógeno, se contempla la producción local de hidrógeno a partir de convertidores de gas natural y electrólisis. Se prevé la creación de redes locales de distribución y grupos locales de estaciones de servicio. Ver: *HyWAYS: the European Hydrogen Roadmap. (2008) European Commission under the Sixth Framework Programme.* Pág 22. Disponible y consultado 17/11/2012 en: ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/energy/docs/hyways-roadmap_en.pdf

³⁵² Se espera que para el año 2040 la producción sea a partir de fuentes renovables. Si se usaran combustibles fósiles sería utilizando el procedimiento de secuestro de dióxido de carbono y de energía nuclear. Ver: Bunker, U. y Landinger, H.(2004) *Considering a Basic Area-Wide Hydrogen Fuelling Station Network in Europe.* HyNet. Págs. 23-25.

³⁵³ El programa considera necesario contar con una iniciativa de desarrollo empresarial que reúna a distintas organizaciones financieras con el fin de liderar la explotación de la tecnología e incrementar la cooperación internacional, para acelerar las tecnologías de la energía sostenible. Ver: *La Energía del hidrógeno y las Pilas de combustible. Una visión para nuestro futuro.* (2003) Dirección General de Investigación Dirección General de Energía y Transportes.

³⁵⁴ Los principales temas son: la producción de hidrógeno, incluidos los procedentes de fuentes renovables, la distribución y almacenamiento. Pilas de combustible más durables y rentables, la integración de la tecnología de pilas de combustible en aplicaciones estacionarias de energía, los vehículos propulsados por hidrógeno, mejores políticas para promover una transición a un sistema energético más limpio que se benefician de las

investigación más grande de la UE y uno de los mayores de fondos públicos en todo el mundo³⁵⁵. Derivado de este programa se creó el Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (EIT) con el objetivo de contribuir a un crecimiento económico sostenible y a la competitividad industrial; el instituto busca reforzar la capacidad de innovación, mediante la plena integración del triángulo del conocimiento³⁵⁶.

También subrayamos el documento: “*First interim evaluation of the Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking*”³⁵⁷. Los objetivos fueron acelerar significativamente la introducción en el mercado de las pilas de combustible y tecnologías del hidrógeno, al darse cuenta de su potencial como instrumento para lograr una evaluación de la calidad.

tecnologías del hidrógeno. Ver: *Comisión Europea. Dirección General de investigación e Innovación* (2014) Programa Horizonte 2020.

³⁵⁵ También es de los programas que han recibido un fuerte aumento de la financiación -un salto de casi 30 por ciento en términos reales-. De ahí su importancia. Se destaca la votación en 2013 del marco financiero plurianual de la UE (MFP) para los años 2014-2020, el cual es resultado de dos años y medio de intensas negociaciones. Por ello el Presidente de la Comisión Europea, José Manuel Barroso, comentó: “*Este es un gran día para Europa... la Unión Europea invertirá casi € 1 billón en el crecimiento y el empleo entre 2014 y 2020... Hay fondos para que podamos construir nuestra manera de salir de la crisis, el apoyo financiero para aquellos por debajo de la línea de pobreza o en busca de un trabajo, las oportunidades de inversión para las pequeñas empresas, y la Asistencia a las comunidades locales, los agricultores, los investigadores y los estudiantes. Este es un acuerdo que ayuda a todas las familias en toda Europa. Europa es parte de la solución*” Ver: Comisión Europea. *One trillion euro to invest in Europe's future – the EU's budget framework 2014-2020*.

³⁵⁶ El Instituto fue creado en virtud del Reglamento (CE) Núm. 294/2008 y presentó la Agenda de Innovación Estratégica.

³⁵⁷ Es una investigación público privada sobre el desarrollo tecnológico de las pilas de combustible y tecnologías de energía de hidrógeno, para lo cual se creó la empresa FCH y es consecuencia de lo establecido en el Reglamento (CE) nº 521/2008. Consultado el 26/11/2013 y disponible en: http://bookshop.europa.eu/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EU-Bookshop-Site/en_GB/-/EUR/ViewPublication-Start?PublicationKey=KINA24862

2 Energías renovables

La disponibilidad de recursos energéticos es uno de los factores más importantes en el desarrollo tecnológico de las naciones. A su vez, el desarrollo tecnológico determina la utilización de ciertos tipos de energía y, por tanto, la disponibilidad de ese recurso. La crisis del petróleo en los años 70, descrita en el Capítulo I, lleva a considerar que las energías renovables podrían ser una alternativa energética que permita alcanzar un mayor grado de independencia en la generación eléctrica, hoy producida mayormente a través de hidrocarburos.

Cabe puntualizar que se llama energía renovable a aquella que, administrada en forma adecuada, puede explotarse ilimitadamente, es decir, su cantidad disponible no disminuye a medida que se aprovecha³⁵⁸. Para tener un esquema de desarrollo sostenible es indispensable que la mayoría de los recursos, y particularmente la energía, sean del tipo renovable³⁵⁹.

La principal fuente de energía renovable es el sol. Como se explicará más adelante, el sol envía a la Tierra únicamente energía radiante, es decir, luz visible, radiación infrarroja y algo de ultravioleta³⁶⁰. Sin embargo, en la atmósfera se convierte en una variedad de efectos, algunos de los cuales tienen importancia como recurso energético, tal es el caso de la energía eólica, la energía de la biomasa, la diferencia de temperaturas oceánicas y la energía de las olas, que se describirán en el presente capítulo.

2.1 Tipos de energía renovable

En la actualidad, el aumento global de la demanda energética ha generado problemas ambientales que, unidos a la demanda social, están actuando como impulsores en el desarrollo³⁶¹. En este capítulo se analizarán las

³⁵⁸ Siguiendo a González (2009), entendemos que la cantidad de energía que una sociedad consume y la eficiencia con la que la transforma y utiliza constituyen hoy en día criterios que permiten diagnosticar su grado de desarrollo. Ver: González Velasco, J. (2009) *Energías renovables*. Pág. 4.

³⁵⁹ Aunque hay otras visiones, seguimos la idea “ortodoxa” de que el desarrollo sustentable utiliza sólo recursos renovables; al respecto ver: Moreno, C. y Chaparro, E. [Cord.] (2008) *Conceptos Básicos para Entender la Legislación Ambiental Aplicable a la minería*. Pág. 11.

³⁶⁰ Al respecto, ver: De Juana Sardón, J. [Coord.] (2003) *Energías renovables para el desarrollo*. Pág. 8.

³⁶¹ Ver: Sánchez, F. (1995) *Energías Renovables, situación y perspectivas*. Págs. 11 a 19.

diferentes tecnologías que se han desarrollado para aprovechar los recursos renovables, y nos detendremos en el marco legal europeo y español.

2.1.1 Biomasa

La bioenergía o energía de biomasa procede del aprovechamiento de la materia orgánica e industrial que deriva de algún proceso biológico o mecánico. Utiliza sustancias, restos y residuos de los seres vivos³⁶². El aprovechamiento de la energía de la biomasa se hace directamente, por combustión, o indirectamente, por transformación en otras sustancias que pueden ser aprovechadas más tarde, como combustibles o alimentos.

En las directivas de la Unión Europea (UE) se utiliza el término biomasa como: *“conjunto de la materia orgánica, de origen animal o vegetal; comprende, principalmente, la fracción biodegradable de los productos y residuos procedentes de la agricultura y la silvicultura, así como de los residuos industriales y domésticos”*³⁶³.

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), utiliza el término *biomasa* como: *“todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización”*³⁶⁴. La energía que contiene la biomasa es energía solar almacenada a través del proceso de fotosíntesis, mediante el cual la energía solar es utilizada por algunos organismos vivos, como las plantas, para convertir los compuestos inorgánicos que asimilan (como el CO₂) en compuestos orgánicos. Su capacidad natural de almacenamiento es la principal diferencia respecto a otras energías renovables³⁶⁵.

³⁶² Según la RAE el término tiene dos acepciones: f. Biol. Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen. f. Biol. Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

³⁶³ Definición obtenida de la comunicación de la Comisión Europea del 8 de febrero de 2006: *Estrategia de la UE para los biocarburantes* [COM (2006) 34 final. Diario Oficial C 67 de 18.3.2006].

³⁶⁴ Definición tomada de la Especificación Técnica Europea CEN/TS 14588 de la AENOR. El carbón, el petróleo y el gas, cuya formación y composición hace miles de años no es comparable con lo que se denomina “el balance neutro de la biomasa” en las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). La combustión de biomasa no contribuye al aumento del efecto invernadero porque el carbono que se libera forma parte de la atmósfera actual (es el que absorben y liberan continuamente las plantas durante su crecimiento) y no del subsuelo, capturado en épocas remotas, precisamente como el gas o el petróleo.

³⁶⁵ Ver: de Juana Sardón, J. [Coord.] (2003) *Energías renovables para el desarrollo*. Pág. 192.

La Agencia Internacional de la Energía, a través de su división *IEA Bioenergía*, ha desarrollado distintos proyectos sobre este vector energético. La agencia calcula que el 10% de la energía primaria mundial procede de los recursos asociados a esta fuente, incluidos los relacionados con biocombustibles y biogás. Cabe apuntar que en los países pobres es la materia prima más utilizada para la producción de energía, por lo que se prevé un aumento de la demanda energética.

El Fondo de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), comenta: “*algunos países pobres obtienen el 90% de su energía de la leña y otros biocombustibles*”³⁶⁶. Las previsiones concretas de futuro las marca, entre otros, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, que estableció que antes de 2100 la cuota de participación de la biomasa en la producción mundial de energía estaría entre el 25 y el 46%.³⁶⁷

Independientemente de las estimaciones, es necesario apuntar que la energía de biomasa procedente de la radiación solar puede considerarse un recurso renovable, pero a diferencia de las otras fuentes de energía renovable, la biomasa lo será solo si el uso de la misma es más lento o igual que la velocidad a la cual se regenera³⁶⁸.

La biomasa tiene una distribución espacial dispersa, aunque menor que la del aprovechamiento directo de la radiación solar, ya que su concentración energética se produce por acumulación a través del tiempo. Por eso su rendimiento energético respecto a la radiación solar incidente es muy pequeño, entre el 0,5% y el 4%. Sin embargo, tiene la ventaja de la acumulación natural de energía³⁶⁹.

³⁶⁶ En África, Asia y Latinoamérica representa la tercera parte del consumo energético y para 2.000 millones de personas es la principal fuente de energía en el ámbito doméstico, especialmente la madera. Datos del estudio “*Iniciativas de bioenergía a pequeña escala: breve descripción y conclusiones preliminares de estudios de caso en Latinoamérica, Asia y África*” trabajo que se centra en 15 proyectos diversos sobre bioenergía en 12 países, en tres continentes y que utilizan un amplio abanico de tecnologías. Documento disponible online y consultado 29/09/2012 en: <http://www.fao.org/docrep/011/aj991e/aj991e00.HTM>

³⁶⁷ *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*.

³⁶⁸ En muchos casos la sobreexplotación de la biomasa para usos domésticos e industriales ha producido la pérdida del recurso, algunos ejemplos son la deforestación, la erosión, etc.

³⁶⁹ Esta energía absorbida por las plantas es transmitida al resto de los seres vivos a través de la cadena trófica y de los residuos. Siguiendo a Escobar, M. (2011), la biomasa se puede clasificar en animal y vegetal. Pero utilizando una perspectiva de su aprovechamiento energético, se ordenaría en: biomasa natural, biomasa residual y cultivos energéticos (para su transformación en combustibles). Al respecto ver: Escobar, M. [Cord.] (2011) *Green jobs. Marco normativo y competencial de la economía verde*. Pág. 114.

2.1.1.1 Tipos de biomasa

El observatorio *EurObserv'ER Barometer* distingue, dentro de la bioenergía, o biomasa, cuatro fuentes energéticas diferentes:

- 1) *Biomasa sólida*: es el aprovechamiento térmico o eléctrico de la materia orgánica de origen vegetal o animal. Dependiendo de la composición de los materiales y residuos se divide en³⁷⁰: primaria: formada por cultivos destinados especialmente a la producción de biomasa para uso energético. Se destacan 2 tipos, las especies agrícolas (como el cardo, el sorgo o la colza etíope, entre otras) y las especies forestales leñosas (como el chopo, el sauce, o el eucalipto). Secundaria o residual: formada por 4 tipos de residuos, los forestales (como los que se generan en operaciones de limpieza o poda), los agrícolas leñosos (como las podas de olivos y viñedos), los agrícolas herbáceos (como la paja de cereales), los de industrias forestales y agrícolas (astillas, cortezas, serrín, huesos de aceitunas, cáscaras de frutos secos).
- 2) *Biogás*: es un gas combustible que se forma por las reacciones de la biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos (fermentación bacteriana) y otros factores, en ausencia de oxígeno (esto es, en un ambiente anaeróbico). La fermentación, también llamada metanización, se realiza en medios naturales o artificiales (producción controlada) mediante dispositivos específicos³⁷¹.
- 3) *Residuos sólidos urbanos (RSU)*: son la fuente de biomasa residual que tiene una posibilidad mayor de aprovechamiento, ya que este ámbito ha sido una preocupación de la mayoría de los gobiernos³⁷². Un ejemplo es la ley de vertederos de Francia en 1972 y la de España en 1975. Ambas normativas ordenaron en su origen el depósito de los residuos. Hoy en las ciudades se cuenta con un servicio organizado de recogida y eliminación. Dado que cada vez se producen más residuos por habitante, es imprescindible la recuperación de subproductos de alto valor como metales, plásticos o vidrio³⁷³. En función de su origen los residuos se pueden distinguir en: agrarios: procedentes de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales; industriales: procedentes básicamente de la industria agraria de

³⁷⁰ Ver: IDAE (2007) *Energía de la biomasa*.

³⁷¹ Este gas se ha venido llamando “gas de los pantanos”, puesto que en ellos se produce una biodegradación de residuos vegetales semejante a la descrita.

³⁷² Los residuos urbanos sólidos son un caso peculiar, ya que sólo la parte orgánica puede ser considerada como tal. Por ello diversos autores, por ejemplo, Cerda (2012) los catalogan como “Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos”. Ver: Cerda, E. (2012) “Energía obtenida a partir de biomasa”. *Cuadernos económicos de ICE*. Núm. 83. Págs. 117-140. Así como: Delgado, R. (2008) *La biomasa como recurso energético*. En *Energías y cambio climático. XII Jornadas Ambientales*. Ramos Castellanos [Ed.]. Págs. 51-52.

³⁷³ Sobre los residuos urbanos, ver: López, J.; Pereira, J. y Rodríguez, R. (1980) *Eliminación de los residuos sólidos urbanos*. Editores Técnicos Asociados. Barcelona. Págs. 260-267.

transformación; y urbanos: pueden ser residuos sólidos urbanos o parte orgánica de las basuras y aguas residuales, o lodos de depuración³⁷⁴.

- 4) *Biocarburantes o biocombustibles*: se denomina así a los combustibles líquidos de origen biológico, que por sus características físico-químicas resultan óptimos para sustituir a la gasolina o al gasóleo³⁷⁵.

Es preciso recordar que el aprovechamiento energético de la biomasa se realiza mediante la transformación industrial o directamente como combustible, como los residuos y cultivos energéticos³⁷⁶.

2.1.1.2 Clasificación de cultivos energéticos

Los cultivos energéticos se basan en el tratamiento y mejora de especies de alto rendimiento desde el punto de vista energético³⁷⁷. Se trata de cultivar variedades agrícolas que no están destinadas a la alimentación, sino a la generación de un combustible que, posteriormente, será transformado en

³⁷⁴ Apuntar que además de estas distinciones también se puede distinguir entre biomasa residual seca (residuos agrícolas, forestales e industriales y residuos sólidos urbanos) y biomasa residual húmeda (residuos ganaderos, agroindustriales y aguas residuales). Para ahondar en la clasificación, ver: Escobar, M. [Coord.] (2011) *Green jobs. Marco normativo y competencial de la economía verde*. Pág. 114, y Martínez, A.; Valero, A.; Aranda, A.; Zabalza, I. e Scarpelini, S. (2006) *Disminución de costes energéticos en la empresa. Tecnologías y estrategias para el ahorro y la eficiencia energética*. Pág. 193.

³⁷⁵ Algunos autores entienden que lo correcto para referirse a este tipo de combustibles es hablar de agrocombustibles. El prefijo “bio” se utiliza en toda la UE y la OCDE para referirse a los productos agrícolas en cuya producción no intervienen productos de síntesis. La palabra biocombustible, por lo tanto, se presta a confusión y dota al término de unas connotaciones positivas que no tiene. Ver George, S. (2010) *Sus crisis, nuestras soluciones*. Pág. 120; y Bravo, E. (2007) *Encendiendo el debate sobre biocombustibles: cultivos energéticos y soberanía alimentaria en América Latina*. Pág. 33.

³⁷⁶ El aprovechamiento de la biomasa contenida en los residuos para su transformación en energía útil presenta varias ventajas como son la existencia de la materia prima, la concentración, las ventajas ambientales de su eliminación y la generación de subproductos con un alto valor añadido. Para mayor detalle sobre los sistemas de aprovechamiento forestal ver Tolsana, E. (2009) *Manual Técnico Para El Aprovechamiento y Elaboración de Biomasa Forestal*. Pág. 25.

³⁷⁷ Entre los cultivos tradicionales con aprovechamiento energético se incluyen cereales, caña de azúcar, sorgo dulce, maíz de tallo azucarado, remolacha, mandioca, girasol, plantaciones forestales. Otros cultivos menos frecuentes, pero cuyo alto valor energético les está dotando de una gran relevancia en el campo de la biomasa son cardos, patata, chumberas, agaves, caña de Provenza, pasto elefante, helechos. Al respecto ver: Carrasco, J. (1996) *Tecnologías de transformación de la biomasa para usos no alimentarios*; Curso “La biomasa: fuente de energía y productos para la agricultura y la industria”.

energía³⁷⁸. Se pueden clasificar en los siguientes:

- 1) *Herbáceos*: pueden ser de ciclo anual (el sorgo, el centeno o el triticale) o perenne (el cardo, la caña o el miscanto). El cardo es la especie más experimentada y con mayor recorrido. Existen plantaciones experimentales desde hace bastantes años y el manejo del cultivo es muy parecido al del cereal, por lo que, a día de hoy, es de los mejores candidatos para un proyecto agroindustrial.
- 2) *Leñosos*: se cultivan en la modalidad de Cultivos de Corta Rotación o Short Rotation Crops (SRC). Estos cultivos tienen un turno de corta de 2-5 años, un rápido crecimiento y un manejo intensivo en alta densidad de plantación. Las especies más ensayadas en España son el chopo, el olmo de Siberia y la paulownia.

Los cultivos tienen un elevado rendimiento energético que se manifiesta en la producción de hidratos de carbono. Sin embargo, las características energéticas se basan en su capacidad de transformación en combustibles líquidos³⁷⁹. La enorme variedad y características de estos cultivos permite su explotación en distintos ámbitos geográficos, adaptando su distribución a las peculiaridades de cada zona.

El contenido de humedad de los cultivos hace necesario transformar la biomasa en calor o electricidad mediante diferentes procesos, entre los que se destacan los termoquímicos (combustión, pirólisis y gasificación) y los bioquímicos (digestión anaerobia y procesos de fermentación), así como los procesos químicos que se detallan a continuación:

- 1) La combustión: se entiende por combustión la oxidación completa de la materia para dar dióxido de carbono, vapor de agua, cenizas, principalmente. Es el aprovechamiento energético más tradicional de la biomasa. Los sistemas de combustión habitualmente cuentan con una caldera, un equipo de recuperación de calor y un sistema para la utilización y recuperación de la energía³⁸⁰.

³⁷⁸ En España existe una superficie dedicada a cultivos energéticos para la producción de biocarburantes y sólo algunas plantaciones experimentales destinadas a la producción de electricidad. No obstante, existe un gran potencial debido a las grandes extensiones de terrenos sin cultivar, que pueden destinarse a estos cultivos. Ver: Rivas, J. (2010) “El ingeniero agrónomo y la biomasa: los cultivos energéticos”. En *Revista Mundo del agrónomo*. Núm. 11. Pág. 10.

³⁷⁹ Son plantas con una gran fracción leñosa que producen sustancias fácilmente utilizables como combustibles a través de un tratamiento sencillo. Entre ellas se pueden citar diferentes tipos de palmas, la tabaiba, el árbol del caucho, el membrillo negro, el alga elástica, etc. Al respecto ver: Jarabo, F. (1988) *El libro de las Energías Renovables*. Págs. 130-133.

³⁸⁰ La energía así obtenida se puede utilizar tanto en forma de calor (aplicaciones domésticas e industriales) como para la producción de electricidad. La eficacia de este procedimiento está en torno al 30%, pudiendo superar este límite aplicando ciclos combinados. Las variables son: proporción de oxígeno de entrada, temperatura de

- 2) La pirólisis y los procesos hidrotérmicos: producen la descomposición de la biomasa por la acción del calor en ausencia de oxígeno, o provocando la combustión parcial o incompleta de la biomasa³⁸¹, por lo que se generan tres tipos de productos de reacción: gases compuestos por hidrógeno, óxidos de carbono e hidrocarburos; líquidos con compuestos hidrocarbonados complejos; y residuos sólidos carbonosos y cenizas.³⁸²
- 3) Fermentación alcohólica: es el aprovechamiento de la biomasa mediante la transformación de sus azúcares en etanol³⁸³. Tiene como finalidad biológica proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares en ausencia de oxígeno; para ello disocian las moléculas de glucosa y obtienen la energía necesaria para sobrevivir, produciendo el alcohol y CO₂ como consecuencia de la fermentación³⁸⁴.
- 4) Digestión anaerobia: consiste en la fermentación microbiana de la biomasa dando lugar a biogás y a un fango residual³⁸⁵. Este proceso genera diversos gases, entre los cuales el dióxido de carbono y el metano son los más abundantes. Se aprovecha esta liberación de gases para ser utilizados posteriormente como combustibles. La intensidad y duración del proceso anaeróbico dependen de diversos factores, entre los que destacan el pH del material biodegradado y la temperatura³⁸⁶.
- 5) Procesos químicos de transformación: el principal proceso es el que utiliza semillas de plantas oleaginosas como la soja, el sorgo o el girasol, mediante su secado, cocido y prensado, para obtener aceite. Posteriormente, este aceite se mezcla con algún tipo de alcohol (generalmente metanol), en un

combustión y características del combustible. Ver: Jarabo, F. y Elortegu, N. (2000) *Energías Renovables*. Págs. 148-149.

³⁸¹ A través de la pirólisis se producen, dependiendo del tipo de biomasa y de las condiciones del proceso, carbón vegetal, productos gaseosos, líquidos piroleñosos y alcoholes utilizables como combustibles. Ver: Domingo, E. (2000) *Régimen jurídico de las energías renovables y la cogeneración eléctrica*. Pág. 37.

³⁸² Ver: González Velasco, J. (2009) *Energías Renovables*. Pág. 253.

³⁸³ Ver: Seoánez, M. (2000) *Tratado de reciclado y recuperación de productos de los residuos*. Pág. 211 y González, J. (2009) *Energías Renovables*. Pág. 251.

³⁸⁴ El etanol sufrirá diferentes procesos de separación y purificación para su utilización como combustible. Para un mayor detalle de los rendimientos de etanol según el tipo de cultivo, ver: González Velasco, J. (2009) *Energías Renovables*. Pág. 261 así como Sebastián, F.; Reseau, A. y García-Galindo, D. [Coord.] (2010) *Energía de la biomasa, volumen I*. Pág. 21 y Ramos Castellanos, P. [Ed.] (2008) *Energías y cambio climático. XII Jornadas Ambientales*. Pág. 44.

³⁸⁵ El biogás de vertedero tiene unas amplias posibilidades de aplicación en la producción de energía eléctrica. Ver: González Velasco, J. (2009) *Energías Renovables*. Pág. 264, así como: De Juana Sardón, J. [Coord.] (2003) *Energías renovables para el desarrollo*. Pág. 240 y Elías Castells, X. (2005) *Tratamiento y valorización energética de residuos*. Pág. 114.

³⁸⁶ Al respecto ver: Sainz Sastre, J. (2007) *Tecnologías para la sostenibilidad: Procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales*. Pág. 382.

proceso denominado *esterificación*³⁸⁷, para obtener un tipo de biodiesel. En algunos países europeos se emplean biocombustibles derivados del aceite de colza³⁸⁸.

2.1.1.3 Biocombustibles

En 2010 la producción de biodiesel de la Unión Europea (UE) registró un incremento del 5,5% respecto al año anterior, alcanzando el nivel de 9,57 millones de toneladas métricas. En 2011 muestran una reducción de la producción en comparación con el mismo período del año anterior. Además, el aumento de 2010 sigue siendo bajo en comparación con las tasas de crecimiento registradas en 2009 (17%) y 2008 (35%)³⁸⁹.

En 2010 España confirmó su posición como tercer productor de biodiesel europeo, por delante de Italia, que registró un ligero descenso en la producción. Alemania y Francia siguen siendo los líderes en la producción nacional de biodiesel. A partir de julio de 2011 la capacidad de producción de biodiesel alcanzó los 22 millones de toneladas en la UE. El número de plantas de biodiesel se situó en 254, ligeramente superior al número de 2009, debido al inicio de unas unidades de producción nuevas. Esta base industrial es el resultado de las inversiones en la producción de biodiesel previstas antes de 2007.

Mientras que la capacidad de utilización de biodiesel de la UE se sitúa en el 44% del total, se ha registrado una disminución en producción europea total³⁹⁰. Por lo anterior, el futuro de los biocombustibles presenta interrogantes importantes. Con los motores actuales sólo se puede utilizar un porcentaje reducido de biocombustibles, aunque se puedan construir motores que utilicen hasta el 85% de etanol, sin costes adicionales³⁹¹.

³⁸⁷ La esterificación es el proceso por el cual se sintetiza un éster. (Un éster es un compuesto derivado formalmente de la reacción química entre un ácido carboxílico y un alcohol). Ver (2008) *Manual de Biocombustibles*. Pág. 6

³⁸⁸ Ver: Sapiña, F. (2011) *El reto energético: Gestionando el legado de Prometeo*. Pág. 109.

³⁸⁹ Datos de: *European Biodiesel Board*. octubre 2011.

³⁹⁰ La disminución se explica por el aumento de las importaciones procedentes de países, como Argentina e Indonesia, así como las medidas de elusión de América del Norte. *European Biodiesel Board*. Press release, octubre 2011.

³⁹¹ Otro factor que incide es la superficie de tierra para cultivo que se requiere para producir biocombustibles y las técnicas disponibles para obtener bioetanol (para mezclar con gasolina) y biodiesel (para mezclar con el gasóleo). Por ello un informe de la Comisión Europea declara que el factor principal que limita la disponibilidad de materia prima para producir biocombustibles es, a su vez, la disponibilidad de tierra. Al respecto ver Kavalov, B. (2004) *Biofuels potentials in the EU*. Institute for Prospective Technological Studies. Comisión Europea. Pág. 3.

No existe un consenso acerca del balance energético de los biocombustibles, es decir, sobre si la energía necesaria para el cultivo y producción de los biocombustibles sobrepasa o no, la energía resultante. Las estimaciones indican que el balance es negativo, la producción de biocombustibles es muy intensiva en energía, así que, aún con una visión optimista, la energía obtenida es sólo ligeramente superior a la gastada.

En esta tesitura, Bermejo (2006) comenta que un estudio realizado para “*el gobierno británico muestra que se consigue la misma reducción de emisiones de CO₂ de forma más barata mediante diversas políticas de ahorro energético que con los biocombustibles*”³⁹².

Por otra parte, utilizar los residuos de biomasa para obtener biocombustibles no tiene las limitaciones indicadas. Evidentemente, esta alternativa tiene el límite de la cantidad de residuos generados. Sin embargo, se está desarrollando una fuerte campaña a favor del etanol en Estados Unidos como medio para eliminar la dependencia del petróleo. En este sentido van encaminadas las políticas de apoyo a este combustible por parte del gobierno³⁹³.

2.1.2 Energía geotérmica

La energía geotérmica procede del interior de la Tierra³⁹⁴. Como su nombre indica, la energía geotérmica es producida utilizando el calor natural de la Tierra³⁹⁵. La fuente de este calor es el núcleo central fundido, donde se

³⁹² En este sentido apunta que los biocombustibles pueden ser una aportación importante si se cumplen tres premisas: “*Ser producidos a partir de cultivos ecológicos (reducen fuertemente el consumo energético); utilizar principalmente tierras marginales y residuos agrícolas; y desarrollar tecnología que mejore la eficiencia energética...*”. Bermejo, R. (2006) *Fin de la era de los combustibles fósiles: sus consecuencias*, en: Espinoza, L. y Cabero, V. [Eds.] *Sociedad y medio ambiente*. Pág. 338.

³⁹³ A manera de ejemplo, la Ley Federal de Estímulo (*American Recovery and Reinvestment Act of 2009*) y otros programas del gobierno están promoviendo las inversiones en proyectos de desarrollo en biocombustibles de segunda generación. Algunas compañías se han asociado con corporaciones del sector energético, automotriz, forestal y de semillas para obtener un mayor apoyo financiero. Mientras las corporaciones aprovechan para diversificar su portafolio de negocios, el gobierno logrará alcanzar las metas.

³⁹⁴ Geotérmico viene del griego *geo* (Tierra) y *thermos* (calor); literalmente “calor de la Tierra”.

³⁹⁵ Es un recurso difuso. Como comentan Deléage y Souchon (1996), es renovable “*porque el calor interno de la tierra constituye una reserva de energía considerable basada en fenómenos radioactivos permanentes*” ver: Deléage, J. y Souchon, C. (1996) *La Energía Como Tema Interdisciplinar en la Educación Ambiental*. Pág. 68.

alcanzan temperaturas que sobrepasan los 1.000°C como resultado de la desintegración espontánea de núcleos radiactivos (principalmente isótopos del potasio, uranio y torio) y de las fuerzas de fricción, debidas tanto al rozamiento por la influencia solar y lunar, como al movimiento relativo de las diversas masas de rocas que forman las bases de los continentes³⁹⁶.

Lo anterior es consecuencia de su estructura interna. La Tierra está constituida básicamente por tres capas concéntricas: el núcleo, que es la más interna, se compone de hierro fundido a una temperatura superior a los 4.000°C; el manto, que es la capa intermedia, formada por silicatos de hierro y magnesio, posee un espesor de 2.900 km y su temperatura varía desde los 4.000°C en su contacto con el núcleo hasta los 800-1000°C de su superficie exterior que acerca a la corteza, que es la capa más superficial y visible. Esta corteza tiene un espesor variable de 5 a 35 km y está formada por silicatos de magnesio y aluminio. Su temperatura puede variar entre los 800-1000°C de la parte en contacto con el manto y los 15-20°C de la superficie que conocemos³⁹⁷.

Según Abad (1981) la diferencia de temperaturas entre el centro del globo y las diferentes capas implica un flujo continuo de calor desde el interior hacia la superficie que mantiene, no sólo la aportación permanente de calor a la atmósfera sino una elevada cantidad de calor, almacenada tan sólo en los diez kilómetros exteriores de la corteza terrestre³⁹⁸.

La transferencia de este calor a la superficie se realiza de una forma enormemente lenta debido a la baja conductividad de los materiales implicados, por lo que el gradiente geotérmico es del orden de 1°C por cada 33m de profundidad³⁹⁹. El flujo de calor derivado del gradiente geotérmico,

³⁹⁶ Como comenta Pinedo (2005), la energía no proviene del enfriamiento del núcleo de la Tierra, sino que “*ésta ya se hubiera enfriado hace mucho tiempo. Proviene de la energía de desintegración de isótopos radiactivos contenidos en el núcleo*”. Pinedo, J. (2005) *El Petróleo en Oro y Negro*. Pág. 130.

³⁹⁷ El flujo medio de calor registrado en la corteza terrestre es del orden de 1,5 $\mu\text{cal.cm}^{-2}\text{.seg}^{-1}$. Al respecto consultar: *La energía geotérmica*. Ministerio de Industria y Energía. Pág. 3.

³⁹⁸ La energía almacenada es del orden de unas 2000 veces la energía que producirían las reservas de carbón mundiales. Ver: Abad, J. y Pinuaga, J. (1981) *Conceptos Generales de Energía Hidro-Geotérmica*.

³⁹⁹ Gradiente geotérmico es el cambio de temperatura que se experimenta cuando se avanza desde la superficie hacia el centro por un radio de su esfera, en el material de un planeta rocoso (de ahí el prefijo GEO). Físicamente se expresa en unidades de temperatura de diferencia entre unidades de longitud recorrida para obtenerlas. Por ejemplo, un gradiente geotérmico de 0,03°C/m indica que cada metro de descenso supone un aumento de 0,03°C en la temperatura. Ver: Lanza-Espino, G. (1999) *Diccionario de Hidrología y Ciencias Afines*. Pág. 141.

evaluado como normal en unos 60 MW/m², manifiesta la baja densidad de esta forma de energía⁴⁰⁰.

2.1.2.1 Campos geotérmicos explotables

Con el fin de explotar un campo geotérmico en un área geográfica se requiere cumplir ciertas condiciones geológicas y técnicas necesarias como la de disponer de una bolsa de magma cercana a la superficie, es decir, donde el flujo de calor derivado del gradiente es muy superior al normal, hay casos que pueden llegar a superar en diez el normal (60 MW/m²)⁴⁰¹. Por tanto existen las condiciones necesarias para su explotación⁴⁰². Algunos autores nombran estos campos como *yacimientos geotérmicos* y se clasifican en función de su temperatura como sigue:

- 1) Yacimientos de baja temperatura: su profundidad generalmente es inferior a los 2500 metros; existen formaciones permeables que contienen fluidos cuyas temperaturas son del orden de 40-90°C. Por ello, son adecuados para el aprovechamiento directo del calor (calefacción de viviendas, procesos industriales, agricultura, piscicultura...). Estos yacimientos se localizan en zonas estables con gradientes y flujos geotérmicos normales.
- 2) Yacimientos de alta temperatura: aquellos en los que, a profundidades técnicamente accesibles, existe un volumen de roca permeable, conteniendo un fluido que puede recorrerla, a una temperatura generalmente superior a los 150° C y que se encuentra sellada o entrampada por formaciones impermeables que impiden el escape del fluido. Son adecuados para la producción de electricidad y se sitúan encima de zonas geológicamente activas y de flujo geotérmico elevado⁴⁰³.

Junto a la condición de un alto gradiente, los campos geotérmicos requieren

⁴⁰⁰ Milli watts por metro cuadrado.

⁴⁰¹ Un yacimiento geotérmico es “*un volumen de roca con temperatura anormalmente elevada para la profundidad a la que se encuentra*”. Ver: Jarabo, F.; Pérez, C.; Elortegui, N.; Fernández, J. y Macías, J. (1988) *El libro de las Energías Renovables*. Publicaciones técnicas. Pág. 161.

⁴⁰² Algunos autores utilizan el término entalpia, que es el calor total almacenado en una masa. “*Se puede definir como el calor transferido durante un proceso isobárico, es decir, a presión constante*” Para su formulación matemática ver: Elías Castells, X. (2005) *Tratamiento y valorización energética de residuos*. Pág. 8.

⁴⁰³ Para mayor detalle, entre otros, se puede consultar: Lopez Geta, J.; Loredó, J.; Fernández, L. y Pernía, J. [Eds.] (2008) *Investigación y gestión de los recursos del subsuelo: Libro homenaje al Profesor Fernando Pendas Fernández*. Pág. 145-147.-así como: Araña, V. y Ortiz, R. (1984) *Volcanología*. Pág. 311 y Domingo, E. (2000) *Régimen jurídico de las energías renovables y la cogeneración eléctrica*. Pág. 175.

la posibilidad de ser recorridos por una corriente de agua, ya que, debido a la baja conductividad de las rocas, debe existir un fluido capaz de transferir el calor almacenado a la superficie para su explotación. Se considera que con recursos geotérmicos de baja temperatura se lograría generar electricidad, o que en zonas de gradiente normal se localizan fluidos con temperaturas de 150° C, aunque a profundidades generalmente superiores a los 4000 metros⁴⁰⁴. No obstante, los avances tecnológicos permiten establecer y considerar otros tipos de yacimientos geotérmicos (IDAE-IGME, 2008):

- 1) Yacimientos geotérmicos de muy baja temperatura: a través de la tecnología, específicamente, la bomba de calor permite utilizar todos los acuíferos y el propio subsuelo a escasa profundidad (en general inferior a 250 metros).
- 2) Yacimientos geotérmicos de media temperatura: en los que la temperatura (generalmente entre los 90 y 150° C) permite la producción de electricidad mediante el empleo de fluidos intermedios de bajo punto de ebullición (ciclos binarios)⁴⁰⁵.
- 3) Yacimientos geotérmicos de roca caliente seca: son aquellos en los que, sin previa existencia de fluido, mediante técnicas de fracturación artificial e inyección de fluido, se consigue establecer un circuito geotérmico con la extracción de vapor que es utilizado para la generación de electricidad⁴⁰⁶.

La energía geotérmica suele tener un aprovechamiento en las aplicaciones directas de calor, así como en la producción de electricidad. Actualmente, la explotación más habitual se realiza mediante los llamados sistemas hidrotérmicos, formados por una fuente de calor a escasa profundidad (menos de 10 km.) sobre la que circula algún tipo de acuífero, por lo que se forman bolsas de agua impermeabilizadas en su parte superior, generando

⁴⁰⁴ Los yacimientos suelen estar asociados a cierto tipo de manifestaciones superficiales como pueden ser la existencia de actividad volcánica reciente, zonas de alteración hidrotermal, emanaciones gaseosas, fuentes termales y minerales o anomalías térmicas. En España, aproximadamente en la mitad del territorio, aparecen flujos geotérmicos potencialmente interesantes para su explotación. Al respecto ver: González, J. (2009) *Energías renovables*. Pág. 564.

⁴⁰⁵ Los ciclos binarios han experimentado un desarrollo importante logrando incrementar sus rendimientos de forma notable, factor que limitaba la valoración de los yacimientos de media temperatura hace tan sólo un cuarto de siglo. Ver: Quintanilla, A. y Fisher, D. [Eds.] (2003) *La Energía Eléctrica en Baja California y el Futuro de Las Renovables: Una visión multidisciplinaria*. Pág. 109.

⁴⁰⁶ Estos están incluidos en los denominados sistemas geotérmicos estimulados. Ver: López Geta, J.; Loredó, J.; Fernández, L. y Pernía, J. [Eds.] (2008) *Investigación y gestión de los recursos del subsuelo: Libro homenaje al Profesor Fernando Pendas Fernández*. Pág. 146.- así como: González Velasco, J. (2009) *Energías renovables*. Pág. 646 y Ayala, F.; Larín, R.; Larín, L. y Perianes, E. [Eds.] (1986) *Introducción a los usos industriales y urbanos del espacio subterráneo y su tecnología*. Pág.75.

zonas de intercambio de calor⁴⁰⁷.

Según Duffield y Sass (2003), los recursos geotérmicos de alta temperatura se aprovechan fundamentalmente para la producción de electricidad, con independencia de que en ellos predomine el vapor o el agua. Dependiendo de las características del fluido geotérmico se diseñará el tipo de planta precisa para la generación eléctrica⁴⁰⁸. El rendimiento termodinámico de estos yacimientos se sitúa en torno al 30%⁴⁰⁹.

En cuanto a las perspectivas para la geotermia en España, se retoman viejos proyectos abandonados años atrás, con vistas a la utilización de los recursos tanto para usos directos como para producción de electricidad. Además se estudian las posibilidades de existencia de yacimientos profundos.

Como comenta García (2009), el crecimiento del sector de geotermia evidencia un fuerte incremento para los próximos años, puesto que ha sucedido en otros países de la Unión Europea⁴¹⁰. En el caso español, además, tendría ventajas por las posibilidades en climatización, que sería la diferencia en los esquemas de los demás países de la unión que utilizan calefacción y agua caliente sanitaria.

2.1.3 Energía hidráulica

Se denomina energía hidráulica a aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente del agua⁴¹¹. Se manifiesta de dos maneras: la energía contenida en el propio

⁴⁰⁷ Los sistemas hidrotérmicos se pueden dividir entre los que tienen un predominio de vapor y los que predomina el agua. Para más detalle sobre el uso de estos sistemas se puede consultar, entre otros: Rey, J. y Velasco, E. (2005) *Bombas de Calor y Energías Renovables en Edificios*. Pág. 166, así como: Bridgewater, A. y Bridgewater, G. (2009) *Energías Alternativas. Handbook*. Págs. 141-150.

⁴⁰⁸ Ver: Duffield, W. y Sass, J. (2003) *Geothermal Energy. Clean power from the earth's heat*.

⁴⁰⁹ El rendimiento o eficiencia de un sistema geotérmico es la relación entre la cantidad de energía primaria introducida en el mismo y la cantidad de energía transformada que es capaz de producir. Al respecto, ver Bridgewater, A. y Bridgewater, G. (2009) *Energías Alternativas. Handbook*. Págs. 141-150, así como Miller, T. (2007) *Ciencia ambiental: Desarrollo sostenible, un enfoque integral*. Pág. 231.

⁴¹⁰ Ver: García, C. (2009) *La Energía Geotérmica en España*. IngeoPress. Vol. 189. Págs. 60-64.

⁴¹¹ La energía potencial es energía que mide la capacidad que tiene un sistema para realizar un trabajo en función exclusivamente de su posición o configuración. Por su parte la energía cinética de un cuerpo es aquella energía que posee debido a su movimiento. Para mayor

movimiento del agua (es la energía del cauce y por lo tanto depende directamente del caudal) y la energía potencial contenida en una masa de agua en elevación⁴¹². Por tanto, el aprovechamiento de la energía hidráulica está en relación directa con el caudal y la pendiente⁴¹³.

La energía hidroeléctrica aproximadamente produce la quinta parte de la electricidad mundial y aporta el 92% de la electricidad derivada de fuentes renovables. Sin embargo, sólo se aprovecha la tercera parte de los recursos mundiales de esta fuente⁴¹⁴.

Según Molina (1980), su distribución espacial estará determinada por las condiciones fisiográficas de la cuenca⁴¹⁵. La producción energética esta condicionada por la cantidad del recurso (caudal y pendiente) como por la distancia a la que se encuentre del punto de demanda⁴¹⁶.

La energía contenida en el agua puede ser aprovechada de forma directa de dos maneras: como energía mecánica (que es el aprovechamiento tradicional de los molinos de agua)⁴¹⁷ o para la producción de energía eléctrica, también llamada hidroelectricidad. El rendimiento de esta fuente de energía

detalle ver: Burbano de Ercilla, S.; Burbano, E. y García, C. (2003) *Física general*. Págs. 146-165.

⁴¹² También se denomina energía hídrica o hidroenergía y puede ser considerada como “energía verde”, por cuanto que su impacto ambiental es menor al usar la fuerza hídrica sin represarla. En caso contrario, es considerada sólo una forma de energía renovable. Para mayor detalle consultar: Alcocer, A. (2012) *Diccionario incompleto de la globalización* y Jacobs, M. (1996) *La Economía Verde: Medio Ambiente, Desarrollo Sostenible y la Política del futuro*. Pág. 94.

⁴¹³ En este sentido si la pendiente es fina, el caudal varía estacionalmente de acuerdo con el régimen del río. Esta variación también es interanual, por lo que la producción energética será irregular. Para mayor detalle ver: Martín Vide, J. (2006) *Ingeniería de Ríos*. Pág. 188.

⁴¹⁴ Apuntar las palabras del Ministro de Ambiente del Canadá y Presidente de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: “No cabe duda de que la energía hidroeléctrica puede desempeñar un importante papel en el cumplimiento de muchas metas relacionadas con el medio ambiente, entre ellas el cambio climático. En nuestro mundo cada vez más enclaustrado por el carbono, las formas de energía renovables, como la hidroeléctrica, posibilitan el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad que demandan nuestros tiempos”. Citado en Taylor, R. (2006) “El agua cae, la potencia aumenta”. *Revista del PNUMA*. Vol. 16. Núm. 4. Pág. 19.

⁴¹⁵ Molina, M. (1980) *La producción de energía eléctrica en Aragón*. Pág. 14.

⁴¹⁶ El aprovechamiento hidroeléctrico consta básicamente de embalses, presas y centrales, además del canal de derivación y depósito de extremidad en el caso de centrales de derivación. Una ventaja es que se facilita la acumulación de la energía, aunque su inconveniente es la posibilidad de fuertes variaciones interanuales. Ver Ramos Castellanos, P. [Ed.] (2004) *Energías y medio ambiente*. Pág. 221.

⁴¹⁷ Para un análisis histórico de los molinos de agua. Ver Espejo, C. y García, R. (2010) “Agua y Energía: Producción hidroeléctrica en España”. *Revista Investigaciones Geográficas*. Núm. 51. Págs. 107-129.

renovable es muy alto: entre el 80 y el 90%, se puede almacenar con eficacia en embalses de agua dulce, y además se puede utilizar para cubrir grandes demandas repentinas o la pérdida de suministro de otras fuentes. Se considera que no contamina, por cuanto que utiliza el propio afluente del río (en los casos en que no se construyó una presa) y se puede aprovechar la fuerza del caudal en distintos puntos de un mismo río⁴¹⁸.

También aumenta la seguridad energética. Mientras se almacenen con cordura las corrientes de agua estacionales, se podrá predecir totalmente la generación hidroeléctrica. Esta energía es inmune a la fluctuación de los precios del combustible, así que ahorra los 4,4 millones de barriles de petróleo que se requerirían diariamente para producir energía equivalente en todo el mundo. En un sistema energético mixto, la flexibilidad de la energía hidroeléctrica permite a las centrales que funcionan con combustibles fósiles obtener un rendimiento máximo, por lo que se reducen las emisiones⁴¹⁹.

Sin embargo, no todo son ventajas. La energía hidroeléctrica a gran escala genera un impacto social y ambiental que se debe tener en cuenta. Por un lado, las grandes centrales pueden generar desplazamientos importantes de grupos humanos. Por otro, los grandes embalses pueden generar desviaciones de los cauces de los ríos con el consecuente impacto en los ecosistemas. Recordemos que al inundar importantes extensiones de terreno, en función de la topografía, se generarían pérdidas en las tierras fértiles y destrucción de la naturaleza originaria⁴²⁰. Asimismo, en los últimos años, algunos grupos han señalado que la descomposición de la materia orgánica contenida en los embalses (sobre todo los ubicados en las zonas tropicales del planeta) puede generar mayores emisiones de metano que una central térmica convencional, además de daños en los ecosistemas acuáticos⁴²¹.

La producción de energía hidroeléctrica juega un papel significativo en la

⁴¹⁸ Para mayor detalle sobre las ventajas se pueden consultar, entre otros, Roldán, J. (2008) *Fuentes de Energía*. Pág.110, así como Molina, M. y Chicharro, E. (1989) "Fuentes de energía y materias primas". *Geografía de España*. Núm. 9. En ellos se destaca que la energía hidráulica puede producirse de forma prácticamente instantánea y con un sistema duradero.

⁴¹⁹ Ver: *International Hydropower Association. Top Ten Reasons to include Hydropower in all Renewable Energy Initiatives*. 2004.

⁴²⁰ Ver: *International Rivers Network, Energías Renovables Sí! Grandes Hidroeléctricas No! Doce Razones para excluir las grandes represas hidroeléctricas de las Iniciativas Renovables*. Documento preparado para la Conferencia Internacional de Energías Renovables de Bonn, 2004.

⁴²¹ Ver: Riba, M. (2003) *Mañana: Guía de Desarrollo Sostenible*. I. Pág. 36.

producción total de electricidad⁴²². Por ello debe considerarse como sector estratégico, más aún en un país como España, que importa la mayor parte de los productos energéticos que consume. Sin embargo, el desarrollo de ese potencial se ve frenado por la construcción de nuevas centrales hidroeléctricas de tamaño medio o grande, que entran en conflicto con otros importantes usos alternativos del agua y del suelo. Además los emplazamientos potenciales se encuentran en lugares de difícil acceso o implican la realización de complejas y costosas obras de ingeniería.

Una de sus ventajas es la eliminación parcial de los costes de combustible. El coste de operar una planta hidráulica es casi inexistente en comparación con el coste de los combustibles fósiles como la gasolina, el carbón o el gas natural. Además, no hay necesidad de importación de combustibles. Otra ventaja es que se puede transformar a muy diferentes escalas. No obstante, la utilización más significativa son las centrales hidroeléctricas de presas⁴²³.

Por último, las plantas hidráulicas tienden a tener vidas más largas que las plantas eléctricas que utilizan combustibles. Hay plantas hidráulicas que siguen operando después de 50 o 100 años.

2.1.3.1 Las plantas hidroeléctricas

La energía hidroeléctrica es una fuente de energía renovable, segura, limpia y fiable. Actualmente suministra energía a 161 países, y se explota en los países más ricos⁴²⁴. Las hidroeléctricas utilizan la gravedad para producir energía eléctrica, a medida que el agua va pasando por las turbinas.

El agua no se consume en el proceso. Simplemente pasa por la central sin transformarse y puede regresar al curso natural del río o utilizarse para el regadío, el abastecimiento de agua y la pesca. Además, ayuda a mejorar la navegación (son los llamados usos asociados o complementarios de las

⁴²² Durante 2008 alcanzó una contribución de alrededor del 20%, porcentaje que ha sostenido desde 1990, según datos de Red eléctrica de España.

⁴²³ Desde hace siglos existen pequeñas explotaciones en las que la corriente de un río mueve un rotor de palas y genera un movimiento aplicado, por ejemplo, a molinos de agua rurales. Para mayor detalle, ver: Cressier, P. (2003) “Hidráulica rural tradicional de origen medieval en Andalucía y Marruecos. Elementos de análisis práctico”. En González, J. y Malpica, A. [Coord.] *El agua-mitos, ritos y realidades: Coloquio internacional*. Págs. 255-281.

⁴²⁴ Esta energía se puede convertir en uno de los principales instrumentos en la lucha por mejorar los niveles de vida de los más pobres. Ninguna sociedad ha podido resolver el problema de la pobreza sin asegurar primero el agua y la energía, por lo que podría contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Para mayor detalle ver *Los retos y oportunidades que se plantean a los servicios públicos: Informe*. (2003). Pág. 36.

presas de una central hidroeléctrica). Como comenta González (2009), con esta tecnología, después de más de un siglo de experiencia, las centrales modernas pueden alcanzar eficiencias mayores al 90%⁴²⁵.

Los últimos adelantos han puesto en el punto de mira a la generación de electricidad y su influencia en el desarrollo sostenible y han hecho que se reconozca cada vez más hasta qué punto las políticas energéticas afectan el bienestar de nuestro planeta. Pese a los grandes esfuerzos que se hacen para cubrir la demanda mundial de electricidad, las hidroeléctricas aún pueden explotar el 70% del potencial, siendo económicamente viables. Por tanto, se prevé que la demanda se duplique⁴²⁶.

Hay que considerar la vertiente técnico-económica que permite diseñar un proyecto hidroeléctrico. Fijar como estándar una cantidad determinada podría estropear el potencial de una cuenca hidrográfica con consecuencias negativas para las generaciones futuras. Quizá una solución sean las plantas de energía minihidráulica, entre las que se incluyen las pequeñas instalaciones: *minicentrales hidroeléctricas* (hasta 5000 KW)⁴²⁷. Se pueden clasificar, como mencionan Molina y Chicharro (1989), en dos tipos: las centrales de agua fluyente y las centrales con regulación⁴²⁸. En este sentido se destaca el interés actual por este tipo de minicentrales que se adapta a las características del caudal fluvial y no a las de la demanda.

Es necesario mencionar que ninguna tecnología es inocua y que todas tienen un impacto ambiental. Por ello es importante tomar en cuenta las tres vertientes de la sostenibilidad para evaluar un determinado proyecto, evitando entrar en el debate de mini-central versus grandes aprovechamientos hidroeléctricos, y apostando por el concepto

⁴²⁵ Para mayor detalle González, J. (2009) *Energías renovables*. Pág. 423.

⁴²⁶ Es evidente que hace falta aprovechar todas las tecnologías, incluida la hidroeléctrica, cuya capacidad podría triplicarse mediante inversiones sensatas. En estos momentos, su utilización varía enormemente. Europa aprovecha las tres cuartas partes de su potencial hidroeléctrico, Asia menos de la cuarta parte. Y en África, sólo se ha explotado el 7% del potencial hidroeléctrico, pese a que decenas de millones de personas viven sin electricidad. Ver: *Hydropower: A sustainable success story*. (2003) *International Hydropower Association* y González Velasco, J. (2009) *Energías renovables*. Pág. 423.

⁴²⁷ Algunos autores ponen este límite en los 10 MW, por ejemplo: Méndez, E. (2001) *Energías Renovables, Sustentabilidad y Creación de Empleo: Una Economía impulsada por el sol*. Pág. 66.-así como: Nombela, G. [Coord.] (2010) *Ideas para una nueva economía: Hacia una España más sostenible en 2025*. Pág. 187 y UNESA (1998) *Centrales eléctricas*. Pág. 14.

⁴²⁸ Para mayor detalle: Molina, M. y Chicharro, E. (1989) *Fuentes de energía y materias primas*. Pág. 36.

hidroeléctrico sostenible⁴²⁹.

Destaca el esfuerzo de la *International Hydropower Association*, al desarrollar un premio bienal llamado *Blue Planet*, que reconoce la excelencia de las prácticas sostenibles en las instalaciones hidroeléctricas⁴³⁰. Este es un ejemplo de lo que se promueve a futuro, para asegurar que la hidroelectricidad desarrolle todo su potencial para cubrir las crecientes necesidades energéticas del mundo, además de contribuir con el abastecimiento de agua y el suministro de electricidad de manera sostenible en las comunidades más pobres del planeta.

2.1.4 Energía eólica

La energía eólica⁴³¹ se obtiene del viento, es decir, es la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire convertida en energía eléctrica o mecánica⁴³². Siguiendo a González Velasco (2009) se puede entender la energía eólica como: “energía solar que se almacena en la atmósfera en forma de calor distribuido de modo no homogéneo”⁴³³. Esto pone en marcha las corrientes de vientos que después se aprovecharán mediante turbinas eólicas, también llamadas aerogeneradores, que se han utilizado desde la Edad Media, pero que a finales del siglo XIX se diseñaron para transformar el viento en electricidad.

Podemos observar un mayor número de aerogeneradores para producción de electricidad. Una muestra es que en 2011, la capacidad mundial de los

⁴²⁹ Encarando a este tipo de problemas en África, Nelson Mandela expresó: “*The problem is not the dams. It is the hunger. It is the thirst. It is the darkness hunger. It is the thirst. It is the darkness of a township. It is the rural huts of a township. It is the rural huts without running water, light or without running water, light or sanitation*” Citado en World Energy Council. *The potential for regionally integrated energy development in Africa*. Discussion Document. Pág. 12.

⁴³⁰ El sub-sector hidroeléctrico sigue logrando progresos con estas normas voluntarias en la planificación, construcción y gestión de planes que tienen en cuenta las necesidades de las comunidades locales y el ambiente.

⁴³¹ El término eólica evoca a Eolo, dios de los vientos en la mitología griega. Para mayor detalle ver: Julien, N. (2008) *Enciclopedia de los mitos*. Pág. 182.

⁴³² El viento es el resultado del desplazamiento de las masas de aire motivado por la existencia de presiones y temperaturas. Además influyen la circulación de las masas de aire, que son la fuerza de fricción o rozamiento, relacionada con el rozamiento que sufren con la superficie terrestre las capas bajas de la atmósfera, y la fuerza de Coriolis, (la aceleración relativa que sufre un objeto que se mueve dentro de un sistema de referencia), vinculada al movimiento de rotación de la Tierra. Ver: Gormaz, I. (2010) *Técnicas y procesos en las instalaciones singulares en los edificios*. Pág. 194 y Herrera, L.; Calixto, R. y Hernández, E. (2006) *Ecología y Medio Ambiente*. Pág. 30.

⁴³³ Ver: González Velasco, J. (2009) *Energías Renovables*. Pág. 288.

generadores eólicos fue de 238 gigavatios⁴³⁴. Numerosos estudios muestran que el potencial eólico existente permite satisfacer las necesidades de electricidad. En esta línea la Asociación Europea de la Energía Eólica (por su acrónimo en inglés EWEA) estima que las costas del Mar del Norte y del Mar Báltico tienen un potencial eólico que permite satisfacer las necesidades energéticas del continente, siendo el potencial marino de la Unión Europea unas cinco veces superior al terrestre⁴³⁵.

En Estados Unidos los territorios ubicados en las grandes praderas centrales tienen un potencial eólico enorme, ya que teóricamente pueden producir lo suficiente como para abastecer el consumo eléctrico del país⁴³⁶. Al mismo tiempo, se estima que hay un gran potencial en el continente africano, en gran parte de Asia, Australia y América Latina⁴³⁷. Por ello, en la medida en que la tecnología eólica se desarrolle, crecerá el potencial disponible. En 2011 la eólica generó alrededor del 3% del consumo de electricidad mundial, con una capacidad instalada de 239,000 MW⁴³⁸. En España, la energía eólica produjo un 16% del consumo eléctrico de ese año.

La distribución espacial de la energía eólica está condicionada por la topografía de la zona, por lo que su empleo está restringido a ciertas áreas geográficas. La energía eólica puede desarrollar una alta densidad energética, incluso mayor que la que procede de la biomasa o la radiación solar. En general, presenta una mayor incertidumbre a escala diaria que el aprovechamiento directo de la radiación solar. Sin embargo, se utilizan valores medios anuales de la velocidad del viento para caracterizar un lugar determinado.

El potencial eólico es de suma importancia a la hora de evaluar el emplazamiento de un aerogenerador, sea este aislado o forme parte de un parque eólico. La evaluación de los recursos eólicos de una zona se realiza

⁴³⁴ *Global Wind Energy Council: Global Wind Report. Annual market update 2011.* Pág. 11.

⁴³⁵ European Wind Energy Association (EWEA) Win Energy. The Facts, EWEA, 2004 y Bermejo, R. (2005) *La gran transición hacia la sostenibilidad: Principios y estrategias de economía sostenible.* Pág. 172.

⁴³⁶ Middleton muestra que en las planicies centrales de Estados Unidos (12 estados conforman las planicies), el potencial eólico es suficiente para generar toda la energía demandada. Ver: Middleton, P. (2003) *Renewable Hydrogen Forum.* Pág.15.

⁴³⁷ Algunos trabajos apuntan a que el potencial eólico existente en Dakota del Norte y del Sur además de Texas, tienen la capacidad de generar la electricidad que consume todo el país. Al respecto ver: Brown, D. (2000) *Building a better future: innovation, technology and sustainable development.* Pág. 17.

⁴³⁸ Estadísticas de la asociación mundial de energía eólica. (*World Wind Energy Association*)

mediante mapas eólicos, así como de distribución de la velocidad del viento y de perfiles de velocidades⁴³⁹.

2.1.4.1 Emplazamientos geográficos para la energía eólica

Los criterios de selección del emplazamiento no son constantes; cambian en función de la potencia demandada. Así, cuando se busca la instalación de un parque eólico, el criterio fundamental es la relación entre el coste del parque y la producción esperada⁴⁴⁰. De manera general, los criterios que se tienen en cuenta en la selección de un emplazamiento son: la velocidad media del viento (hoy en día se considera como velocidad mínima entre 3,5 y 4 m/s); la turbulencia y vientos extremos acordes con el diseño de la máquina a emplazar; y, en el caso de sistemas aislados, la baja variabilidad diaria y estacional y el buen acoplamiento a la demanda⁴⁴¹.

Los emplazamientos geográficos que cuentan con un mayor potencial eólico son los pasos entre montañas con un fuerte gradiente de presión, los valles largos, las zonas llanas elevadas (mesetas), las zonas llanas con un fuerte gradiente de presión, las elevaciones que se encuentran expuestas a vientos de altura y las zonas de costa expuestas tanto a vientos de altura, como a gradientes térmicos y de presión.

Al seleccionar un emplazamiento, se debe poner énfasis no sólo en las características técnicas de los aerogeneradores y en el potencial eólico del lugar, sino también en los aspectos económicos, ambientales, institucionales y en su aceptación por parte de las comunidades vecinas; así como, en el caso de parques eólicos, en la cercanía y características de la red eléctrica⁴⁴².

El aprovechamiento de la energía eólica se realiza a través de aerogeneradores o aeromotores que utilizan el viento y lo transforman en

⁴³⁹ Existen diferentes simuladores como el Meso Map, o el Mass que permiten recrear las condiciones atmosféricas en un período de 15 años. Una vez hechas las simulaciones los resultados se compilan para crear los mapas. Para más detalle ver: Equipo INIECO (2011) *Desarrollo de proyectos de instalaciones de energía mini-eólica aislada*. Pág. 62.

⁴⁴⁰ Sin embargo, cuando la instalación es de baja potencia, el criterio es la proximidad al usuario, estos sistemas como señalan Sancho, Miró y Gallardo (2006), pueden ser un apoyo ya que llegan a puntos del país donde no llega la red general. Como señala Montes (2008), se ha producido un hecho importante; nos hemos dirigido a la utilización de la energía eólica de gran potencia y se ha dejado en un cierto abandono la energía eólica de baja potencia o minieólica, que tiene grandes posibilidades. Ver: Montes, M. (2008) *La I + D la energía para el futuro*. en: *Fuentes de Energía Para El Futuro*. Pág 293, y Sancho, J.; Miró, R. y Gallardo, S. (2006) *Gestión de la Energía*. Pág. 110.

⁴⁴¹ Ver: Morillas, F. (1995) *Caracterización de los recursos eólicos*.

⁴⁴² Principalmente paisajísticos, y de las rutas migratorias de aves, murciélagos e insectos.

energía mecánica (aeromotor) o eléctrica (aerogenerador)⁴⁴³. Conviene detallar los principales elementos que componen los aerogeneradores: el sistema de captación o rotor, que puede ser de eje vertical u horizontal, el sistema de orientación, regulación y generación⁴⁴⁴. Esto les permite, mediante aletas estabilizadoras o servomecanismos, modificar la incidencia del rotor y de las palas, para transformar la energía mecánica obtenida por el rotor.

Por último, un aerogenerador se caracteriza por distintos parámetros a evaluar, como la velocidad de arranque, la velocidad de conexión, la potencia nominal, la velocidad de frenado y el área de captación⁴⁴⁵.

2.1.4.2 El potencial eólico

La potencia eólica instalada a nivel mundial ha pasado de 2.500 MW en los años noventa a 40.000 MW a finales de 2011, por lo que el crecimiento ha aumentado a un ritmo anual del 30%. Este tipo de energía ha sido aprovechada por 50 países. En Europa la potencia instalada en la UE-15 era 28.000 MW (el 70% del total mundial) y aportaba el 2,4% de la electricidad consumida. La Unión Europea suministró el 90% de los generadores instalados en el mundo en 2002⁴⁴⁶.

Los cinco primeros países (Estados Unidos, China, Alemania, España e India) representaron el 74,2% de la capacidad eólica a nivel mundial, más que el 72,9% del año 2008. Estados Unidos y China en conjunto representaron el 43,2% de la capacidad eólica mundial (frente al 38,4% en 2009)⁴⁴⁷.

La utilización masiva de la energía eólica, el desarrollo de generadores cada vez más grandes y otros avances tecnológicos (la eficiencia crece de un 2 a un 3% anual) no ha sido suficiente para competir con el coste medio de la

⁴⁴³ De los aerogeneradores no se puede extraer todo el potencial del viento, ya que una parte siempre queda en la masa de aire, puesto que por lo contrario ésta quedaría parada. Esto es lo que se conoce como Límite de Betz. Ver: González Velasco, J. (2009) *Energías Renovables*. Pág. 321.

⁴⁴⁴ En la actualidad, el sistema más difundido es el de eje horizontal con tres palas.

⁴⁴⁵ En este apartado se utiliza el término aerogenerador puesto que el objeto de estudio es la producción de electricidad con energías renovables.

⁴⁴⁶ Datos del *EurObserv'ER 2011* que no se alejan mucho de los 41.236 MW calculados por el Consejo Mundial de Energía Eólica (GWEC).

⁴⁴⁷ Datos de la WWEA.

electricidad generada en las centrales convencionales, lo que supone que la energía eólica tiene aún que ser subvencionada⁴⁴⁸. En Estados Unidos el coste por KWh de los mejores parques eólicos se ha situado en 2,5 centavos de dólar. Por tanto, nos encontramos ante una tecnología en proceso de maduración que ha entrado en una fase de producción en masa, por lo que tendrá mejoras continuas⁴⁴⁹.

La *European Wind Energy Association* (EWEA), dentro de sus previsiones, estimó 70.000 MW en 2012, lo que supone una cuota de mercado del 5,5%, y 180.000 MW en 2020, lo que representará el 12% de cuota de mercado, monto muy semejante a los 150.000 MW que prevé el Instituto Alemán de Energía Eólica⁴⁵⁰. Las cuotas de mercado que hemos citado se calcularon de forma optimista con respecto a las demandas eléctricas indicadas por la AIE y sin tomar en cuenta los cambios en la producción de las energías convencionales, en particular el petróleo que es la más cambiante⁴⁵¹.

Se puede anticipar que buena parte del incremento futuro se producirá en instalaciones marinas, sobre todo en el norte de Europa (en profundidades no superiores a 30 metros), con turbinas de una potencia superior (se están instalando en el mar generadores de hasta 4,5 MW), pero durante al menos una década predominarán las instalaciones terrestres. Por último, cabe recordar que las mayores debilidades de la energía eólica son su aleatoriedad y su muy difícil pronóstico por la variabilidad meteorológica. Debido a esto, funcionan sin garantía de potencia. Este es un escollo fundamental que podría mitigarse significativamente con mejores métodos de predicción meteorológica referida a los parques eólicos. Por ello, el uso de patrones de clima y de sistemas expertos puede ayudar mucho, siendo ésta una de las principales líneas de investigación.

⁴⁴⁸ En el estudio Externe-E, financiado por la UE, se estima que si se tuvieran en cuenta los costes medioambientales y de salud, el coste de la electricidad procedente del carbón y del petróleo se doblaría y se incrementarían en un 30% la procedente del gas natural. Asimismo, la EWEA ha denunciado que el Sexto Programa de I+D de la UE ha reducido en un 40% los fondos destinados a la energía eólica, poniendo así en peligro la reducción de costes que considera que puede alcanzar hasta un 50% en 2020. Al respecto, ver: *European Wind Energy Association (EWEA), The European Wind Industry. Strategic Plan for Research and Development*.

⁴⁴⁹ Ver: Makower, J. y Pernick, R. (2002) *Clean Energy Markets*. Clean Edge, Oakland.

⁴⁵⁰ Deutschland Energy Wind Institute (DEWI), Wind Energy Study 2004. Assesment of the Wind Energy Market until 2012, Berlin, 2004.

⁴⁵¹ A escala mundial, la EWEA planteó dos escenarios: uno (convencional), con lo que alcanzó 161.000 MW en el año 2012; el otro (avanzado), consideró posible una potencia 311 000 MW para el año 2012 y 1,2 millones de MW para el año 2020. Las regiones más importantes serían OCDE Europa con 36%, OCDE América del Norte con 20,9%, China con 12,2% y Sudeste Asiático con 8%. Al respecto ver: *European Wind Energy Association (EWEA), Future prospects for Wind Power Markets*. Págs. 20-25.

2.1.5 Energía solar

Es la energía que se obtiene a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética, que como comentan Gandía y Meliá (1991), se propaga mediante ondas⁴⁵². Como su nombre indica procede del Sol⁴⁵³. La radiación es aprovechada de manera directa y/o difusa⁴⁵⁴. Esta radiación que alcanza la Tierra puede aprovecharse por medio de captadores que utilizan diferentes tipos de tecnologías (células fotovoltaicas, colectores térmicos, helióstatos, etc.) que permiten transformarla en energía eléctrica o térmica⁴⁵⁵. Se considera energía renovable por la *inagotabilidad* de la fuente⁴⁵⁶.

2.1.5.1 Tipos de radiación

La radiación directa, como su nombre indica, es la que llega directamente del foco solar, sin refracciones o reflexiones intermedias. La radiación difusa

⁴⁵² Es una combinación de campos eléctricos y magnéticos que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro. Gandía y Meliá comentan que es “*una forma de energía, consistente en campos electromagnéticos, que se propagan mediante ondas, transportando cantidades discretas (cuantos o corpúsculos) de energía*”. Ver: Gandía, S. y Meliá, J. (1991) *La teledetección en el seguimiento de los fenómenos naturales. Recursos: Agricultura*. Pág. 51.

⁴⁵³ El sol es la estrella que se encuentra en el centro de nuestro sistema solar. Su luz recorre 149,6 millones de kilómetros (distancia media del sol a la Tierra) en 8 minutos y 19 segundos. La energía del Sol, en forma de luz solar, sustenta a casi todas las formas de vida en la Tierra a través de la fotosíntesis, y determina el clima de la Tierra y la meteorología. Para más detalle, ver: Domingo, E. (2000) *Régimen jurídico de las energías renovables y la cogeneración eléctrica*. Pág. 30. Así como: Méndez, J. y Cuervo, R. (2008) *Energía solar térmica*. Pág. 33; González Velasco, J. (2009) *Energías Renovables*. Pág. 62. y Nelson, P. (2004) *Física biológica: Energía, información, vida*. Pág. 34.

⁴⁵⁴ Siguiendo a Zarza (2008), podemos apuntar que la radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que la luz difusa no es posible concentrarla ya que proviene de todas las direcciones. Para mayor detalle, ver: Zarza, M. (2008) *Plantas solares termoeléctricas: estado actual y perspectivas en: Fuentes de Energía Para El Futuro*. Pág. 150.

⁴⁵⁵ La potencia de la radiación varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas y la latitud. Se puede asumir que en buenas condiciones de radiación el valor es de aproximadamente 1000 W/m² en la superficie terrestre. A esta potencia se la conoce como irradiancia. Para más detalle, ver: Méndez, J. y Cuervo, R. (2008) *Energía solar térmica*. Pág. 514.

⁴⁵⁶ Se considera inagotable pensado en tiempos humanos. Algunas estimaciones predicen que el sol tiene unos 4500 o 5000 millones de años y se espera que su vida sea de otros 5000. Al respecto, ver: Henarejos, P. (2008) *Guía de astronomía*. Pág. 28.

es la que es emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes y el resto de elementos atmosféricos y terrestres⁴⁵⁷.

La radiación solar recibida por la superficie de la Tierra se puede aprovechar, si se analiza la distribución espacial con las variaciones por la pendiente del terreno, que influirán en el ángulo de incidencia de los rayos solares, y por horas de sombra, que influirán en la exposición. Si cuenta con una estabilidad adecuada de los valores diarios medios, para un día determinado, sólo está afectada por la transparencia de la atmósfera⁴⁵⁸.

Existen algunos factores que inciden en la distribución sobre la superficie terrestre. Por un lado las condiciones de localización geográfica y temporal, latitud, orientación y hora. Por otro, las condiciones meteorológicas y climatológicas que determinan la radiación diaria recibida y sus variaciones estacionales⁴⁵⁹.

Para evaluar los recursos solares, se realizan, por un lado, medidas en tierra⁴⁶⁰ y, por otro, técnicas de detección remota⁴⁶¹. El objetivo es estimar la energía recibida por el colector solar, por lo que se necesita conocer el perfil diario y estacional de la radiación, para así poder estimar la productividad potencial anual⁴⁶².

La radiación (directa o difusa), así como sus características de distribución, son factores preponderantes para la conversión de la energía solar en energía útil, por lo que sus niveles de aprovechamiento dependerán de sus

⁴⁵⁷ Algunos autores, como Pinazo (1995) y Seoanez (2001), se refieren a una radiación global cuando se suman la directa y difusa. Ver: Pinazo, J. (1995) *Manual de climatización: Cargas térmicas*. Pág. 426. y Seoánez, M. (2001) *Tratado de Gestión del Medio Ambiente Urbano*. Pág. 141.

⁴⁵⁸ Para mayor detalle, ver: Cabeza, J. (2009) *Fundamentos de transferencia radiante luminosa: O La verdadera naturaleza del factor de forma y sus modelos de cálculo*. Pág. 209.

⁴⁵⁹ Los factores geográficos influyen en la radiación solar y se pueden calcular. No así la variabilidad derivada de las condiciones climatológicas que se basan en modelos y aproximaciones derivadas de la observación. Al respecto ver: Quereda, J. (2005) *Curso de Climatología General*. Págs. 35-50.

⁴⁶⁰ Mediante diferentes aparatos como heliógrafos, piranómetros, estimación de la nubosidad.

⁴⁶¹ En este sentido es interesante la utilización de imágenes del satélite Meteosat para la evaluación de recursos solares. Ramírez, L. (2000) *Radiación solar a partir de imágenes de satélite*.

⁴⁶² La productividad depende por una parte de las características climatológicas anuales, así como de la orientación y localización de los colectores. Ver: Gormaz, I. (2010) *Técnicas y procesos en las instalaciones singulares en los edificios*. Pág. 190. Así como: De Juana Sardón, J. [Coord.] (2003) *Energías renovables para el desarrollo*. Pág. 56.

características de dispersión e intermitencia⁴⁶³. Es una energía dispersa debido a su baja intensidad energética (normalmente menos de 1KW/m²), lo que deriva en la utilización de grandes superficies para su aprovechamiento; otra forma es mediante el uso de sistemas que concentren la radiación y aumenten su densidad⁴⁶⁴. Además, la intermitencia diaria y estacional de esta fuente obliga a utilizar sistemas de almacenamiento que permitan su utilización cuando no hay radiación.

2.1.5.2 Sistemas de conversión térmica

Siguiendo a Jarabo y Elortegui (2000), el aprovechamiento del calor producido por la energía irradiada por el sol o conversión térmica se divide en aplicaciones de baja (hasta 90°C), media (entre 90 y 300°C) y alta temperatura (a partir de 300°C)⁴⁶⁵. Los primeros aprovechan la captación directa de la energía solar mediante colectores planos⁴⁶⁶. Los segundos pueden llegar a alcanzar los 300°, con lo que se abre el abanico de aplicaciones, a diferencia del caso anterior⁴⁶⁷. En este rango se utilizan habitualmente colectores cilindro-parabólicos que concentran la radiación en un tubo ubicado en el centro del semicilindro. Como comentan los citados autores, su inconveniente es que los concentradores sólo trabajan con

⁴⁶³ Mayor detalle en: Meinel, A. y Meinel, M. (1982) *Aplicaciones de la Energía Solar*. Pág. 334.

⁴⁶⁴ El aprovechamiento de la energía solar se ha caracterizado por la aplicación de elementos arquitectónicos para su explotación energética. Los avances tecnológicos destinados a la utilización de la energía solar, tanto en forma de calor (conversión térmica) como de electricidad (conversión fotovoltaica), y en los sistemas de captación o colectores, resaltan el enorme potencial que tienen los sistemas pasivos y las normativas de edificación derivadas de ellos, así como su influencia para conseguir un mayor ahorro y eficiencia en el consumo de energía. Se puede consultar, entre otros: Heras Celemín, M. (2008) *Aplicación de la energía solar en la edificación, proyecto ARFRISOL*. En: *Fuentes de Energía Para El Futuro*. Págs. 221-255, así como: de Juana Sardón, J. [Coord.] (2003) *Energías renovables para el desarrollo*. Pág. 76; además: Gormaz, I. (2010) *Técnicas y procesos en las instalaciones singulares en los edificios*. Págs. 191-195 y Méndez, J. y Cuervo, R. (2008) *Energía solar térmica*. Pág. 439.

⁴⁶⁵ Los autores distinguen tres conversiones térmicas y una eléctrica. Para mayor detalle, ver: Jarabo, F. y Elortegui, N. (2000) *Energías Renovables*. Págs. 49-72.

⁴⁶⁶ No tienen un aprovechamiento desde el punto de vista eléctrico; generalmente se emplea en la obtención de agua caliente. Al respecto, ver: Calventus, Y.; Carreras, R.; Casals, M.; Colomer, P.; Costa, M.; Jaén, A.; Montserrat, S.; Oliva, A.; Quera, M. y Roca, X. (2006) *Tecnología Energética y Medio Ambiente I*. Págs. 163- 170.

⁴⁶⁷ Los sistemas de este tipo suelen poseer un dispositivo que les permite acumular cierta cantidad de energía para hacer frente a las fluctuaciones de la radiación solar. Para mayor detalle, ver: Sancho, J., Miró, R. y Gallardo, S. (2006) *Gestión de la Energía*. Pág. 108, Así como: Moro Vallina, M. (2010) *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Págs. 174-178.

radiación directa, no aprovechando la dispersa⁴⁶⁸.

Por último, en los sistemas de conversión térmica, los sistemas de alta temperatura se pueden dividir en dos grupos: los Paraboloides y las Centrales de torre. Los primeros tienen una concepción similar a los colectores cilindro-parabólicos, pero aumentan notablemente la relación entre la superficie reflectora y la zona donde se instala el concentrador⁴⁶⁹. Los segundos se basan en la utilización de un campo de helióstatos que dirigen la radiación hacia un punto central situado en una torre⁴⁷⁰. Estas instalaciones son consideradas, como señala Mujal (2003), las instalaciones más significativas, aunque, como señala González Velasco (2009), requieren una superficie mayor para garantizar su rendimiento económico⁴⁷¹.

2.1.5.3 Sistemas de energía fotovoltaica

La Energía Solar Fotovoltaica (ESFV) es un tipo de electricidad que se obtiene directamente de los rayos del sol (*foto*) gracias a la foto-detección cuántica de un determinado dispositivo, que generalmente es una lámina metálica semiconductor. El aprovechamiento directo se denomina conversión fotovoltaica y se basa en la capacidad de algunos materiales semiconductores para generar electricidad al incidir sobre ellos una

⁴⁶⁸ Estos sistemas permiten alcanzar una mayor temperatura y combinar varios colectores mediante sistemas distribuidos; en general tienen aplicaciones industriales. En este sentido por medio de aplicaciones térmicas (procesos térmicos industriales, desalinización, refrigeración...), también se puede producir electricidad. Al respecto, ver: Meinel, A. y Meinel, M. (1982) *Aplicaciones de la Energía Solar*. Pág. 191, además: Hernández, F.; Ramos, F.; Tinaut, D.; Rodríguez, M.; Díaz-Salgado, C.; Macías, M. y Blanco, M. (1987) *Metodología y cálculo de radiación para colectores concentradores*. Págs. 76-88, y Moro Vallina, M. (2010) *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Pág. 179. También Mujal Rosas, R. (2003) *Tecnología eléctrica*. Pág. 316, así como: Jarabo, F. y Elortegu, N. (2000) *Energías Renovables*. Pág. 63.

⁴⁶⁹ Pueden llegar a tener hasta una concentración superior a 2000. Ver: Mujal Rosas, R. (2003) *Tecnología eléctrica*. Pág. 317, así como: Meinel, A. y Meinel, M. (1982) *Aplicaciones de la Energía Solar*. Pág. 221; y Moragues, J. (1980) *Conversión fototérmica de energía solar en electricidad*. Pág. 11.

⁴⁷⁰ Para mayor detalle: Meinel, A. y Meinel, M. (1982) *Aplicaciones de la Energía Solar*. Pág. 195, así como: Peña, R. (2008) *El potencial de las energías renovables en España*. en: Ramos Castellanos, P [Ed.] *Energías y cambio climático. XII Jornadas Ambientales*. Pág. 120. Además: Alonso-Concheiro, A. y Rodríguez, L. (1985) *Alternativas Energéticas*. Pág. 131, así como: Sancho, J.; Miró, R. y Gallardo, S. (2006) *Gestión de la Energía*. Pág. 117.

⁴⁷¹ Al respecto: Mujal Rosas, R. (2003) *Tecnología eléctrica*. Pág. 317, y González Velasco, J. (2009) *Energías renovables*. Pág. 137.

radiación luminosa⁴⁷².

La transformación de la radiación solar en electricidad se realiza en las células solares fotovoltaicas, que se colocan en grupos, interconectadas y montadas entre dos láminas de vidrio, en lo que se conoce como módulo fotovoltaico⁴⁷³. La ESFV tiene una amplia implantación en instalaciones aisladas⁴⁷⁴, y puede competir con otros sistemas convencionales, siempre que estén conectadas a la red⁴⁷⁵. Se destaca el enorme interés que presenta la instalación de lo que se conoce como tejados fotovoltaicos, y que su potencia instalada podría igualar el rango de las centrales eléctricas fotovoltaicas⁴⁷⁶. Con esta tecnología Europa podría producir toda la electricidad que necesita⁴⁷⁷.

En Estados Unidos la industria fotovoltaica continuó su fuerte crecimiento en 2011, a pesar de mayores obstáculos en cuanto a precios competitivos, quiebras y cierres de varios fabricantes de energía solar. Los envíos totales de módulos fotovoltaicos, en el año 2011, alcanzaron un máximo histórico,

⁴⁷² Este tipo de energía está llamada a resolver muchos problemas de suministro eléctrico, sobre todo en áreas rurales. Sin embargo, actualmente su coste puede ser un impedimento. Ver: Seoáñez, M. (2001) *Tratado de Gestión del Medio Ambiente Urbano*. Pág. 288.

⁴⁷³ Las celdas fotovoltaicas o “solares” convierten parte de la energía luminosa del sol directamente en electricidad, habitualmente en base a un disco de silicio monocristalino. Como mencionan Amorochó y Oliveros (2000), el silicio es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre y, al combinarse con otros elementos, tiene las propiedades eléctricas únicas de hacer que los electrones existan con la luz y se muevan a través del silicio. Ver: Amorochó, E. y Oliveros, G. (2000) *Apuntes sobre energía y recursos energéticos*. Pág. 100.

⁴⁷⁴ Entre las aplicaciones aisladas de la ESFV, las remotas tienen preponderancia ya que se caracterizan por la exigencia de una alta fiabilidad del sistema de alimentación y la necesidad de baterías. También son importantes las aplicaciones rurales. Ver: Luna, L. (2008) *Instalaciones eléctricas de baja tensión en el sector agrario y agroalimentario*. Pág. 328.

⁴⁷⁵ Al respecto se puede consultar el RD 1663/2000 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de BT. También el Plan de Fomento de las Energías Renovables recoge la enorme importancia que tienen este tipo de aplicaciones. Desde la perspectiva de los SIG más adelante se analiza un proyecto de evaluación desarrollado en Estados Unidos. Ver: Roldán, J. (2010) *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Págs. 277-296, además el Manual INIECO (2011) *Montaje eléctrico y electrónico en instalaciones solares fotovoltaicas*. Pág. 27, así como Méndez, J. y Cuervo, R. (2007) *Energía solar fotovoltaica*. Pág. 195.

⁴⁷⁶ Se estima que esta opción puede aportar el 24% de la electricidad consumida en España. Ver: Méndez, J. y Cuervo, R. (2007) *Energía solar fotovoltaica*. Pág. 44.

⁴⁷⁷ Ver: Perezagua, E. [Dir.] (2004) *A Vision for PV Technology for 2030 and Beyond*. Photovoltaic Technology Research Advisory Council [PV-TRAC] European Commission. Pág. 7.

al pasar de 2.644.498 KW en 2010 a 3.772.075 KW. Esto representa un aumento de casi un 43%. El crecimiento fue impulsado, en parte, por la disminución de células fotovoltaicas y por la bajada en los precios de los módulos causadas ambas por las presiones competitivas⁴⁷⁸. Pero no sólo en Estados Unidos; en el mundo entero la venta de placas fotovoltaicas ha venido creciendo a una media anual del 35%. La razón fundamental del incremento es el aumento de la potencia instalada de Alemania⁴⁷⁹.

El coste actual en la Unión Europea oscila entre 0,25 y 0,65 céntimos de Euro/KWh (sin subvenciones), según el grado de irradiación. Muy lejos de los 0,020-0,035 céntimos de Euro /KWh de las energías convencionales. Pero esta disparidad de costes es mucho menor si se considera que las energías convencionales están indirectamente subvencionadas al no pagar las externalidades ambientales⁴⁸⁰. Aunque con el comercio de emisiones y el Protocolo de Kioto parece que se modificará esta tendencia.

La UE tiene instalado un estimado de 17 GW y conectado casi 22 GW a la red, lo que fue menor que la capacidad fotovoltaica que se instaló en 2011. Las instalaciones representaron casi las tres cuartas partes del total mundial de energía solar fotovoltaica instalada; además se contó con el funcionamiento, para cumplir con la demanda de electricidad de más de 15 millones de hogares europeos⁴⁸¹.

Por primera vez, la energía solar fotovoltaica representó más capacidad adicional que cualquier otro tipo de tecnología en la generación de electricidad. Así, la fotovoltaica logró el 47% de toda la nueva capacidad eléctrica de la UE que entró en funcionamiento en 2011.

La producción y consumo de placas se encuentra concentrada en Japón, Alemania (que tiene el 80% de la potencia instalada en Europa) y en Estados Unidos (donde California tiene el 75% de la potencia instalada). Sin embargo, el Consejo Consultivo Alemán sobre el Cambio Global ha

⁴⁷⁸ Otros factores que explican el crecimiento son el crédito fiscal por inversión solar (ITC) y el programa de apoyos que expiraban el 31 de diciembre de 2011, por lo que en la industria solar se apresuraron a construir proyectos. Ver: *Solar Photovoltaic Cell/Module Shipments Report*. (2012). Consultado el 15/10/2012 y disponible en: http://www.eia.gov/renewable/annual/solar_photo/.

⁴⁷⁹ Alemania está al frente en capacidad instalada y en funcionamiento, seguido por Italia, y juntos representan el 57% de la producción en la Unión Europea. Ver: *REN21's Renewables 2012 Global Status Report*. Pág. 47.

⁴⁸⁰ Ya se ha analizado esta cuestión en otro capítulo. Sin embargo, Domingo (2000), proporciona un análisis puntual. Ver: Domingo, E. (2000) *Régimen jurídico de las energías renovables y la cogeneración eléctrica*. Pág. 376.

⁴⁸¹ Datos obtenidos de: *REN21's Renewables 2012 Global Status Report*. Pág. 47.

expresado recientemente sus dudas sobre si el *Energiewende* (sistema de transformación de la energía) en Alemania es económicamente factible. En su documento de política de comunicación el WBGU muestra que no hay suficiente capital privado disponible, y que sólo puede mobilizarse con una estrategia de transformación coherente⁴⁸².

Las fotovoltaicas pueden sustituir materiales de construcción; con ello los precios se reducen un 5% al año⁴⁸³. Sin embargo, se requiere crear una estrategia que impulse su producción a corto plazo, y que solo será posible mediante un cambio tecnológico y con políticas tendentes a remover los obstáculos⁴⁸⁴. Se puede conseguir con un fuerte apoyo al I+D y, sobre todo, con medidas de apoyo para el aumento rápido de su cuota de mercado. Puesto que suponen una fuerte inversión inicial, se requieren subvenciones y préstamos blandos para reducir los costes iniciales y lograr unos períodos de amortización cortos⁴⁸⁵. Además, para alcanzar el objetivo señalado, es necesario reducir costes (células de óxido sensibilizado, de plástico, de sulfuro de indio y cobre, y nanomateriales) e impulsar su eficiencia⁴⁸⁶. Las celdas solares de plástico se consideran una opción de gran potencial, pero también de alto riesgo, que empiezan a ser comercializadas en Estados Unidos⁴⁸⁷, mientras que en Alemania se comercializan placas de sulfuro de indio y cobre⁴⁸⁸.

⁴⁸² *German Advisory Council on Global Change*, Financing the Global Energy-System Transformation. Pág. 10.

⁴⁸³ Al respecto ver: Bermejo, R. (2005) *La gran transición hacia la sostenibilidad: Principios y estrategias de economía sostenible*. Pág. 175.

⁴⁸⁴ Por lo que se logra ser competitiva mucho antes en Estados que presentan altos niveles de insolación y en mercados eléctricos donde el precio varía con la demanda, ya que entre otras cosas, uno de los picos de la demanda se produce al mediodía cuando más insolación hay. Ver: *Solar Generation* (2004) European Photovoltaic Industry Association (EPIA) Bruselas. Pág. 45.

⁴⁸⁵ Al respecto, ver: Bermejo, R. (2008) *Un Futuro Sin Petróleo: Colapsos y Transformaciones Socioeconómicas*. Pág. 178, Así como: Moro Vallina, M. (2010) *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Pág. 35.

⁴⁸⁶ Ver, entre otros: Rius, M. y Castro-Acuña, M. (2006) *La Química Hacia la Conquista del Sol*. Pág. 87, así como: Martín, N. y Fernández, I. (2007) *La Envolvente fotovoltaica en la arquitectura: Criterios de diseño y aplicaciones*. Pág. 165. Además: Blanco, I. (2012) «Ventanas energéticas» para revolucionar el sector. *La Razón*. Documento consultado 6/04/2013 y disponible en: <http://www.larazon.es/noticia/6781-ventanas-energeticas-para-revolucionar-el-sector>

⁴⁸⁷ Ver: Rodríguez, A. (2011) “Una novedosa tecnología convierte el papel en células fotovoltaicas”. *Tendencias Tecnológicas*, así como: Chandler, D. (2011) *While you're up, print me a solar cell*.

⁴⁸⁸ Ver: Fawer-Wasser, M. (2004) *Solar Energy sunny days ahead?* Pág. 11.

El avance japonés en el sector preocupa a la Comisión Europea⁴⁸⁹, lo que podría llevarle a adoptar la estrategia que propone el PV-TRAC, que sigue las líneas maestras de la estrategia japonesa. Sus planes son que para el año 2030 se logre una potencia instalada en Europa de 200.000 MW y en el mundo, de un millón de MW, con una cuota de mercado del 4%, según las estimaciones de demanda eléctrica de la AIE. Siguiendo esta tendencia, la tecnología fotovoltaica produciría el 20% de la electricidad de Europa en 2050.

Se ha desatado en España a raíz del Real Decreto 1565/2010 sobre las tarifas, primas, complementos y límites una controversia que analizaremos más adelante, pero que, por las características del caso, traemos a colación. En ese decreto se establece que el periodo durante el cual las plantas solares fotovoltaicas tendrán derecho a cobrar la prima se reduce a 25 años⁴⁹⁰. Sin embargo, la Comisión Europea se ha manifestado en contra, al señalar que a través del Real Decreto 14/2010 se ha producido una modificación de las condiciones de las instalaciones solares fotovoltaicas en España, además de que se limita su producción anual. Por lo anterior entendemos la importancia de que exista un marco jurídico estable que dé seguridad a los involucrados.

2.1.6 Energía de los océanos

En el océano se concentran la energía del sol, el viento y las fuerzas de atracción del sol y la luna⁴⁹¹. Diversos estudios se han desarrollado para conocer y aprovechar la energía oceánica⁴⁹². El entendimiento científico de

⁴⁸⁹ Ver: Comisión Europea, *Comunicación sobre la aportación de las energías renovables en la UE*. Pág. 21.

⁴⁹⁰ Por lo que se modifica la norma anterior que establecía que a partir del año 2026 cobrarían el 80%. Esto ha producido gran descontento entre los productores; un ejemplo es que la Asociación Valenciana de Empresas del Sector de la Energía (AVAENSEN) ha interpuesto un recurso contencioso-administrativo contra el Real Decreto 1565/2010.

⁴⁹¹ Se podría resumir diciendo que el sol impulsa todas las fuentes de energía, ya que proporciona un flujo continuo de energía necesaria para el crecimiento de cosechas, vía fotosíntesis, gradiente térmico en la superficie terrestre y en el mar, el cual deriva en vientos, que, a su vez, generan oleaje y, por supuesto, lluvia, factor primordial para la generación hidroeléctrica, la cual es una de las primeras formas de energía renovable. Según datos del Consejo Mundial de Energía, el 85% de la energía solar se encuentra almacenada en los océanos, por lo que resulta muy probable una explotación más intensiva de este tipo de energía.

⁴⁹² Entre otros, cabe destacar los trabajos de la organización *Carbon Trust* en los que se expone su iniciativa “*El Acelerador de Energía Marina*”. En ella se desarrollan conceptos de la próxima generación: dispositivos que podrían reducir significativamente los costos de energía marina, investigación sobre la reducción de los costos de los componentes específicos de los dispositivos de energía marina existentes, así como mejoras en los costos de instalación, operación y mantenimiento. La inversión fue de 3,5 millones de libras.

los fenómenos físicos y las formas de energía es la primera parte de la explotación de la energía. Sin embargo, la construcción de centrales eléctricas en el océano tiene su dificultad por el alto costo de construcción y mantenimiento⁴⁹³.

Al hablar de energía del mar necesariamente debemos referirnos a las mareas, que son el ascenso y descenso periódico de las aguas oceánicas, incluyendo las de mar abierto, bahías y golfos, mediante movimientos periódicos originados por la fuerza de atracción gravitacional que ejercen la luna y el sol sobre la Tierra⁴⁹⁴. Esta fuerza provoca una oscilación rítmica y/o cíclica debido a la órbita de la Tierra alrededor del sol y de la luna alrededor de la Tierra, lo que permite generar elevaciones máximas del agua del mar llamadas *pleamar*, y descensos de la misma denominados *bajamar*.

Existen, por lo tanto, mareas causadas tanto por el sol como por la luna. Una explicación más simple de lo anterior es que el agua del lado de la Tierra más cercano a la luna es atraída por la fuerza gravitatoria de la luna más intensamente que el cuerpo de la Tierra, mientras que el agua del lado de la Tierra más alejado de la luna es atraída menos intensamente que la Tierra. El efecto es la producción de salientes en el agua en los lados opuestos de la Tierra. El efecto de la atracción del sol es similar.

Cada día el agua del Océano sube y baja de nivel dos veces, por lo que en 24 horas hay dos *pleamares* separadas por un intervalo de doce horas y dos *bajamares* en las mismas condiciones. Las mareas están influenciadas por la luna; cuando ésta se encuentra sobre el meridiano de un lugar la atracción es mayor, se produce entonces el flujo o ascenso de agua al que corresponde otro flujo en el lado contrario de la Tierra. La hidrosfera o superficie de agua adopta en consecuencia la forma de un elipsoide en cuyos extremos del eje menor se encuentran las bajamares.

⁴⁹³ En algunos casos los fondos que permiten realizar tales investigaciones no son suficientes para concluir y definir la mejor manera de aprovechar el potencial de esta fuente de energía. Ver: López, J.; Hiriart, G. y Silva, R. (2010). "Cuantificación de energía de una planta maremotriz". *Revista: Ingeniería, investigación y tecnología*. Vol. 11. Núm. 2. Págs. 233-245.

⁴⁹⁴ La fuerza gravitacional puede hacer que el agua se abombe en el lado de la tierra más próximo a la luna o el sol, produciendo panderos mareales que permanecen en posiciones fijas a medida que la tierra rota a través de ellos, lo cual da lugar mareas bajas o altas. Ver: Tarbuck, E. y Lutgens, F. (2005) *Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física*. Pág. 587.

La energía de los océanos se considera una energía limpia y renovable, al no consumir elementos fósiles, ni tampoco producir gases de efecto invernadero. Entre sus ventajas destacamos que es predecible, puesto que sus oscilaciones anuales no varían de forma sustancial. Además, el suministro es seguro mediante los ciclos de marea y corrientes, y hay que destacar su enorme potencial por desarrollar.

Otro de los elementos que está presentes en el océano es el agua, que tiene unas propiedades distintivas de cualquier otro fluido. Dentro de las propiedades físicas, como comenta Ramírez (2006), su alto calor específico, su leve conducción de calor y la gran capacidad de disolución son características propias. En gran medida estas propiedades dependen de la temperatura, salinidad y presión⁴⁹⁵.

La distribución de temperatura de las aguas depende de la radiación solar y de la mezcla de las masas de agua en el océano. La temperatura promedio del océano es de aproximadamente 17,5°C.⁴⁹⁶ Las aguas cálidas superficiales transmiten el calor a las aguas próximas debajo de ellas, formando una zona de productividad. Los rangos de oscilación térmica son para aguas cálidas, de 200-400 m. Hay una disminución de temperatura a medida que aumenta la profundidad; esta variación se da en los 1000-1800 m., y bajo los 1800 m., se mantiene fría. Otro factor que influye es la salinidad, que en promedio ronda los 35°C, pero ésta puede variar según la estación, la latitud y la profundidad.⁴⁹⁷

La salinidad y la temperatura afectan la densidad del agua que interviene directamente en diferentes procesos de mezcla de masas de agua y la transmisión de sonido. En estas mezclas se forman las corrientes que son de dos tipos: las corrientes superficiales, que constituyen el 10% del agua del océano y que se encuentran desde los 400 m. hacia arriba, y las corrientes de agua profunda, que afectan el otro 90% del océano. Las corrientes oceánicas están influenciadas por el calentamiento solar, los vientos, la gravedad y la fuerza de *coriolis*. Asimismo, hay otro tipo de fuerzas que influyen en la dirección del flujo de las corrientes, como el calentamiento solar que causa

⁴⁹⁵ Ver: Ramírez, J. (2006) "Corrientes oceánicas". *Revista 360°*. Núm. 2. Pág. 2.

⁴⁹⁶ La máxima temperatura es de 36°C misma que se ha detectado en el Mar Rojo y la mínima es de -2°C en el Mar de Weddell en la Antártida.

⁴⁹⁷ La salinidad depende de la profundidad; así en la superficie, el agua tiene una mayor evaporación, además de recibir precipitaciones. En zonas de mayor temperatura (acercándonos a los trópicos) la evaporación es mayor que la precipitación, por lo que la salinidad es mayor (>35°C). En las costas, el agua dulce de los ríos desemboca al mar y la salinidad generalmente no excede de 15-20°C. En las zonas de los polos, los glaciares ejercen una influencia sobre la salinidad de las aguas superficiales. Para mayor detalle, ver: Ramírez, J. (2006) *Corrientes oceánicas*. Pág. 2.

la expansión del agua. Se forma una pendiente o inclinación en el nivel del mar y el flujo del agua tiende a fluir hacia abajo de la pendiente.

Estas corrientes marinas se conocen como *Corrientes Geostróficas*⁴⁹⁸. Las corrientes marinas transportan un gran volumen de agua y energía en forma de calor, por lo que influyen en la distribución de la temperatura. Como resultado, afecta al clima del planeta. Las corrientes se pueden dividir en corrientes cálidas o calientes. Los océanos ofrecen un enorme potencial energético, que puede ser transformado en electricidad con el uso de diferentes tecnologías, para así contribuir a satisfacer las necesidades energéticas actuales. Siguiendo la clasificación que hace el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), en España podemos agruparlas en función del aprovechamiento energético, como energía de las mareas o mareomotriz, energía mareomotérmica, energías de las olas o undimotriz y energía del gradiente salino (osmótica)⁴⁹⁹.

2.1.6.1 Energía mareomotriz

La energía mareomotriz es aquella que se obtiene al aprovechar las mareas. La idea de aprovechar la energía contenida en las mareas no es nueva⁵⁰⁰. Los

⁴⁹⁸ Geostróficas (Fuerza provocada por la rotación de la tierra). Estas corrientes son impulsadas por la temperatura y dado que cerca del Ecuador las temperaturas son más altas, el nivel del mar está cerca de 8 cm, más alta que en las latitudes medias y se forman pendientes. Para mayor detalle ver: *Corrientes Marinas*, Agencia Insular de Energía de Tenerife. Págs. 30-37. Así como: Molina, R.; Cabanas, M. y Laatzén, F. (1996) “Corrientes e hidrografía en la región canaria”. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*. Vol. 12. Núm. 1. Págs. 43-51.

⁴⁹⁹ Los océanos ofrecen un enorme potencial energético. Actualmente se están desarrollando técnicas que permitirán transformar ese potencial en electricidad y con ello contribuir a satisfacer las necesidades energéticas actuales. IDAE, consultada 22/11/2012 en: <http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/idpag.513/recategoria.3742/reلمenu.165>.

⁵⁰⁰ Se conocen citas documentales en la utilización de la fuerza del mar; específicamente los primeros molinos de mareas se datan a comienzos del siglo X. El geógrafo musulmán Muhammad ibn Ahmad Shams al-Din Al-Muqaddasi comenta sobre las mareas de Basora (actualmente Irak) que hacían funcionar los molinos. Otra referencia documental sitúa este tipo de molinos sobre las marismas de Venecia en el siglo XI, además de su posible existencia en Dover en 1044. No obstante, existe división de opiniones entre los diversos investigadores, sobre la interpretación de los textos, pues no queda claro si se trataba de este tipo de tecnología puesto que las referencias históricas que datan este tipo de estructuras arquitectónicas en Francia e Inglaterra son del siglo XII, y en Holanda y Portugal del siglo XIII. En España, las primeras citas aparecen vinculadas a documentos que hacen referencias a diferentes abadías. Por ejemplo, se citan molinos de mar adscritos a la abadía de Valdediós en 1245, en Asturias, y el de Puerto de 1047, aunque estas también generan

esfuerzos por convertir la energía del mar en electricidad se remontan a 1938, pero cobra auge en la Bretaña francesa en el estuario del río Rance, en el período 1961-1967. Un año más tarde se establecieron centrales mareomotrices en Nueva Escocia, Canadá y en Kislaya, Rusia⁵⁰¹. Actualmente se conocen dos técnicas de aprovechamiento, una basada en energía potencial y la otra basada en energía cinética.

En términos generales, existen dos tipos de estructura para el aprovechamiento de la energía potencial: las mareomotrices de barrera y las lagunas de barrera. Las barreras de marea consisten en un dique encajado a los costados en las laderas del terreno, que comunica el embalse con el mar mediante un sistema de esclusas y unidades generadoras de electricidad. La laguna de marea consiste en una estructura exenta que genera un embalse artificial en su totalidad.

La central mareomotriz aprovecha el ascenso y descenso continuo de la superficie del mar provocado por las mareas. El sistema utiliza una estructura similar a una cortina: con ello se forma un desnivel parecido a un embalse en el que se hace una división entre dos regiones del mar (dentro y fuera del embalse). El propósito de esta represa o embalse es dejar que el agua fluya naturalmente en su interior con el flujo de la marea a través de sus compuertas abiertas. Con el cambio en las mareas, las compuertas se cierran y se abren. El paso del agua a presión a través de esta sección más estrecha acciona las turbinas para generar energía. Idealmente el desnivel o rango de mareas debe ser de por lo menos cinco metros⁵⁰².

dudas. Las citas que sí hacen referencia directa a este tipo de molinos son del siglo XVI, en Cádiz y Cantabria. Anteriormente nos hemos referido a las fuentes documentales; cuando se emplean fuentes arqueológicas, el primer molino de mareas se dataría a comienzos del siglo VII en la abadía de Nendrum, en Irlanda del Norte. Los trabajos de excavación realizados junto a dicha abadía pusieron al descubierto la existencia de dos molinos con sus respectivos embalses. En todos estos casos, la energía fue aprovechada para usos mecánicos. Para mayor detalle sobre la historia de este tipo de energía, ver: Montero, J. y Calvo, J. (2013) “Energía mareomotriz: perspectiva histórica y estado actual”. *Técnica Industrial*. Núm. 301. Págs. 54-60.

⁵⁰¹ Datos en: González, J. (2009) *Energías Renovables*. Pág. 426.

⁵⁰² Es un sistema similar a una hidroeléctrica. Sin embargo, en las centrales mareomotrices no se logran grandes diferencias de altura ya que la altura está determinada por la amplitud de la marea. Por eso los embalses de las centrales mareomotrices deben tener varios cientos de metros de anchura, para poder instalar un mayor número de turbinas que, combinadas, pueden igualar la energía producida por un embalse de río. E incluso superarla, pues así como en un río estamos limitados por la altura máxima que podríamos construir, en el mar esta limitación sólo la marca el costo de las instalaciones. Ver: López, J.; Mendoza, T. y Salles, P. (2010) *Problemáticas y recomendaciones sobre las tecnologías de aprovechamiento de energías oceánicas*.

Siguiendo a López, Mendoza y Salles (2010), podemos identificar tres modos de operación de un embalse con energía mareomotriz: el modo de flujo, el modo de reflujos y el modo de flujo y reflujos. La eficiencia de cada uno de ellos es variable y el funcionamiento depende del periodo en que esté en marcha el sistema de bombeo del agua.

- 1) Flujo: consiste en la generación de energía eléctrica cuando la marea está ascendiendo y el nivel de agua en el embalse es inferior al nivel de la marea.
- 2) Reflujo: consiste en la generación de energía eléctrica cuando la marea está descendiendo. De modo que, cuando la marea está ascendiendo, se permite el paso del agua hacia el embalse por medio de unas compuertas, hasta alcanzar el nivel máximo. Cuando la marea está descendiendo el paso del agua es por las turbinas y el flujo del agua es del embalse hacia el mar.
- 3) Mixto (Flujo y reflujos): este caso implica la combinación de los dos modos anteriores para la obtención de energía, de forma que se aprovechan el ascenso y descenso de la marea⁵⁰³.

La cantidad de energía que es posible aprovechar está directamente relacionada con la amplitud de la marea, pero también son importantes la cantidad de turbinas y el área del embalse, así como la correcta combinación de estos tres factores que dará como resultado un mayor rendimiento de la planta.

Hay que hacer algunas consideraciones ambientales sobre los efectos que se producen con este tipo de energía. Como comenta Fernández (2004), se puede destacar el transporte de sedimentos. La amplitud de la marea en el estuario se ve afectada, pues se reduce hasta en un 50%, aunque los cambios en el ecosistema no están definidos, ya que éstos dependen de cada emplazamiento. Para realizar una previsión de los cambios físicos inducidos en el estuario, es necesario conocer las distribuciones de la salinidad, turbidez, nutrientes y contaminantes previos y posteriores al embalse. Sin

⁵⁰³ Estos modos de operación producen intervalos, momentos en los que no se tiene generación, debido a que los niveles del agua, dentro y fuera del embalse son los mismos. Para solventar este problema: *se recurre a mareomotrices con más de un embalse. Por ejemplo con una mareomotriz de doble embalse, en el cual uno de los embalses solo permite la entrada de agua, cuando el nivel en el mismo es menor que la marea (embalse alto) y el otro solo permite la salida del agua cuando su nivel de agua es mayor que la marea y la instalación de los generadores es entre estos dos embalses en los cuales, dependiendo del volumen del embalse y la potencia instalada siempre tendrá un desnivel para generar la mayor parte del tiempo.* Ver: López, J.; Mendoza, T. y Salles, P. (2010) *Problemáticas y recomendaciones sobre las tecnologías de aprovechamiento de energías oceánicas.*

embargo, podemos destacar algunos efectos positivos sobre el ambiente. Por ejemplo, la posible protección frente a mareas muy vivas, así como el florecimiento de algunas especies⁵⁰⁴.

Por último, siguiendo a González (2009), se pueden apuntar algunas ventajas y desventajas de la energía maremotriz. Por lo que respecta a las ventajas, se puede considerar totalmente predecible, lo que no ocurre con otras energías renovables. Además de ser silenciosa, del bajo costo de la materia prima, disponible en cualquier clima y época del año, no presenta problemas de sequía como la hidráulica, dado que el promedio de amplitudes de marea prácticamente se puede considerar constante a lo largo del año, e inversión de capital menor. Sin embargo, las desventajas serían: el impacto visual y estructural sobre el paisaje costero; la localización puntual, que depende de la amplitud de las mareas; el muy costoso traslado de energía; el efecto negativo sobre la flora y la fauna, aunque con el tiempo aparecen nuevas especies; su limitación, pues las pleamares y bajamares, que marcan el ritmos de generación de electricidad no coinciden con los picos de demanda, no se puede hacer un uso adecuado de la electricidad que se produce⁵⁰⁵.

2.1.6.2 Energía maremotérmica

La energía termomarina o maremotérmica, procedente de la radiación del sol, se genera cuando la radiación es absorbida por el agua de la superficie del océano, que se calienta, creándose un gradiente térmico con la profundidad. Esta diferencia puede ser aprovechada para producir energía renovable, pero requiere que el gradiente térmico sea de al menos 20°. Las plantas maremotérmicas transforman la energía térmica en energía eléctrica utilizando el ciclo termodinámico denominado “*ciclo de Rankine*” para producir energía eléctrica cuyo foco caliente es el agua de la superficie del mar y el foco frío, el agua de las profundidades. Se han realizado posibles diseños para la construcción de las instalaciones para este tipo de energía, utilizando dos sistemas: los de ciclo abierto (ciclo de Claude) y los de ciclo cerrado (ciclo de Anderson)⁵⁰⁶.

⁵⁰⁴ Un aprovechamiento pequeño, en general, tiene un mayor impacto en relación con la energía producida, por lo que se deben promover emplazamientos mayores. Ver Fernández-Díez, P. (2004) *Energía de las olas*.

⁵⁰⁵ Ver: González, J. (2009) *Energías renovables*. Págs. 465-467.

⁵⁰⁶ Este sistema funciona utilizando agua cálida de mar, a la que se somete a evaporación en una cámara de vacío. Se produce así vapor de baja densidad, por lo que se necesita una gran cantidad de agua del mar. Al vapor de agua se le hace pasar por una turbina que, conectada a un generador, produce electricidad. Una vez que el vapor de agua pasa por las turbinas, se condensa, por lo que vuelve a su estado líquido y, por lo tanto, puede ser devuelto al mar. Además en el sistema de ciclo cerrado se utiliza un líquido de bajo punto de ebullición –que

Las máquinas térmicas reciben calor de una fuente de alta temperatura, eliminándolo mediante la intervención de otra fuente térmica, pero en este caso de baja temperatura; cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre la fuente de calor y la de baja temperatura, mayor será la eficiencia teórica de conversión de energía⁵⁰⁷.

Un equipo para la conversión de la energía térmica del océano es una máquina diseñada para operar entre una temperatura relativamente cálida, como es la de la superficie del océano, y otra más baja como la temperatura del agua que se encuentra a grandes profundidades. La idea de conversión mediante las diferentes temperaturas fue sugerida por primera vez en “*Veinte mil leguas de viaje submarino*”; en 1881, once años después, el físico francés d’Arsonval, teorizó el modelo.

En la práctica, la diferencia de temperatura que se requiere para que la operación resulte económica es de alrededor de 20°C. A un nivel de entre 600 a 900 m., bajo la superficie del océano, la temperatura es de aproximadamente 5-8°C. Para llegar a la diferencia de temperatura deseada, se deben buscar regiones geográficas en las que la superficie del océano sea calentada por el sol⁵⁰⁸. Con esta idea nace el proyecto OTEC (*Ocean Thermic Energy Conversion*), que fue ideado para la recuperación de energía calórica de los océanos en energía eléctrica. La primera instalación fue construida en Cuba en 1930 por Georges Claude, discípulo del profesor d’Arsonval. La instalación produjo 22 KW de energía, suficiente para abastecer a dos hogares modernos de tipo medio. En 1935 Claude construyó

normalmente es amoníaco o freón– que es bombeado a través de un perturbador térmico a un recipiente en el cual la acción del agua caliente provoca la evaporación y el vapor mueve la turbina conectada a un generador eléctrico. Posteriormente pasa por un nuevo perturbador térmico, donde se enfría con el agua de las profundidades marinas. Ver: Domínguez Gómez, J. (2004) *Energías Alternativas*.

⁵⁰⁷ Los combustibles a base de hidrocarburos se han vuelto cada vez más costosos y menos disponibles, por lo que se están realizando esfuerzos en el sentido de mejorar la eficiencia térmica operando a temperaturas cada vez más elevadas; otras técnicas incluyen la cogeneración o el uso de ciclos combinados que transforman una mayor fracción de energía. Ver: Fernández-Díez, P. (2004) *Energía de las olas*.

⁵⁰⁸ Como comenta González (2009): “*un sistema de conversión de energía térmica, no puede tenerse en cuenta una turbina movida por vapor que no se puede generar vapor, a partir de agua a 25°C, a menos que se recurra a bajar la presión, como se hace en los sistemas de ciclo embargo, líquidos como el amoníaco, freón, o la propia agua, si se disminuye la presión sobre ella hasta un valor en que la temperatura de ebullición sea igual o menor que la del agua superficial más caliente, pueden ser consideradas como opciones adecuadas*” ver: González, J. (2009) *Energías Renovables*. Pág. 516.

otra planta a bordo de un buque frente a las costas de Brasil. El mal tiempo y las olas la destruyeron antes de que pudiera generar energía⁵⁰⁹.

La mayor parte de las instalaciones de OTEC se encuentran en su fase experimental y los costos recientes de los combustibles fósiles y el interés por las energías ecológicas reviven con gran notoriedad el interés por este tipo de instalaciones.

La compañía *Tokyo Electric Power* (1981) diseñó y construyó, en la isla de Nauru, en el Océano Pacífico, una planta de ciclo cerrado. La instalación logró producir 120 KW, de los cuales 90 fueron usados para consumo propio y el resto para suministrar electricidad a una escuela, así como a varias casas de la isla.

En 1993 el Dr. Luis Vega diseñó un sistema construido por el Laboratorio Nacional de Energía de Hawai. La planta fue capaz de producir una cantidad récord de 255 KW de energía. La instalación fue ubicada en un barco a dos kilómetros y medio de la costa y generó la energía suficiente para cubrir la iluminación y los sistemas eléctricos del buque⁵¹⁰.

En 2002 India probó una planta piloto OTEC flotante cerca de Tamil Nadu. La planta fracasó por problemas con la tubería de agua fría del mar profundo. El gobierno continúa patrocinando la investigación⁵¹¹. En 2006 *Makai Ocean Engineering* se adjudicó un contrato del gobierno estadounidense para investigar el potencial de OTEC para producir cantidades significativas de hidrógeno en plantas flotantes en el mar, ubicadas en las cálidas aguas tropicales. En julio de 2011 *Makai Ocean Engineering* completó el diseño y construcción de un intercambiador de calor: la Instalación de Pruebas de OTEC en el Laboratorio de Energía Natural de Hawai. El objetivo de la instalación es llegar a un diseño óptimo para intercambiadores de calor de OTEC, aumentando el rendimiento y la vida útil, reduciendo los costes. En marzo de 2013 la empresa anunció una concesión para instalar y operar una turbina de 100 kilovatios y así poder conectar a la red⁵¹².

⁵⁰⁹ (1930) "Power from the Sea". *Popular Mechanics*. Vol. 54. Núm. 6. Págs. 881-882.

⁵¹⁰ Para mayor detalle se puede consultar: Vega (2011) *Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC)* Consultado 04/2013 y disponible en <http://www.otecnews.org/portal/otec-articles/ocean-thermal-energy-conversion-otec-by-l-a-vega-ph-d/>

⁵¹¹ Ver: "Deep Pipelines for Ocean Thermal Energy Conversion". Consultado 16/02/2012 <http://www.makai.com/pipelines/otec/>

⁵¹² Ver: "Makai Ocean Engineering's Heat Exchanger Test Facility opened", en: <http://www.otecnews.org/2011/11/makai-ocean-engineerings-heat-exchanger-test-facility-opened/>

Los promotores de esta tecnología aseguran que su producción es constante y permanente, a diferencia de otras energías renovables, como la eólica o la fotovoltaica. Sin embargo, las instalaciones deben estar situadas en los puntos geográficos que permiten una diferencia de temperatura de al menos 20 grados entre la superficie y el fondo de los océanos. Estas condiciones se producen en las áreas costeras tropicales. Sin embargo, la eficiencia de este sistema es muy baja: se estima entre un 1% y un 7% como máximo.

A pesar de estas limitaciones, su potencial es enorme. Según estimaciones del Laboratorio Nacional de Energía Renovable de Estados Unidos, en un día medio, 60 millones de kilómetros cuadrados de los mares tropicales absorben una cantidad de radiación solar que equivale, en energía, a unos 250 millones de barriles de petróleo. Si el 0,1% de esa energía solar almacenada se convirtiera en energía eléctrica, podría abastecer en más de 20 veces el consumo total de electricidad de Estados Unidos⁵¹³.

2.1.6.3 Energía de las olas o undimotriz

La energía de las olas o energía undimotriz ha sido llamada la más prometedora fuente de energía renovable para los países con salida al mar⁵¹⁴. Es inagotable: las olas van y vienen eternamente. Este tipo de tecnología está diseñada para el aprovechamiento de la energía que se produce por el movimiento de las olas. El oleaje es una consecuencia del rozamiento del aire sobre la superficie del mar, por lo que resulta muy irregular. Ello ha llevado a la construcción de múltiples tipos de máquinas para hacer posible su aprovechamiento. Los parques energéticos marinos son la última novedad dentro de las energías renovables. Además otro factor es el sentimental, ya que la gente tiene un aprecio especial por el mar, lo que hace este tipo de energía sumamente popular.

⁵¹³ Ver: Jaramillo, C. (2009) *Energía Termal Oceánica*. El mundo.com. Consultado 5/08/2013 en: <http://www.elmundo.com/portal/pagina.general.impression.php?id=131496>

⁵¹⁴ Algunos especialistas utilizan el término granja de olas (En inglés: *wave farm – wave power farm -wave energy park*) para referirse a una colección de máquinas en el mismo lugar que se utiliza para la generación de energía eléctrica de las olas. Las granjas de olas pueden situarse en alta mar o cerca de la costa, con el primero de los casos siendo el más prometedor para la producción de grandes cantidades de electricidad para la red. El primer parque de olas fue construido en Portugal, el *Wave Farm Aguçadoura*, que consta de tres máquinas *Pelamis*. Pero el más grande del mundo está previsto en Escocia el *Orkney*. Ver notas periodísticas consultadas el 23/06/2013 y disponibles en: <http://www.guardian.co.uk/technology/2008/sep/25/greentech.alternativeenergy>. Así como http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/scotland/6377423.stm.

En cuanto a los antecedentes del uso de este tipo de fuente de energía, se tiene conocimiento de que la primera patente de este tipo de sistemas es de 1799, en París. Pero es hacia 1910 cuando se construyó un dispositivo en Burdeos, Francia. Se tiene constancia de que esta fue el primer dispositivo de oscilación de tipo columna de agua de energía undimotriz⁵¹⁵.

Más adelante, la búsqueda científica de la energía de las olas, en la década de 1940, fue iniciada por los experimentos de Yoshio Masuda. Realizó distintos experimentos en dispositivos de energía de olas en el mar; entre ellos, se destaca el concepto de extracción de energía a partir del movimiento angular en las articulaciones de una balsa, propuesta en 1950 por Masuda⁵¹⁶.

Un renovado interés en la energía de las olas fue motivada por la crisis del petróleo en 1973⁵¹⁷. Un año más tarde Stephen Salter realizó un experimento conocido como el pato de Salter o la cabeza de pato, pero denominado oficialmente como el pato de Edimburgo. En los ensayos controlados a pequeña escala obtuvo del movimiento de las olas una conversión del 90% de la electricidad, lo que representó un 81% de eficacia⁵¹⁸.

Por su parte, Miller (2004) comenta que en las playas de California se realizaron muchos modelos; algunos se patentaron, pero pocos llegaron a construirse. Uno de ellos, el *Starr Wave Motor* de Redondo Beach, comenzó a construirse en 1907. Fue un gran proyecto que pretendía suministrar energía a seis condados. Al final, la enorme máquina se derrumbó en 1909 debido a la débil construcción del muelle en el que se situó. Otros diseños, como el *Wright Wave Motor* de Manhattan Beach (1897), el *Reynolds Wave Motor* de Huntington Beach (1906) y el *Edwards Wave Motor* de Imperial Beach (1909), tuvieron modelos a escala real. El *Wright Wave Motor* es el

⁵¹⁵ Ver: Morris-Thomas, M.; Rohan, I. y Thiagarajan, K. (2007) "An Investigation Into the Hydrodynamic Efficiency of an Oscillating Water Column". *Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering*. Vol. 129. Págs. 273-278.

⁵¹⁶ Aunque las primeras patentes relacionadas son probablemente de unos 200 años antes, la extracción de energía a partir del movimiento angular en una balsa articulada es uno de los conceptos más antiguos de dispositivos de energía de las olas. Propuesto por el pionero Yoshio Masuda. Ver: Farley, F. y Rainey, R. (2006) *Radical design options for wave-profiling wave energy converters*. Consultado el 18/12/2012 y disponible en: http://www.iwwwfb.org/Abstracts/iwwwfb21/iwwwfb21_15.pdf

⁵¹⁷ Un número de investigadores universitarios han reexaminado el potencial para generar energía a partir de las olas del mar, entre ellos destacan Stephen Salter, de la Universidad de Edimburgo, Kjell Budal y Falnes Johannes, del Instituto de Tecnología de Noruega (ahora fusionada con la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología), Michael E. McCormick de la Academia Naval de EE.UU., David Evans de la Universidad de Bristol, Michael Francés de la Universidad de Lancaster, Nick Newman y CC Mei del MIT.

⁵¹⁸ Ver: Edinburgh Wave Energy Project. University of Edinburgh.

único de estos motores de olas de época victoriana que aún existe. Está enterrado en la arena al pie del muelle de Manhattan Beach⁵¹⁹.

En la segunda mitad del siglo XX el desarrollo de la energía undimotriz continuó en otras partes del mundo, pero en California prácticamente quedó en el olvido, salvo por algunos esfuerzos. En el área de la Bahía de San Francisco, en 1965, un ingeniero marino de Oakland fue noticia con su nuevo motor de onda; afirmó que el modelo había funcionado con éxito en una cala en Muir Beach. En 1983 el consejo municipal de Berkeley votó a favor de instalar un sistema de energía undimotriz en alta mar. Se retomó el interés en 2003 con varios proyectos e investigación. Sin embargo, como ya se mencionó, no fue hasta 2008 cuando entró en funcionamiento el primer parque, en Portugal: el *Aguçadoura*⁵²⁰.

El recurso potencial de las olas es enorme. Se estima en unos 2.000 Gw, aunque hace falta calcular qué cantidad es posible cosechar y suministrar a un precio asequible. Una ola se desplaza hacia adelante en un movimiento esquivo, arriba y abajo. Su altura muestra la fuerza que lleva⁵²¹. La energía que desarrollan las ondas y las olas es enorme; esta energía tiene dos fuentes: por un lado, la energía potencial, que provoca la deformación de la superficie del mar, y por otro, la energía cinética o de movimiento, debida al desplazamiento de las partículas; en suma, de la masa de agua.

Cabe apuntar, siguiendo a Castro y Sánchez (1997), tres fenómenos básicos que ocurren en las olas: el empuje de la ola, la variación de la altura de la superficie de la ola y la variación de la presión bajo la superficie de la misma. Por ello la aleatoriedad en la amplitud y frecuencia de las olas no

⁵¹⁹ Dentro de este período de veinte años, los motores de olas de diferentes tamaños y etapas de desarrollo se experimentó en las playas de Long Beach, Manhattan Beach, Redondo Beach, Newport Beach, Oceanside, Laguna Beach, Isla Catalina, Santa Mónica, Venice, Huntington Beach, San Diego, Imperial Beach y Ocean Park. Ver: Miller, C. (2004) *A Brief History of Wave and Tidal Energy Experiments in San Francisco and Santa Cruz*. Consultado 13/08/2013 y disponible en: <http://www.outsidelands.org/wave-tidal3.php>.

⁵²⁰ Para un mayor análisis sobre el progreso en la conversión de energía de las olas en Europa durante los últimos diez años, en el que se revisaron las iniciativas en el sector de la energía de las olas a nivel nacional y de la Unión además de aspectos técnicos y económicos, ver: Clément, A.; McCullen, P.; Falcão, A.; Fiorentino, A.; Gardner, F.; Hammarlund, K.; Lemonis, G.; Lewis, T.; Nielsen, K.; Petroncini, S.; Pontes, M.; Schild, P.; Sjöström, B.; Sørensen, H. y Thorpe, T. (2002) "Wave energy in Europe: current status and perspectives". *Renewable and sustainable energy reviews*. Vol. 6. Págs. 405-431.

⁵²¹ El oleaje en el mar está producido por la acción del viento en la superficie. Esto produce a su vez, un movimiento circular, que en conjunto da la impresión de un avance continuo. Ver: Lucena, A. (2000) *Energías Alternativas*.

sólo afecta el diseño de los convertidores, sino que también incide en las instalaciones que permiten el empleo de este tipo de energía. Estas características dificultan su funcionamiento, mantenimiento y reparación. Una ola contiene energía cinética y potencial, por lo que se complica determinar la cantidad exacta de energía que se puede obtener de cada frente de olas⁵²².

Según Lucena (2000), la energía de las olas se reparte con una notable desigualdad y su distribución varía, pero gran parte de la tecnología relacionada está en fase de análisis en diferentes centros a nivel europeo. Estos han fijado que la energía disponible es de más de 1.000 TWh/año, de los cuales podrían aprovecharse 120 TWh, lo que representa el 5% del consumo europeo⁵²³.

A manera de resumen de los distintos sistemas para aprovechar la energía de las olas, podemos agruparlos en dos tipos: los adecuados para zonas costeras, que se instalan y fijan a la plataforma continental, llamados sistemas continentales o también *nearshore*, y los que se instalan a mar abierto, llamados flotantes y también conocidos como *offshore*. Domínguez (2004) analiza este tipo de mecanismos detallando que el movimiento de las olas produce que el aire al interior del cilindro donde se ubica la turbina genere un efecto de vacío, lo que produce el movimiento de la turbina⁵²⁴.

Algunos de los desarrollos tecnológicos que se han generado, en fase de prueba, como comenta Lozada (2010), son las principales apuestas en este tipo de obtención de energía⁵²⁵:

- 1) Serpentes flotantes, o también llamadas *Pelamis Wave Power*. Se trata de una serie de cilindros articulados, parcialmente sumergidos. Mediante el constante balanceo de las olas realizan un movimiento entre secciones que activa un sistema hidráulico que bombea aceite a alta presión a través de unos motores conectados a un generador, produciendo así, la electricidad⁵²⁶.

⁵²² Ver: Castro Gil, M. y Sánchez Naranjo, C. (1997) *Energías Geotérmica y de Origen Marino*.

⁵²³ Ver: Lucena, A. (2000) *Energías Alternativas*.

⁵²⁴ Ver: Domínguez Gómez, J. (2004) *Energías Alternativas*.

⁵²⁵ Ver: Lozada, I. (2010) "El mar como fuente de energía". *Revista I.T.* Núm. 90. Instituto de Investigaciones Marinas. Págs. 34-39.

⁵²⁶ El nombre *Pelamis* se toma de una serpiente marina de vientre amarillo que habita en aguas tropicales y subtropicales. La tecnología fue desarrollada en 1998 por los doctores Richard Yemm, David Pizer y Chris Retzler. El primer proyecto en utilizar este tipo de tecnología en fase experimental, fue el parque de olas, llamada Okeanos, planificado para la costa portuguesa en 2008 cerca de la ciudad de Póvoa de Varzim. El proyecto suponía evitar la emisión de más de 6.000 toneladas de dióxido de carbono en la producción de

- 2) Columna de agua oscilante, también llamadas *Wavegen*. Se trata del aprovechamiento de las olas cerca de la playa, mediante una chimenea: las olas entran por una abertura, el aire ubicado en el interior de la chimenea es forzado a pasar por una turbina Wells e impulsa un generador eléctrico. Se sabe que actualmente se está empleado esta tecnología en el proyecto guipuzcoano de Motrico, como también en el proyecto escocés LIMPET y en la planta experimental de la Isla de Pico (Azores)⁵²⁷.
- 3) CETO. Esta tecnología fue diseñada para obtener energía mediante una serie de boyas sumergidas que aprovechan el movimiento vertical ocasionado por las olas para mover un pistón que bombea agua de mar a la costa, con la que se genera energía por medio de una turbina Pelton y un generador.⁵²⁸
- 4) PowerBuoy. Es un convertidor de energía que se coloca en el fondo del mar a más de un metro bajo la superficie. Dentro tiene un pistón que, con las sacudidas producidas por las ondulaciones de las olas, transmite el movimiento a un generador de electricidad, produciendo energía que es enviada a la orilla mediante un cable subacuático. El instrumento fue desarrollado por *Ocean Power Technologies*⁵²⁹.
- 5) Aquabuoy. Es un dispositivo que aprovecha el movimiento ascendente y descendente de las olas para, mediante una turbina Pelton situada en cabeza de la boya, bombear agua. El instrumento fue desarrollado por *Finavera Renewables*⁵³⁰.
- 6) Dragón de Olas o *Wave Dragon*. Es un dispositivo flotante a nivel del mar, que funciona anclado al fondo del mar convirtiendo la energía potencial del

electricidad a partir de fuentes fósiles. Sin embargo, el proyecto no se concluyó por falta de fondos. Ver: Miguélez, F. (2009) *La energía que viene del mar*. Pág. 81.

⁵²⁷ La empresa que ha desarrollado esta tecnología es la Voith Hydro Wavegen Limited, en Escocia. Su fundador, Allan Thomson, confía en su viabilidad en los siguientes años. Para más detalle, el documento online consultado el 15/09/2015 en: <http://www.heraldscotland.com/sport/spl/aberdeen/market-listing-for-wavegen-5m-investment-will-help-scots-company-roll-out-internationally-1.190301>.

⁵²⁸ Esta tecnología fue desarrollada por *Carnegie Wave Energy Limited*, empresa australiana que ostenta la patente. Recaudó más de 45 millones de dólares para financiar su desarrollo. Los gobiernos Federal australiano, el estatal de Australia Occidental y el francés han participado con fondos o facilidades y está en funcionamiento en al menos 3 proyectos en distintos países. Ver online, consultado el 15/09/2015, en: <http://www.carnegiewave.com/index.php?url=/about/strategy>

⁵²⁹ Este dispositivo fue el primero en ser colocado en mar abierto en España, en el marco del proyecto SWEP (Santofía Wave Energy Project). Ver: <http://www.oceanpowertechnologies.com/spain.html>

⁵³⁰ La empresa ostenta la patente del *AquaBuoy*, cuenta con varios proyectos, en al menos 5 países. Ver documento online disponible, consultado 13/05/2015 en: <http://www.finavera.com/media/press-release/finavera-renewables-completes-aquabuoy-construction-pictures>

agua en energía eléctrica. Puede ser instalado individualmente o en cadena. Este artefacto combina tecnologías ya existentes y maduras, pero lo hace de una forma innovadora e original⁵³¹.

- 7) Wave Plane. Es el único dispositivo que convierte las ondas pulsantes directamente en una rotación rápida e incluso sin ninguna pieza móvil. Esto es: cuando las olas superan la estructura, el agua rellena un depósito que al vaciar hace girar una turbina eléctrica⁵³².
- 8) Archimedes Wave Swing (AWS). Consiste en una boya de forma cilíndrica amarrada al lecho marino. El movimiento del oleaje agita una carcasa superior llena de aire contra un cilindro inferior fijo, imprimiendo un movimiento vertical que se transforma en electricidad⁵³³.
- 9) Oyster. Es un dispositivo que utiliza el movimiento de las olas del mar para generar electricidad. Se compone de un bastidor conector que está fijado al fondo del mar, y una unidad de captura que se mueve hacia atrás y adelante con el movimiento de las olas. El movimiento de la aleta impulsa dos pistones hidráulicos que se alimentan de agua a alta presión conectados a una turbina hidroeléctrica en tierra, que acciona un generador para producir electricidad⁵³⁴.

Algunas de las más importantes aportaciones españolas a este tipo de tecnologías son:

⁵³¹ El *Wave Dragon* es un proyecto conjunto de investigación de la Unión Europea, incluidos los socios de Austria, Dinamarca, Alemania, Irlanda, Portugal, Suecia y Reino Unido. El primer prototipo conectado a la red está actualmente instalado en Nissum Bredning, Dinamarca. Se están llevando a cabo pruebas de desempeño a largo plazo, en diferentes condiciones marítimas, con el fin de determinar su desempeño. Ver: Lynn, P. (2013) *Electricity from Wave and Tide: An Introduction to Marine Energy*. Pág. 205.

⁵³² El *WavePlane* fue desarrollado y patentado por Erik Skaarup en 1998. El dispositivo funciona por la “cosecha” de la energía natural de las olas, utiliza componentes de energía, tanto cinética y potencial de la ola. En el proyecto participan el Instituto Marítimo de la Universidad de Cork en Irlanda. Los experimentos mostraron que el prototipo fue capaz de capturar hasta el 60% de la masa en la cresta de la ola (el agua por encima del nivel medio del agua) y el 30% del total de energía de las olas. Ver: <http://www.waveplane.com/>. Consultado el 13/07/2015.

⁵³³ El dispositivo fue patentado y comercializado por *AWS Ocean Energy*, una empresa dedicada a la industria de la energía de las olas, con sede en Escocia, que aporta soluciones de energía undimotriz. Siguiendo a Valeiro, Beriao y Da Costa (2007), la actuación y evaluación del enclavamiento de control, mediante diferentes algoritmos y extensas simulaciones, muestran que con independencia del estado del mar, el AWS conduce a un aumento significativo de la energía de onda absorbida. Ver: Valeiro, D.; Beriao, P. y Da Costa, J. (2007) “Optimisation of wave energy extraction with the Archimedes Wave Swing”. *Ocean Engineering*. Núm. 34. Págs. 2330-2344.

⁵³⁴ Oyster fue desarrollado por Aquamarine Power con sede en Edimburgo, una compañía que se centra en la energía de las olas. El concepto se originó a partir de la investigación en la Universidad de Queen’s Belfast, dirigido por el profesor Trevor Whittaker. Documento online. Consultado el 14/04/2015 en: <http://www.aquamarinepower.com/news/belfast-team-signs-research-deal/>

- 1) APC-PISYS. Es un convertidor de la energía de las olas del mar, basado en la múltiple captación de energía de tipo potencial y cinética que están presentes en las olas del mar. Por tanto, sus desarrolladores lo definen como “*un sistema de múltiple captación y transformación complementada de la energía de las olas del mar*”⁵³⁵.
- 2) Oceantec. Es un dispositivo flotante, basado en el movimiento inercial de las olas. Su estructura se somete a un movimiento de oscilación periódica, y dispone de un giróscopo que transforma dicho movimiento en un balanceo. El sistema de fondeo permite la orientación en la dirección del oleaje⁵³⁶.
- 3) Hidroflot. Es un dispositivo que cuenta con una estructura flotante formada por un conjunto de 16 boyas, que aprovechan el movimiento vertical producido por las olas⁵³⁷.
- 4) Wavecat. Es un dispositivo flotante que permite generar energía, ha sido diseñado específicamente para las condiciones del mar gallego. Además se complementa con dos sistemas: el de fondeo y el de transporte de la energía generada. El sistema de fondeo se definirá a partir de las exigencias para la fijación de la estructura en el fondo del mar, habida cuenta de las mareas y las corrientes; el transporte se realiza mediante un cable submarino que soporta las tensiones tanto del dispositivo como de las condiciones climáticas⁵³⁸.

⁵³⁵ El proyecto *Innpacto Wave Energy 2010*, fue financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del gobierno de España, así como el Consorci Escola Industrial de Barcelona (CEIB), que se forma con la participación de la Diputación de Barcelona y la Universitat Politècnica de Catalunya.

⁵³⁶ La empresa *Oceantec Energías Marinas S. L.*, desarrolló el dispositivo y lo patentó. La empresa cuenta con diferentes socios como *Iberdrola* y *Tecnalia*. En septiembre de 2008 se instaló en aguas del País Vasco un primer prototipo a escala. Ver: Miguélez, F. (2009) *La energía que viene del mar*. Pág. 85, así como el documento online disponible y consultado el 14/04/2015: <http://www.oceantecenergy.com/>.

⁵³⁷ La empresa comercializa su dispositivo en un proyecto en Gijón. Ver: Miguélez, F. (2009) *La energía que viene del mar*. Pág. 84. Así como el documento online disponible y consultado el 14/04/2015: <http://www.europapress.es/asturias/noticia-empresa-hidroflot-preve-comenzar-comercializar-Energía-generada-asturias-olas-seis-anos-20100627143017.html>.

⁵³⁸ El dispositivo supone la colaboración entre centros tecnológicos, universidades y empresas, ya que participan en este proyecto el CIS Galicia y el Grupo de Ingeniería de espaldas y de Agua (GECA) de la Universidad de Santiago de Compostela, titular de la patente, la Universidad de la Coruña, a través del Departamento de Ingeniería Naval y Oceánica, el Centro Tecnológico en Edificación e Ingeniería Civil (CITEEC) y las empresas Norvento y Baliño. Sobre este dispositivo se puede consultar, entre otros, a: Iglesias, G.; López, M.; Carballo, R.; Castro, A.; Fraguera, J. y Frigaard, P. (2009) “Wave energy potential in Galicia”. *Renewable Energy*. Núm. 34, Págs. 2323-2333, así como: Iglesias, G.; Fernández, H.; Carballo, R.; Castro, A. y Taveira-Pinto, F. (2011) *The WaveCat. Development of a new Wave Energy Converter*. World Renewable Energy Congress, Sweden. Págs. 2151-2158 e Iglesias, G.; Fernández, H.; Carballo, R.; Castro, A.; Fraguera, J.;

En el momento actual, estas tecnologías despiertan el interés, tanto de grandes grupos industriales, como de pequeñas y medianas empresas, que destinan fondos para el desarrollo de las mismas y su posible comercialización. Por tanto, aunque aún están en proceso de evaluación los costes y la generación de empleo⁵³⁹, parece imprescindible la participación gubernamental en estos proyectos para dar seguridad en el suministro y también en el abaratamiento.

Cabe comentar, siguiendo a González (2009), las ventajas y desventajas de este tipo de dispositivos, muchos de ellos en fase de prueba. Sus ventajas: es una energía renovable, no genera CO₂, es silenciosa, tiene bajo coste de materia prima, y se desarrolla en lugares en los que no se concentra población. Las principales desventajas: su limitada localización, dependiente de la amplitud de las mareas, el traslado de energía es costoso y gran parte de los dispositivos son prototipos⁵⁴⁰.

2.1.6.4 Gradiente salino

La energía gradiente salino es la energía que se obtiene por la diferencia en la concentración de la sal entre el agua de mar y el agua dulce. Cuando se produce la mezcla entre dos tipos de agua con diferente salinidad se libera energía. El residuo en este proceso es agua salobre. Actualmente se encuentra en fase de experimentación y en la ciudad de Tofte, en un fiordo Noruego se realizan diferentes pruebas para su utilización. Asimismo el gobierno holandés, la empresa *Eneco* y el grupo de investigación *Redstack* prueban su viabilidad pero, como comenta Castells (2012), utilizando otro principio, el de osmosis, que captura las partículas de sal que emiten las corrientes. Así se crea una presión hidrostática que intensifica la tendencia de las partículas a disolverse⁵⁴¹.

También deben destacarse los esfuerzos conjuntos, como el del Gobierno de Cantabria y el Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE), que, uniendo fuerzas, han propuesto crear un centro de I+D+i para probar

Sanchez, M. y Taveira-Pinto, F. (2012) "The new wave energy converter WaveCat: Concept and laboratory tests". *Marine Structures*. Vol. 29. Págs. 58-70.

⁵³⁹ Ver: Anido, C.; Calvo, A.; Iglesias, G. y Telmo, J. (2012) *Análisis de la necesidad de ayuda pública para la viabilidad económica de la energía undimotriz*.

⁵⁴⁰ Ver: González, J. (2009) *Energías Renovables*. Págs. 509-510.

⁵⁴¹ A este fenómeno se le conoce como "osmosis directa" Ver: Castells, X. (2012) *Energías renovables: Energía, Agua, Medioambiente, territorialidad y sostenibilidad*. Pág. 713.

los diferentes prototipos de dispositivos que buscan convertir en electricidad la energía de las olas⁵⁴².

2.2 Generación eléctrica distribuida

Una revisión de la literatura científica sobre este concepto indica que no existe un consenso sobre la definición de *Generación Eléctrica Distribuida*, o simplemente Generación Distribuida (GD). La GD es un subconjunto de una clase más amplia de recursos distribuidos que también incluyen tecnologías en el lado de la demanda. Estas tecnologías cumplen requisitos fundamentales para los mercados competitivos: muchos participantes del mercado (compradores y vendedores), divisibilidad y la intercambiabilidad de producto⁵⁴³. Probablemente no se haya llegado a un consenso en la definición porque existen múltiples factores que la afectan, como las tecnologías empleadas, el límite de potencia, la conexión a red, etc.

Willis y Walter (2000) señalan que la generación eléctrica distribuida se define como la producción de electricidad por pequeños generadores colocados en el sistema eléctrico de una empresa o, en su caso, en el sitio del cliente o en lugares aislados, fuera del alcance de la red de la distribución⁵⁴⁴.

Por su parte la agencia *Distributed Power Coalition of America* la define como cualquier tecnología de generación a pequeña escala que proporciona electricidad en puntos más cercanos al consumidor que la generación centralizada y que se puede conectar directamente al consumidor o a la red de transporte o distribución⁵⁴⁵. Por su parte, la Agencia Internacional de la

⁵⁴² Ver: *Promueven crear en Santoña un centro de pruebas de energía maremotriz*. Consultado el 07/03/2008 en: <http://www.Energíasrenovables.ciemat.es/?pid=4000&tipo=noticias&id=1858>

⁵⁴³ El-Gasseir (1995) apunta que las DG se pueden dividir en seis categorías disponibles en el mercado: generación de espera, generadores de afeitado de pico, la generación de carga base, paquetes de cogeneración, los dispositivos de almacenamiento de energía y recursos móviles. Ver: El-Gasseir, M. (1995) "Distributed generation implications for restructuring the electric power industry". *Public Utilities Fortnightly*. Vol. 133. Págs. 16-20.

⁵⁴⁴ Al término también se le conoce como generación *in-situ*, generación descentralizada, generación embebida, generación dispersa o energía distribuida y consiste básicamente en la generación de energía eléctrica por medio de muchas pequeñas fuentes de energía. Para mayor detalle: Willis, H. y Walter, G. (2000) *Distributed Power Generation Planning and Evaluation*. Págs. 1-32.

⁵⁴⁵ Distributed Power Coalition of America [DPCA] (1999) *What is distributed power?* Washington, DC. Cita obtenida de: Turkson, J. y Wohlgemuth, N. (2000) "Power sector reform and distributed generation in sub-Saharan Africa". *Energy Policy*. Vol 29. Págs. 135-145.

Energía (AIE) considera que es la que se conecta a la red de distribución en baja tensión⁵⁴⁶.

Se trata, pues, de un campo de actuación en el que se intentan aprovechar algunas nuevas tecnologías para acercar la producción de energía, electricidad y calor al consumidor. Como hemos señalado, su definición se basa en la generación de energía cerca del punto de consumo, pero no implica el uso de una tecnología en particular.

Existe una cierta disparidad al establecer el límite de potencia. En este sentido la Comisión de Energía de California establece como límite 20 MW⁵⁴⁷; Willis y Walter (2000) apuntan que típicamente la potencia oscila entre los 10 o 15 MW. Sin embargo, Ackerman, Anderson y Söder (2001), y Deepak (1997) comentan que podría llegar a los 100 MW. En España el Régimen Especial contempla un límite máximo de potencia de 50 MW⁵⁴⁸.

La tecnología disponible para proyectos de Generación Distribuida incluye, por un lado, todo tipo de energías renovables (fotovoltaica, aerogeneradores, minihidráulica, biomasa, geotérmica, etc.), y por otro, la generación de energía convencional (máquinas de combustión interna, externa, microturbinas etc.). La producción de las unidades de la generación distribuida es modular, es decir, que permite una economía de producción en masa⁵⁴⁹.

Siguiendo a Bermejo (2005), se entiende que un sistema eléctrico eficiente debe basarse en grandes plantas de generación y largas líneas de transporte. Este sistema centralizado proveía de una base técnica que justificaba unos

⁵⁴⁶ La agencia las asocia a tecnologías como los motores, mini- y microturbinas, pilas de combustible y energía solar fotovoltaica. Al respecto consultar: AIE (1999) *Electricity Market Reform*. An IEA Handbook. Paris. Además de las predicciones del AIE en particular: Boedecker, E.; Cymbalsky, J. y Wade, S. (2000) *Modeling Distributed Electricity Generation in the NEMS Buildings Models*. Consultado el 17/09/2015, en: http://www.eia.gov/oiaf/analysispaper/electricity_generation.html.

⁵⁴⁷ California Energy Commission [CEC] (2000) *The role of energy efficiency and distributed generation in grid planning*. Staff report to the governor and legislature, Document P300-00-003.

⁵⁴⁸ Ver: Willis, H. y Walter, G. (2000) *Distributed Power Generation Planning and Evaluation*. Pág. 1, así como: Ackerman, T.; Anderson, G. y Söder, L. (2001) "Distributed generation: a definition". *Electric Power Systems Research*. Vol. 57. Págs.195-204, y también: Deepak, S. y Bartels, R. (1997) "Distributed Electricity Generation in Competitive Energy Markets: A Case Study in Australia". *The Energy Journal*. Special Issue: *Distributed Resources*. Págs. 17-40.

⁵⁴⁹ Ver: Menéndez, E. (2001) *Energías Renovables, Sustentabilidad y Creación de Empleo: Una Economía Impulsada por el Sol*. Pág. 207 –así como: Blanch, A [Ed.] (2003) *Nuevas Tecnologías y Futuro del Hombre*. Pág. 79 y Ramos Castellanos, P. [Ed.] (2009) *Cambio climático, ¿un desafío a nuestro alcance?* Pág. 95.

precios unificados independientemente de los costes de servicio a cada usuario⁵⁵⁰. Sin embargo, se han realizado algunos cambios por distintas razones como la reestructuración industrial, la insostenibilidad del modelo actual y la necesidad de suministro seguro. En consecuencia ha tomado fuerza el sistema eléctrico de generación de pequeña escala⁵⁵¹.

2.2.1 La microgeneración eléctrica

El sector eléctrico vive una revolución tecnológica que se manifiesta en el acelerado desarrollo de la microgeneración (placas fotovoltaicas, energía eólica, microturbinas, etc.), lo cual supondrá la desconcentración de la generación y la modificación del transporte y la distribución de la energía eléctrica, por lo que habría que comentar algunas de las ventajas que se le atribuyen⁵⁵², como son:

- 1) Seguridad. Por una parte los sucesos de *terrorismo* han demostrado que los sistemas de generación eléctrica son vulnerables y pueden ser un blanco idóneo para generar caos⁵⁵³. Por otra, el aumento de los cortes eléctricos provocados por desastres naturales, en una sociedad que esta ávida en comprar tecnología de tipo informático, se produce que incluso una leve caída de tensión puede causar grandes costes económicos⁵⁵⁴. Por lo anteriormente mencionado, la generación distribuida constituye parte de la solución en el intento de garantizar la seguridad del sistema, pero los citados fenómenos afectan normalmente a las líneas de transporte y a las

⁵⁵⁰ Ver: Bermejo, R. (2005) *La gran transición hacia la sostenibilidad: Principios y estrategias de economía sostenible*. Pág. 194.

⁵⁵¹ Ver: Menéndez, E. (1997) *Las Energías Renovables: Un Enfoque Político-Ecológico*. Pág. 109.

⁵⁵² Países como Gran Bretaña se han planteado producir por esta vía entre un 30 y un 40% de la energía. Ver: AENOR (2011) *Desarrollo de proyectos de instalaciones de energía minieólica aislada*. Pág. 11, así como: Cortéz, E. (2007) *La generación de energía eléctrica a partir de recursos naturales*. en: Ramos Castellanos, P. [Ed.] *Uso eficiente y sostenible de los recursos naturales*. Págs. 435-438. Además: Bermejo, R. (2005) *La gran transición hacia la sostenibilidad: Principios y estrategias de economía sostenible*. Pág. 194, y Maldonado, P. y Palma, R. [Eds.] (2004) *Seguridad y Calidad del Abastecimiento Eléctrico a más de 10 Años de la reforma eléctrica en América Latina*. Pág. 73.

⁵⁵³ Un ejemplo es el 11 de septiembre de 2001. Se puede consultar nota en: El Mundo «11-S, el día que cambió el mundo: siete años del mayor atentado terrorista de la historia» Consultado el 11/09/2013 y disponible en: <http://www.20minutos.es/noticia/410921/0/aniversario/11-S/nueva-york/>.

⁵⁵⁴ Las pérdidas que se reclamaron a los seguros como consecuencia de desastres naturales se refieren a las que fueron ocasionadas por los cortes de electricidad. En Estados Unidos ascendieron a más del 40% del total de reclamos, según el informe Lawrence Berkeley. Ver: Chafe, Z. (2007) *Reducir en las ciudades los desastres naturales*. en: *La situación del mundo. Nuestro futuro urbano*. Pág. 233.

estaciones de transformación, por lo que se requieren otras medidas que acompañen⁵⁵⁵.

- 2) Flexibilidad. Como son tecnologías de escala pequeña y de tipo modular, permiten que su producción sea en masa, por lo que se reduce el tiempo requerido para aumentar la capacidad de producción, ajustándose a las necesidades de cada usuario⁵⁵⁶.
- 3) Minimización del impacto ecológico. Como la generación distribuida no utiliza una sola forma de producción energética, puede utilizar tecnologías “limpias”, como las placas fotovoltaicas o las células de combustible, que generan muy bajos impactos ambientales⁵⁵⁷.
- 4) Eficiencia. Se está incrementando la eficiencia de las tecnologías de generación eléctrica a partir de energías renovables, por los cambios tecnológicos, pero su mayor aporte es el ahorro de energía que se produce al evitar la utilización de las grandes líneas de transporte de la red eléctrica, promoviendo desarrollo local de energía y autoconsumo⁵⁵⁸.
- 5) Accesibilidad. La inversión inicial de este tipo de generación, si bien depende mucho del tipo de producción de energía elegida, es sustancialmente menor a la inversión en las centrales eléctricas comunes, por lo que se les considera una opción para ampliar la cobertura eléctrica en el medio rural y en países en los que la población urbana no tiene acceso⁵⁵⁹.

La construcción de una gran central es un proyecto a largo plazo que tiene como objetivo lograr satisfacer la demanda en el futuro, y como cada proyecto es diferente, exige un diseño y construcción particular. Por tanto, se requieren extensos terrenos, permisos para pasar las líneas de la red por otras propiedades y estudios detallados sobre su impacto ambiental en la región de la instalación. Asimismo, el tiempo de construcción y la oposición de diferentes grupos sociales, principalmente ambientalistas, serán otros

⁵⁵⁵ Ver: Swisher, J. (2002) *Cleaner Energy, Greener Profits: Fuel Cells as cost-effective distributed energy resources*. Pág. 22.

⁵⁵⁶ Esto significa que sus costes bajarán con la producción masiva. Para mayor detalle ver: Christiansson, L. (1995) *Diffusion and Learning Curves of Renewable Energy Technologies*. Págs. 95-126.

⁵⁵⁷ Un ejemplo son la utilización de techos solares en edificios de viviendas, con lo que se reduce el impacto en suelos y se aprovecha un espacio improductivo. Ver: Fundación IDEAS (2011) *Ciudades inteligentes: Un modelo para Madrid*. Pág. 7.

⁵⁵⁸ Ver: Ahedo, C. y Becerra, J. (2009) *El mercado de las energías renovables en España: situación 2008*. Pág. 42.

⁵⁵⁹ En los países menos desarrollados puede ser el nuevo paradigma para satisfacer rápidamente y con eficacia la creciente demanda. Al contrario que la generación tradicional, puede suministrar energía casi inmediatamente, o bien donde se necesita urgentemente o a regiones remotas. Ver: Calva, J. [Coord.] (2007) *Política energética. Agenda para el desarrollo*. Pág. 342.

factores a tomar en cuenta⁵⁶⁰.

Como mencionan Stamatios y Lloveras (2001), las grandes centrales alejadas del sitio del consumo exigen una larga red de transmisión y distribución que requiera transformadores para los cambios del voltaje, por lo que el sistema necesita, para funcionar, una energía que constituye unas pérdidas⁵⁶¹. Normalmente en la generación se tiene una reserva, con una capacidad igual al generador más grande que esté operando en el sistema, para que si falla este continúe funcionando⁵⁶².

De lo anterior se desprende que para implementar proyectos de Generación Distribuida se requiere aumentar la calidad de energía, entendiéndose por eso contar de forma ininterrumpida con la energía eléctrica y, por ello, la Comisión Europea estima que, además de una política energética comunitaria sostenible, los agentes involucrados tienen que guardar una coordinación de esfuerzos en I+D para avanzar hacia un modelo de futuro⁵⁶³. Sin embargo, se pueden resaltar distintas críticas a la generación distribuida. Por ejemplo: es sumamente difícil organizar la distribución de electricidad con una red alimentada por millones de generadores. Por otro lado, los costes de las energías renovables son aún muy altos, y las estimaciones de mejora en cuanto a su rendimiento no son optimistas en la mayoría de los casos⁵⁶⁴. En conclusión, un sistema de generación distribuida tiene como dificultad garantizar la preservación de los equilibrios básicos que requiere

⁵⁶⁰ Al respecto Patterson (1999) explica cómo los cambios en tecnología son decisivos en la evaluación de las centrales eléctricas. Ver: Patterson, W. (1999) *Transforming Electricity: the coming generation of change*.

⁵⁶¹ Los autores utilizan como ejemplo el caso de Endesa, que en el año 1999 da como pérdidas, solo de transporte, el 1,7% de su producción neta, en total 2721 GWh, lo cual significa que una central de 310 MW produzca solo la electricidad necesaria para cubrir dichas pérdidas. Por eso el sistema tiene que mantener algunos de sus componentes siempre en disponibilidad para los casos de emergencia. Ver: Stamatios, D. y Lloveras, J. (2001) *Las ventajas de la generación eléctrica distribuida*. Págs. 19-21. Consultado en octubre de 2012. disponible en línea:

<http://www.unizar.es/aeipro/finder/INGENIERIA%20DE%20PRODUCTOS/BB22.htm#subir>

⁵⁶² Los cambios regulatorios en el sector eléctrico están obligando a realizar planificación en la inversión y distribución de los sistemas. A este respecto ver: Ball, G.; Lloyd-Zannetti, D.; Horii, B.; Birch, D.; Ricks, R. y Lively, H. (1997) "Integrated Local Transmission and Distribution Planning Using Customer Outage Costs". *The Energy Journal, special issue distributed Resources: Toward a New Paradigm of the Electricity Business*. Págs. 137-160.

⁵⁶³ Comisión Europea. (2003) *Hydrogen and Electricity*. Pág. 5.

⁵⁶⁴ Podemos decir, simplificando la problemática, que por el momento están presentes gracias a las subvenciones y el alto precio del petróleo.

todo sistema eléctrico⁵⁶⁵.

2.3 Análisis del marco normativo de las energías renovables

En los apartados anteriores hemos recorrido las fuentes de producción de energía renovable, para finalmente reflexionar sobre su conjunto; ahora nos centraremos en los aspectos legales y económicos que dan validez a esta forma de producción energética. En los últimos años, ha surgido una preocupación por utilizar eficazmente los recursos. Esto ha motivado el nacimiento de la iniciativa “Europa 2020”⁵⁶⁶. La propuesta promueve el uso eficiente de los recursos, e intenta apoyar la transición hacia una economía que impulse el crecimiento sostenible.

La iniciativa es emblemática para una Europa eficiente en el uso de los recursos, ofrece un marco de medidas a largo plazo en el ámbito político y apoya los programas relativos al cambio climático, la energía, el transporte, la industria, las materias primas, la agricultura, la pesca, la biodiversidad y el desarrollo regional. Su objetivo es mejorar la seguridad para la inversión, la innovación y garantizar que todas las políticas tengan en cuenta la eficiencia de los recursos de forma equilibrada.

Las llamadas energías limpias se han convertido en la bandera de la política energética europea, que busca alcanzar un desarrollo sostenible así como reducir la dependencia energética exterior. En este sentido la Comisión Europea elaboró una propuesta de acción climática, que ha sido nombrada como el “Paquete Verde”⁵⁶⁷, el cual establece, para el año 2020, un triple

⁵⁶⁵ Diversas voces señalan que la generación distribuida sólo puede ser un complemento y no el pilar de un sistema eléctrico, como ejemplo ver: Fabra, J. (2004) *¿Liberalización o regulación? Un mercado para la electricidad*. Págs. 133-153.

⁵⁶⁶ Paquete de medidas de infraestructuras energéticas, de uso de los recursos, que sale en 2011.

⁵⁶⁷ El denominado Paquete Verde incluye, entre otros, los siguientes textos normativos: Directiva 2009/29/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE para perfeccionar y ampliar el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero; Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE; Directiva 2009/31/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 relativa al almacenamiento geológico de dióxido de carbono y por la que se modifican la Directiva 85/337/CEE del Consejo, las Directivas 2000/60/CE, 2001/80/CE, 2004/35/CE, 2006/12/CE, 2008/1/CE y el Reglamento (CE) no 1013/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo; Directiva 2009/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 por la que se modifica la Directiva 98/70/CE en relación con las especificaciones de la gasolina, el diesel y el gasóleo, se introduce un mecanismo para controlar y reducir las emisiones de gases de

objetivo:

- 1) Disminución de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero [GEI] (1990< 20%.);
- 2) Aumento de las energías renovables, que deberán aportar el 20% del consumo final bruto de energía en la Unión Europea;
- 3) Aumento de la eficiencia energética en un 20% con respecto a la evolución tendencial.

Entre las Directivas del “paquete verde” podemos destacar la 2009/28/EC relativa al fomento de las energías renovables. En ella se establecen los objetivos nacionales vinculantes para alcanzar el objetivo global del 20%.

El objetivo de este apartado de la tesis es estimar el impacto del marco regulatorio de las energías renovables en España y en la Unión Europea, en lo que respecta a los sistemas de apoyo, financiación y condiciones de acceso. Posteriormente se analizará la evolución de las renovables a nivel europeo, así como en distintos estados miembros, para evaluar su impacto económico y la eficacia que han demostrado en distintos países.

2.3.1 Análisis de las Directivas Europeas

Con el fin de reducir la dependencia energética exterior y contar con un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos disponibles, teniendo presente una mayor sensibilización ambiental, las energías renovables son la respuesta de la política energética europea en los últimos años.

En 2001 se aprobó la primera directiva sobre energías renovables, la 2001/77/CE. Esta normativa se basaba en la Ley de Energías Renovables que en Alemania entró en vigor en el año 2000, e impulsó la cuota a un 12% en el consumo primario bruto de energía renovables y a un 22,1% con respecto a la contribución de estas tecnologías en el consumo eléctrico. Como todos

efecto invernadero, se modifica la Directiva 1999/32/CE del Consejo en relación con las especificaciones del combustible utilizado por los buques de navegación interior y se deroga la Directiva 93/12/CEE; Reglamento (CE) No 443/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 por el que se establecen normas de comportamiento en materia de emisiones de los turismos nuevos como parte del enfoque integrado de la Comunidad para reducir las emisiones de CO₂ de los vehículos ligeros, y Decisión no 406/2009/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 sobre el esfuerzo de los Estados miembros para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a fin de cumplir los compromisos adquiridos hasta 2020.

los objetivos de la Unión Europea se traducen en objetivos de los Estados miembros, en el caso de España se fijó una cuota del 29,4% de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en 2010⁵⁶⁸.

Esta iniciativa vino acompañada de la Directiva 2003/30/CE⁵⁶⁹, de 8 de mayo de 2003, relativa al fomento del uso de biocarburantes o cualquier combustible renovable en el transporte, con lo cual se establecían una serie de medidas para aumentar el uso de biocarburantes y reducir las emisiones de dióxido de carbono y así poder cumplir con el Protocolo de Kioto⁵⁷⁰.

Entendiendo que se requiere una estrategia integral, en enero de 2009 la Comisión Europea lanzó su propuesta de acción climática, que se denominó como el “Paquete Verde”. El Paquete de Energía Renovable y Cambio Climático obliga cumplir el “triple objetivo veinte” a los miembros de la Unión Europea en 2020, así estipula:

- 1) El consumo final bruto en la Unión Europea deberá proceder de fuentes renovables, mínimo en un 20%⁵⁷¹;
- 2) Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20%;
- 3) Aumento en un 20% de la eficiencia energética con respecto a la evolución tendencial.

Para lograr estos objetivos es necesario que se genere un 35% de energía a partir de fuentes renovables⁵⁷². La propuesta pone énfasis en medidas de

⁵⁶⁸ La normativa hacía referencia exclusivamente al uso de energías renovables en la generación eléctrica, por lo que el sector del transporte quedaba un tanto excluido y con ello, las emisiones de dióxido de carbono.

⁵⁶⁹ La directiva obliga a un consumo mínimo del 5,75% de biocarburantes, para finales de 2010, esto con el fin de *“fomentar el uso de biocarburantes como sustitutos del gasóleo o la gasolina para contribuir a objetivos como el cumplimiento de los compromisos asumidos en materia de cambio climático, la seguridad de abastecimiento en condiciones ecológicamente racionales y la promoción de las fuentes de energía renovables. Sin embargo, ésta también es una actividad contaminante.*

⁵⁷⁰ Hernández y Rodríguez critican esta directiva ya que *“la energía más limpia es la que no se consume.* “Es decir la directiva fomenta el uso de biocarburantes los cuales que no reducen las emisiones de dióxido de carbono. Ver: Hernández, F. y Rodríguez, C. (2008): *Análisis crítico sobre la directiva europea que regula el uso de los biocombustibles en los países miembros.* XII Congreso de Ingeniería de Organización. Burgos. Disponible en: http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2008/ECONOMIC_ENVIRONMENT//505-516.pdf

⁵⁷¹ Se entiende como “consumo final bruto de energía” en la propia directiva a *“los productos energéticos suministrados con fines energéticos a la industria, el transporte, los hogares, los servicios, incluidos los servicios públicos... para la producción de electricidad”.* Ver: Directiva 2009/28/CE.

eficiencia y ahorro energético, por lo que utiliza un conjunto de herramientas legislativas que buscan fomentar el desarrollo sostenible. En este sentido se ha puesto el acento en la seguridad del suministro, y el aprovechamiento de los recursos renovables es uno de los instrumentos para disminuir la dependencia energética y mejorar la balanza comercial.

El programa cuenta con seis objetivos principales:

- 1) Fomentar el uso de energía que proceda de fuentes renovables.
- 2) Comercializar los Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero.
- 3) Repartir los esfuerzos a fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- 4) Controlar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero⁵⁷³.
- 5) Almacenar el dióxido de carbono en medios geológicos.
- 6) Fomentar el uso de coches nuevos mediante normas de comportamiento.

Algunas de las novedades que presenta esta normativa se pueden sintetizar en objetivos vinculantes para 2020 y el carácter obligatorio, que deben cumplir los estados, para establecer Planes de Acción Nacionales y planes de seguimiento, con una exigencia de cuotas mínimas de energías renovables en los años 2012, 2014, 2016 y 2018. La directiva obliga a los estados miembros a introducir cambios destinados a disminuir las barreras administrativas y regulatorias, así como a facilitar el acceso a las redes de las energías renovables, por lo que se detallarán los objetivos nacionales, los mecanismos de apoyo y el funcionamiento de las mismas.

2.3.1.1 Carácter obligatorio

Los objetivos de carácter obligatorio que fueron establecidos en la directiva europea son alcanzar en 2020 una cuota del 20% de energías renovables en

⁵⁷² En comparación con los generadores convencionales, las renovables tiene un proceso de Asimilación más lento por lo que deberá superar el 35% de la capacidad total instalada. Ver: IDAE. (2010) *RENOVABLES MADE IN SPAIN*. Consultado el 15/12/2012 y disponible en línea en: http://www.renovablesmadeinspain.com/ficheros/documentos/pdf/RENOVABLESmadeinspainEs_En.PDF

⁵⁷³ La reducción hace referencia a la utilización de combustibles en el transporte por carretera.

el consumo total de energía y una cuota del 10% de energías renovables en el consumo de combustibles para el transporte.

En lo que respecta a la producción eléctrica, es importante destacar que el cumplimiento del objetivo del 20% supone la generación de un 35% de la electricidad a partir de fuentes renovables de energía. El objetivo global se traduce en objetivos individuales para los estados miembros, teniendo en cuenta el potencial de renovables y el PIB. Los objetivos nacionales se refieren a la energía final y son vinculantes, a diferencia de los establecidos por directivas anteriores que eran únicamente indicativos. Cada Estado deberá vigilar la cuota de energía procedente de fuentes renovables en su consumo final bruto de energía.

En este sentido los Estados procurarán seguir una trayectoria que permita elaborar planes de acción en materia de energía renovable que incluyan información sobre objetivos sectoriales, teniendo presente al mismo tiempo que existen diferentes aplicaciones de la biomasa y que, por tanto, es esencial movilizar nuevos recursos de biomasa. Los planes de acción nacionales tendrán que ser presentados a la Comisión, y deberán incluir, además de los objetivos, los mecanismos de apoyo para cada tecnología, los proyectos conjuntos con otros países y las transferencias estadísticas programadas, así como las medidas que se van a llevar a cabo para disminuir las barreras administrativas.

2.3.1.2 Apoyos a la electricidad renovable a nivel europeo

Se ha mencionado que la electricidad procedente de fuentes de energía renovable ha sido promocionada, entre otras políticas, por las Directivas 2001/77/CE, 2003/96/CE y por la 2009/28/CE. En la primera se anunciaba la elaboración de un informe sobre los sistemas de apoyo, *El apoyo a la electricidad generada a partir de fuentes de energías renovables*⁵⁷⁴; en la segunda se reestructura *el régimen comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad*⁵⁷⁵ y, finalmente, la directiva de 2009 busca *reducir la dependencia energética y el efecto que la variabilidad*

⁵⁷⁴ Comisión Europea, Comunicación “*El apoyo a la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables*” del 7.12.2005. COM (2005) 627 final.

⁵⁷⁵ Aprobada en octubre de 2003, denominada la *Directiva de la Imposición Energética* y que define los productos energéticos imponibles, los usos que los hacen imponibles y los niveles mínimos de imposición aplicables a cada uno dependiendo de si se usan como carburantes, para determinados fines comerciales e industriales o para calefacción. En 2011 esta directiva sufrió modificaciones principalmente para adaptar la directiva al nuevo entorno “*ya que el momento exige una nueva fiscalidad.*” Ver: 2011/0092 CNS. Comisión Europea. Bruselas.

de los precios de los hidrocarburos⁵⁷⁶ tiene sobre el conjunto de la economía del viejo continente.

En estas directivas se establecen pautas encaminadas al fomento de la energía proveniente de fuentes renovables⁵⁷⁷, también llamados “instrumentos principales”⁵⁷⁸. Así la clasificación se estableció en los sistemas siguientes:

- 1) Sistemas REFIT⁵⁷⁹ o también llamados de primas en las tarifas “*Feed-in*”⁵⁸⁰. En este sistema los distribuidores tienen que abonar a los productores nacionales de energía proveniente de fuentes renovables un precio específico que se fija por un periodo determinado⁵⁸¹. Por eso al final son los consumidores eléctricos quienes, a través de una prima en el precio por KWh, financian los costes del apoyo⁵⁸².

⁵⁷⁶ Ver: Comisión Europea Directiva 2009/28/CE. Publicada 23 de abril de 2009. Para un análisis detallado de esta directiva en el ámbito de la energía eólica, ver: Frolova, M. (2010) “Los paisajes de la energía eólica: Su percepción social y gestión en España”. *Revista Nimbus*. Núm. 25-26. Págs. 93-110.

⁵⁷⁷ Ver: Del Río González, P. (2010) “*Tipología y evaluación de los marcos de apoyo a la generación eléctrica renovable*” en Becker Zuazua, F.; Cazorla Prieto, L. y Martínez-Simancas Sánchez, J [coord.] *Tratado de energías renovables*. Vol. 1. Págs. 615-656.

⁵⁷⁸ Del Río y Gual (2004), mencionan que los instrumentos “principales” utilizan a su vez otros complementarios, “secundarios”, como las subvenciones a la inversión que se suelen conceder como porcentaje de la capacidad instalada. El uso está muy extendido, así como los fondos verdes. En este instrumento voluntario y basado en la disposición a pagar un extra por la energía proveniente de fuentes renovables por parte de los consumidores, su factura eléctrica permite financiar los costes adicionales que se generan con respecto a la electricidad convencional. Ver: Del Río González, P. y Gual Font, M. (2004) “The Promotion of Green Electricity in Europe: Present and Future”, en *European Environment Journal*. Vol. 14. Págs. 219-234.

⁵⁷⁹ Por sus siglas en inglés. *Renewable Energy Feed-in Tariffs. (REFIT)*.

⁵⁸⁰ Para mayor detalle se puede consultar: Del Río González, P. (2008) “Ten Years of Renewable Electricity Policies in Spain: An Analysis of Successive Feed-in Tariff Reforms”. *Energy Policy*, Vol. 36. Págs. 2907-2919.

⁵⁸¹ Estas ayudas a la producción son pagadas en forma de precios garantizados, con una obligación de compra por parte de los distribuidores de electricidad. El sistema es usado por Alemania, Dinamarca, España, (estos 3 son los impulsores de la iniciativa) Francia, Finlandia, Austria, Grecia, Luxemburgo, Portugal y Holanda. Además como menciona López Sako (2009) España permite a los generadores de electricidad renovable optar por seguir el precio fijo o el precio de mercado más el incentivo fijo. Ver: Lopez Sako, M. (2009) “Apoyo Público a la Energía Eólica en España”. *Revista de Derecho Público*. Núm. 31. Págs. 224-255.

⁵⁸² Existe una variante de este sistema por la que se fija una prima fija de los productores de energía de fuentes renovables que se fija por encima del precio del mercado. Al respecto ver: López Sako, M. (2009) “*Las energías renovables en la lucha contra el cambio climático*”, *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, Núm. 16. Pág. 246.

- 2) Sistemas de subasta son aquellos en los que el Estado convoca a los productores de energía renovable a competir en una subasta pública. La convocatoria se realiza por una cantidad de dinero determinada o por producir cierta cantidad de energía. La propuesta que tenga las pujas más baratas por KWh será aquella a la que se le concederá el contrato⁵⁸³.
- 3) Sistemas de prima fija, que son un instrumento que opera mediante la adición de una prima fija al precio de mayorista de la electricidad. Por lo que el precio total recibido por KWh es menos predecible, ya que depende de un precio que cambia constantemente. Se entiende que el sistema facilita la relación de los diferentes actores del mercado eléctrico, porque las partes involucradas reaccionan a las señales de precio. España es el país en el que más se ha desarrollado este sistema⁵⁸⁴.
- 4) Las cuotas de certificados verdes negociables son un instrumento por el cual el Estado impone a los distribuidores eléctricos la obligación de cubrir una cuota fija de electricidad producida mediante fuentes renovables⁵⁸⁵. Por ello los distribuidores tienen que demostrar que cumplen con la cuota mediante la entrega virtual, a la Autoridad Regulatoria Nacional que corresponda⁵⁸⁶. El incumplimiento de la obligación tiene como consecuencia una penalización económica, que se transfiere a los Presupuestos Generales del Estado o, en su caso, a un fondo de investigación y desarrollo⁵⁸⁷.

⁵⁸³ Igual que el sistema REFIT, la política es financiada mediante el pago del consumidor a través de un gravamen específico. Para más detalle ver: Del Río, P. (2011) “Los efectos sobre la innovación de los instrumentos de promoción de las energías renovables. Cambio climático, aspectos económicos e internacionales”. *ICE*. Núm. 862. Págs. 43-56.

⁵⁸⁴ Para mayor detalle sobre el impulso en España de las energías renovables ver: Mosquera, M. y Merino, L. (2006) *Empresa y energías renovables*. Págs. 61-81.

⁵⁸⁵ Se puede consultar: Cadenas, A.; Burguillo, M.; Del Río, P. y Vieira de Abreu, Y. (2011) *Desarrollo sostenible en España en el final del siglo XX*. Pág. 100. Así como: Hernández, F. y Del Río, P. (2007) *El Protocolo de Kioto y Su Impacto en Las Empresas Españolas*. Pág. 232, también: Méndez Pérez, E. (2001) *Energías Renovables, Sustentabilidad y Creación de Empleo: Una Economía Impulsada por el Sol*. Pág. 229, además: Sáenz de Miera, G. (2007) “La regulación, clave para el desarrollo de las energías renovables”. *Economía Industrial*, Núm. 365. Págs. 163-177. Así: Ciarreta, A. y Gutierrez, C. (2010) “Recursos renovables en el mercado eléctrico español: Instrumentos y efectos”. *Cuadernos Económicos del ICE*. Núm. 79 Págs. 161-185, y: Ferré, E. (2010) “Hacia una Fiscalidad Ambiental”. *Revista de Administración Tributaria*. Núm. 30. Págs. 85-106.

⁵⁸⁶ Al respecto consultar: Ramos Castellanos, P. [Ed.] (2005) *Gestión del medio ambiente*. Pág. 255. Así como: Gual, M.; Hernández, F. y Del Río, P. (2001) “Certificados Verdes Negociables (CVNs). Una alternativa coherente para promocionar la electricidad a partir de Fuentes de Energía Renovable (E-FER)”. *Energía: Revista de Ingeniería Energética*. Núm. 157. Págs. 75-81, así como: Saveyn, B.; Soria, A. y Wiesenthal, T. (2008) “Política de electricidad renovable: sistema de primas frente a comercio de certificados verdes”. *Ekonomiaz*. Núm. 67. Págs. 118-139.

⁵⁸⁷ Los *certificados* pueden venderse a los distribuidores, por lo que en el mercado se negociará por un lado de la venta de la electricidad y por otro, el precio de los Certificados Verdes Negociables. Estos, como comenta Ramos, son el sistema más utilizado en los modelos de compensación de energía. Ver: Ramos Castellanos, P. (2005) *Energía y medio ambiente*. Pág. 255, así como: Hernández, F. y Del Río, P. (2007) *El Protocolo de Kioto y*

- 5) Sistemas basados en incentivos fiscales que, como comenta Fernández-Bolaños (2001), son utilizados para incentivar el gasto privado⁵⁸⁸. Estos sistemas suelen ser exenciones o rebajas en impuestos, tipos de IVA inferiores o sistemas de amortización acelerada que funcionan mediante un régimen impositivo, generalmente acompañado de otro tipo de políticas⁵⁸⁹.

Además del tipo de instrumento escogido, está la cuestión del modo en el que éste se configura, es decir, cuál es su diseño concreto. Siguiendo a Del Río (2010), en la evaluación de los instrumentos de promoción, se ha puesto más atención a los criterios de eficacia y eficiencia en costes⁵⁹⁰.

Hay dos importantes documentos en los que se dibujan los objetivos de la Unión Europea que, por su relevancia, merecen ser tomados en cuenta. El Parlamento Europeo adoptó una resolución sobre la estrategia energética de la U.E a 2050⁵⁹¹.

La iniciativa tiene como objetivo impulsar un marco legal y regulatorio suficientemente estable como para atraer las inversiones necesarias que permitan alcanzar los objetivos planteados, así como fomentar la reducción

Su Impacto en Las Empresas Españolas. Pág. 232. que muestran diferentes estudios sobre los costes de este tipo de sistemas.

⁵⁸⁸ El análisis se realiza en países nórdicos, principalmente Noruega y también Holanda. Ver: Fernández-Bolaños, A. (2001) *Incidencia de la política medioambiental en la actividad económica*. Pág. 352, así como: Mosquera, M. y Merino, L. (2006) *Empresa y energías renovables. Lo que su empresa debe saber sobre energías renovables, eficiencia energética y Kioto*, además: Del Río González, P. (2009) “La promoción de la electricidad renovable en España en el contexto europeo”. *ICE*. Núm.. 847.

⁵⁸⁹ La Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA), cuenta con un resumen en que se sintetizan los principales instrumentos o sistemas de promoción de las energías renovables. Ver: *Los sistemas de apoyo a la electricidad renovable en la Unión Europea*. Consultado el 03/07/2011 y disponible en: <http://www.appa.es/descargas/DocumentosAPPA01.pdf>.

⁵⁹⁰ Del Río, P. (2010) “Análisis económico de los instrumentos de promoción de las energías renovables: una perspectiva de eficiencia dinámica”. *Nota d’economía*, Núm. 95-96. Pág.122. El mismo autor desarrolla un análisis más detallado sobre los costes y eficiencia económica de la promoción de este tipo de energías en el que muestra que las primas son superiores con respecto a los costes del apoyo, aunque apunta que la variación en los efectos sobre la eficiencia implica que los decisores públicos deberán elegir entre la reducción de los costes de generación o las transferencias a los productores que generen una eficiencia dinámica. Ver: Del Río, P. (2012) “Costes y diseño de los instrumentos de promoción de la electricidad renovable”. *Cuadernos Económicos de ICE*. Núm. 83. Págs. 61-83.

⁵⁹¹ Documento oficialmente nombrado EU2050 Energy Roadmap. Consultado 13/04/2013 y disponible en: http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/index_en.htm

de gases de efecto invernadero⁵⁹²: “reforzar la seguridad del abastecimiento energético a través del desarrollo de una política exterior común y el establecimiento de un diálogo con los Estados Miembros y sus socios”⁵⁹³.

La primera se plantea en el Libro Verde. En él se explica el marco regulatorio energético que se espera para 2030, y, como apuntan Elías Castells y Bordas (2012), el instrumento brindará seguridad a los inversores, además de promover el crecimiento económico europeo en la línea de la eficiencia energética y de I+D en tecnologías de producción eléctrica con bajas emisiones⁵⁹⁴. El documento busca dar coherencia a la posición europea en las negociaciones sobre cambio climático, para lo cual parte de su antecesora, la estrategia 2020⁵⁹⁵.

Un punto a resaltar es la insistencia en establecer objetivos intermedios en la implantación de la política energética hacia 2050, una idea que había sido puesta sobre la mesa en las recomendaciones de la Fundación Ideas con las seis recomendaciones que le hace al gobierno y que, si bien no están todas en la iniciativa del parlamento, si coinciden en contar con objetivos cuantitativos concretos⁵⁹⁶.

La Comisión, en busca de alcanzar los objetivos de 2020, entiende que es positivo para ello el crecimiento de energías renovables y la reducción de emisiones. Sin embargo, en la integración masiva de renovables se han producido movimientos a la baja en el precio del CO₂ que están impidiendo que se generen los fondos necesarios para invertir en tecnologías de bajas emisiones⁵⁹⁷.

⁵⁹² Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Se parte de las mediciones de emisiones en 1990 y se busca una reducción de entre el 80% y el 95%.

⁵⁹³ Una política energética para Europa. (COM(2007) sobre Seguridad energética y dimensión externa.

⁵⁹⁴ Apunta que “en el horizonte de 2030 debe provenir de la aplicación de políticas de eficiencia” Ver: Elías, X. y Bordas, S. (2012) *Energía, Agua, Medioambiente, territorialidad y Sostenibilidad*. Pág. 90.

⁵⁹⁵ Dado que la aplicación del marco regulatorio actual se enfrenta a diferentes barreras en cada país, el Libro Verde abre el debate planteando unas preguntas que permitan incorporar las problemáticas que se generaron con los objetivos 2020. Para más detalle consultar: *Libro Verde. Un marco para las políticas de clima y energía*, en 2030/COM/2013/0169 final. Consultado 12/04/2013 y disponible: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0169:FIN:ES:HTML>

⁵⁹⁶ Para mayor detalle sobre las 6 propuestas de la fundación, se puede consultar: Coderch, M.; Fuentes, R.; García, X.; Lázaro, L.; Makhijani, A.; Manzano, J.; Rifkin, J.; Ruiz, V. y Willstedt, H. (2010) *Un nuevo modelo energético para España: Recomendaciones para un futuro sostenible*. Pág. 4.

⁵⁹⁷ Como apunta Arévalo y Cano (2010) El Reino Unido está planteando un precio mínimo para el CO₂ en su regulación, con las implicaciones en el mercado que conlleva. Ver: Agencia EFE. –verde- 18 diciembre 2010 *El Reino Unido apuesta por la energía nuclear* 180

En el camino hacia 2050, se entiende que continuarán el incremento de la producción renovable, la mejora en la eficiencia energética y la inversión en infraestructuras energéticas que favorezca la integración del mercado europeo, con los respectivos efectos en los precios del mercado. Por tanto, se vuelve necesario garantizar que los objetivos se alcancen de la forma más eficiente y la discusión del debate se centrará en la importancia del impulso político para conseguir la transformación que plantea el sector energético europeo. Ni los problemas presupuestarios de muchos países, ni la evolución de los mercados de energía, ni la competitividad de la industria o los compromisos del resto del mundo para la reducción de emisiones, deben ser barreras para lograr compromisos alcanzables⁵⁹⁸.

Hay que tener en cuenta la resolución del Parlamento Europeo sobre energías renovables, en la cual se identifica y se subraya el importante papel de la Comisión para estudiar la transición de las energías renovables hacia un nuevo escenario de producción masiva, proyectos a gran escala, mayor número de tecnologías y, también, en el aspecto económico, la transición de los esquemas de incentivos al mercado en competencia⁵⁹⁹.

Se busca que las medidas a integrar en el sistema eléctrico procedan de energías renovables, y para ello se están analizando esquemas de desarrollo del almacenamiento, así como de aseguramiento de la potencia de reserva y de adaptación a la red de transporte europea.

El sistema eléctrico español ha facilitado la integración de este tipo de tecnologías, así como las energías convencionales⁶⁰⁰, que, con su flexibilidad, han complementado las necesidades de demanda. Sin embargo, en el mercado mayorista la mayor parte de la producción no es sensible a su

para reducir sus emisiones de CO₂. Consultado el 20/12/2012 y disponible: <http://www.efeverde.com/contenidos/noticias/el-reino-unido-apuesta-por-la-Energia-nuclear-para-reducir-sus-emisiones-de-co2>

⁵⁹⁸ Los límites concretos que se fijen en los próximos meses para los objetivos de reducción de CO₂, renovables y eficiencia energética en 2030, que son el objeto del primer bloque de la consulta de la Comisión Europea, serán analizados de forma conjunta bajo el prisma de la eficiencia económica.

⁵⁹⁹ Europa tendrá que reducir el uso de combustibles como el petróleo y el carbón si quiere cumplir su objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (80 % en 2050) Por lo que planea aumentar la cuota de fuentes renovables de energía y mejorar la eficiencia energética en la transición hacia un sistema más limpio y con menos CO₂, asegura el Parlamento Europeo en una resolución adoptada el 14 de marzo sobre la Hoja de Ruta de la Energía para 2050.

⁶⁰⁰ Los ciclos combinados han triplicado las horas anuales de utilización de 2008 al 2012.

precio porque, entre otras causas, la retribución está al margen del mercado, y sus precios no son considerados señales para el público inversor a largo plazo⁶⁰¹.

Especialmente en España, cobra sentido la petición del Parlamento Europeo para una transición de la producción renovable “*from subsidised to competitive*”. La declaración del Parlamento anima a que cualquier planificación o estrategia fomente el desarrollo del sector energético⁶⁰². Por eso cada país, mediante sus propios criterios, buscará cumplir los compromisos globales. Se puede criticar que mientras no se establezcan incentivos a nivel europeo, el éxito de estas iniciativas estará en entredicho, ya que no se trata sólo de marcar objetivos ambiciosos, sino que también deben ser coherentes en términos de su cumplimiento⁶⁰³.

2.3.1.3 Las energías renovables en España

Tras la crisis energética del 1973, que generó fuertes subidas en el precio del petróleo, se despertó un interés por otro tipo de energías que evitaran una elevada dependencia con el exterior. En este esquema se produjo un desarrollo desigual en cada país y, a su vez, dentro de cada uno de ellos, con las diferentes tecnologías. En el caso de España podemos sintetizar en las siguientes:

- 1) Existe una dependencia energética elevada, principalmente por la falta de materias primas fósiles.
- 2) Existen emisiones de gases de efecto invernadero elevadas, generadas principalmente por la generación eléctrica y el transporte.

⁶⁰¹ Aquí se presenta el debate acerca de si el mercado de energía es suficiente, como antiguamente apuntaba Lasheras (2001), para aportar señales de inversión a los agentes o si debe complementarse con mecanismos adecuados de retribución de la capacidad. Ver: Lasheras, M. (2001) “Las inversiones de largo plazo y los mercados eléctricos”. *Ekonomiaz*. Núm. 46.

⁶⁰² Como dato de inversión en el Plan Decenal de Desarrollo de la Red Europea 2012, se prevé más de 100.000 millones de euros, de los cuales el 80% están destinados a la producción de energía renovable.

⁶⁰³ En este sentido la eurodiputada Niki Tzavela, que lidera los trabajos de la Eurocámara, comenta: “*hay desacuerdos en los medios, las vías, el mecanismo y la política que usaremos para alcanzar el objetivo*” en: *Europa avanza hacia el cóctel energético del futuro*. Parlamento Europeo, consultado el 20/04/2013: <http://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/content/20130318STO06602/html/Europa-avanza-hacia-el-c%C3%B3ctel-energ%C3%A9tico-del-futuro>.

3) Existe un consumo energético ineficiente⁶⁰⁴.

Estas características, además de la necesidad de dar seguimiento a la política europea, son la base para impulsar el desarrollo de las energías renovables en España, que permitan afrontar, de otra manera, problemas del sistema energético existente. Por ello, siguiendo a Sánchez Sudón (2010), algunos de los motivos que impulsaron el desarrollo de las renovables son: por una parte que son un elemento estratégico para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y, por lo tanto, para reducir los efectos del Cambio Climático⁶⁰⁵. Por otra, las energías renovables cuentan con la capacidad de disminuir la dependencia energética, lo que permitiría garantizar el suministro y así dejar de depender del exterior⁶⁰⁶.

Otro de los aspectos a destacar es que en España existen condiciones favorables, como advierten diversos estudios⁶⁰⁷, para el establecimiento a

⁶⁰⁴ España consume (consumo como proporción del PIB) más energía para producir que la media de la UE; por tanto, se considera ineficiente. Sin embargo, como establece Villanueva (2005) se nota una evolución positiva en el consumo de este tipo de energías. Al respecto ver: Villanueva, A. (2005) *Tendencias hacia la sostenibilidad en España*. Pág. 77. Así como: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino [MAMRM] (2010), *Perfil Ambiental de España* Pág. 164. Así como: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. IDEA. *Plan de Acción Nacional en Energías Renovables (2011-2020)*, 30 julio 2010, pág.7.

⁶⁰⁵ Ver: Sánchez Sudón, F. (2010) *Historia de las Energías Renovables. Tratado de Energías Renovables*. Vol. I. Pág. 47.

⁶⁰⁶ Otros autores como Amestoy (2010), comentan que muy pocos países aplican criterios técnicos financieros, principalmente por carecer de apoyo para implementar un nuevo modelo de desarrollo basado en la eficiencia energética y en el impulso de las fuentes de energía renovables. Ver: Amestoy, J. (2010) *El planeta tierra en peligro: Calentamiento Global, Cambio Climático, Soluciones*. Pág. 319, y sobre el análisis de la estrategia comunitaria energética así como el compromiso de los países se puede consultar: Zapater, E. (2009) *¿Una nueva política común para la U.E.? entre el compromiso y la controversia*. en Remiro, A. y Fernández, R. [Eds.] *El cambio climático en el Derecho internacional y comunitario*. Págs. 197-233.

⁶⁰⁷ A manera de ejemplo se puede consultar el Informe sobre Energías Renovables y Mitigación del Cambio Climático del IPCC en el que se señala que el potencial técnico de las tecnologías de las energías renovables es superior a la demanda actual, tanto a nivel mundial como en la mayoría de las regiones del mundo. El crecimiento previsto para las energías renovables supone, al mismo tiempo, un reto y una oportunidad para el impulso a la innovación tecnológica. Ver en línea, consultado el 27/4/2013 y disponible en: http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_es.pdf. Así como el Informe de Greenpeace (2006) *Renovables 100%. Un sistema eléctrico renovable para la España peninsular y su viabilidad económica*. En él se comenta la viabilidad técnica de un sistema basado 100% en energías renovables para cubrir la demanda de energía en el año 2050. Consultado el 29/4/2013 en: http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/cambio_climatico/resumen-de-costes-100-renovab.pdf

gran escala de las energías renovables. En los informes se hace énfasis en la rentabilidad, tanto ambiental como económica.

2.3.1.3.1 Políticas para impulsar las energías renovables

En España se han puesto en marcha diversas políticas para impulsar el uso de la energía renovable. El proceso se inició en los años 70 y podemos comentarlo a través de los *Planes Energéticos Nacionales* (PEN), en los que se planteaban las directrices, así como las estimaciones de la demanda y la oferta⁶⁰⁸. Al respecto Jiménez (2010) entiende este instrumento como necesario para la planificación, ya que se establecen las directrices vinculantes, de las administraciones⁶⁰⁹.

Además de los PEN, se promovieron algunos planes específicos para el sector, como el *Plan de Energías Renovables* (PER)⁶¹⁰. Estos planes se vieron reforzados en su ejecución con el *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía* (IDAE) y el *Instituto de Energías Renovables*, que años más tarde se transformara en el *Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas* (CIEMAT). Ambos organismos coadyuvaron en el establecimiento de medidas que años más tarde se vieron reforzadas con el *Plan de Ahorro y Eficiencia Energética* (PAEE) y el *Plan de Fomento de las Energías Renovables en España* (PFER). Este último recogió el objetivo del 12% de la demanda energética primaria mediante fuentes renovables de energía que había sido establecido en la *Ley del Sector Eléctrico 54/1997*.

Hay diferentes tipos de planes que buscan delinear la estrategia que deriva de compromisos internacionales. En la práctica no han sido suficientes ya que no se han alcanzado las metas propuestas. Lo anterior queda de manifiesto en el PER 2005-2010 con un objetivo del 12,1% que al finalizar el año llegó al 11,3% y en 2011 se repitió esta situación. Más adelante con el PER 2010-2020, documento que da respuesta al mandato de la *Directiva 2009/28/CE*, se fijó un objetivo del 22,7% del consumo final de energía

⁶⁰⁸ Que, como comenta Domingo (2000), son el primer intento de realizar una planificación energética a medio plazo en España, los cuales se concretaron por vez primera a través en el PEN 1975-1985. Ver: Domingo López, E. (2000) *Régimen jurídico de las energías renovables y la cogeneración eléctrica*. Pág. 138.

⁶⁰⁹ Jiménez Larrea, E. (2010) *España: de la consolidación de un modelo a nuevos retos a 2020. Tratado de energías Renovables*. Vol. 1. Págs. 584-585.

⁶¹⁰ Que surgen por vez primera en 1986 y cuyo objetivo principal, como señala Domingo (2000), estaba encaminado a “impulsar todos los esfuerzos implicados en el desarrollo y utilización de las energías renovables, para conseguir una mayor participación de las mismas en el abastecimiento energético” Ver: Domingo López, E. (2000) *Régimen jurídico de las energías renovables y la cogeneración eléctrica*. Pág. 171.

procedente de fuentes renovables, el cual es superior al 20% que establece la Directiva⁶¹¹.

Existen otros documentos de planificación como son la *Estrategia española de ahorro y eficiencia energética*⁶¹², o la *Planificación de los sectores de electricidad y gas*, que aunados a los anteriores, permiten delinear una proyección a mediano plazo, y que como la que comenta Andrés y Más (2009), servirá como hoja de ruta para enmarcar las políticas energéticas⁶¹³.

2.3.1.3.2 Los sistemas de apoyo desarrollados en España

En lo que respecta a los sistemas de apoyo, Lauber (2004) describe el contexto histórico, el origen y el marco político de la creación de estos sistemas⁶¹⁴. En España, como en el resto de países europeos, dichos sistemas suelen estar formados por instrumentos principales y por otros que lo complementan, con lo cual se busca promover tecnologías renovables con diferentes grados de madurez⁶¹⁵. Siguiendo a Del Río (2009), se pueden agrupar en tres:

- 1) Primas. Es un instrumento que fomenta la producción. La ayuda se otorga en forma de precios garantizados y se suele combinar con una obligación

⁶¹¹ Sin embargo, el Acuerdo Social y Económico, firmado por el Gobierno, patronal y sindicatos en enero de 2011, tomó como referencia los objetivos acordados por la Subcomisión de Industria del Congreso celebrada en noviembre del año anterior. Por lo que el objetivo quedó en 20,8%. Ver: *Estudio del impacto macroeconómico de las energías renovables en España*. Asociación de Productores de Energías Renovables. (2011) Pág. 134.

⁶¹² Comentar que el 8 de julio de 2005 el Consejo de Ministros aprobó el Plan de Acción 2005-2007 de Ahorro y Eficiencia Energética. Que ponía énfasis en la reducción de la intensidad energética como objetivo prioritario para cualquier economía. Consultado el 20/03/2013 y disponible en línea en: <http://www.minetur.gob.es/Energía/Desarrollo/Eficienciaenergetica/Estrategia>.

⁶¹³ Ver: Andrés, C. y Más, F. (2009) *Los sectores industrial y energético*. en Soler, V. [Ed.] *Economía española y del País Valenciano*. Pág. 278.

⁶¹⁴ Ver: Lauber, V. (2004) *REFIT and RPS: options for a harmonised Community framework*. Págs.1-10.

⁶¹⁵ Este es el esquema que se sigue en diversos países, aunque nos concentraremos al caso español. Para mayor detalle ver: Pérez Arriaga, J. (2006) [Dir.] *Influencia de las políticas medioambientales en los mercados eléctricos europeos*. Págs. 41-46. Además De los artículos: del Río, P. y Gual, M. (2004) "The Promotion of Green Electricity in Europe: Present and Future". *European Environment Journal*. Vol. 14. Págs. 219-234, así como: Del Río, P. y Unruh, G. (2007) "Overcoming the lockout of renewable energy technologies in Spain: the cases of wind and solar electricity". *Renewable and Sustainable Energy Review*, Vol. 11. Págs. 1498-1513.

de compra por parte de los distribuidores de electricidad⁶¹⁶. Los costes de este apoyo son financiados por el consumidor final a través de la tarifa eléctrica⁶¹⁷.

- 2) Sistemas de subasta. Las empresas que producen energía renovable compiten en una subasta, en una determinada banda tecnológica, para obtener la subvención a la puja más barata por KWh. Este instrumento también se financia a través del recibo de la electricidad.
- 3) Cuota de Certificados Verdes Negociables (CVN)⁶¹⁸. En esta herramienta se genera un doble beneficio (ambiental) ya que, como comentan Menanteau, Finan y Lamy (2003), intervienen dos mercados: el que genera electricidad y el de la venta de los certificados verdes. Esto es: se genera una obligación (porcentaje) al fijar una cantidad (cuota) de electricidad de sus ventas, que sería la demanda. La oferta resulta de cada MWh de electricidad proveniente de fuentes de energía renovable (E-FER) con lo que se genera un CVN, que se podría vender a los distribuidores⁶¹⁹.

Además de los antes descritos, Del Río (2009) comenta que diversos países utilizan métodos complementarios, o secundarios⁶²⁰. Como son:

- 1) Incentivos fiscales⁶²¹. Esta herramienta funciona mediante el sistema impositivo, en general es una medida complementaria. Pueden ser

⁶¹⁶ Siguiendo a Saveyn, Soria y Wiesenthal (2008), el caso de la energía eólica “se complementa con medidas como préstamos a bajo interés, subvenciones al capital, exención de equilibrar los costes y apoyo a la fabricación de turbinas”. Ver: Saveyn, B.; Soria, A. y Wiesenthal, T. (2008) “Política de electricidad renovable: sistema de primas frente a comercio de certificados verdes”. *Ekonomiaz*. Núm. 67, 1er cuatrimestre. Pág. 128.

⁶¹⁷ Que como comenta De Juana (2003) es el principal responsable de la significativa presencia en el sistema eléctrico español. Ver: De Juana Sardón, J. [Coord.] (2003) *Energías renovables para el desarrollo*. Pág. 177.

⁶¹⁸ Los Certificados Verdes Negociables son un instrumento que, como comenta Pérez Arriaga, pueden asimilarse a los impuestos medioambientales. Puntualiza “los certificados verdes están basados en el mismo enfoque que los permisos de emisión negociables.” Ver: Pérez Arriaga, J. (2006) [Dir.] *Influencia de las políticas medioambientales en los mercados eléctricos europeos*. Pág. 43.

⁶¹⁹ Estos autores concluyen que las ventajas potenciales de los CVN provocó que un creciente número de países los utilizara ya que permiten una distribución eficiente. Sin embargo, dada la limitada experiencia con los CVN, y mientras persistan las incertidumbres en el mercado, su funcionamiento dependerá de las certezas que otorgue al inversor el marco legal. Ver: Menanteau, P.; Finon, D. y Lamy, L. (2003) *Prices versus quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy*. Págs. 803 y 811.

⁶²⁰ Ver: Del Río, P. (2009) *Análisis económico de los instrumentos de promoción de las energías renovables: una perspectiva de eficiencia dinámica*. Pág. 121.

⁶²¹ A manera de ejemplo, en Estados Unidos existen como *Production Tax Credit (PTC)*, sistema establecido a nivel federal, mediante el cual los productores de energías renovables tienen, durante 10 años, una bonificación fiscal en un impuesto directo. Ver: Sáenz, G.

exenciones o rebajas en impuestos, tipos de IVA inferiores o, como comenta De Rueda (2011), sistemas de amortización acelerada⁶²².

- 2) Subvenciones a la inversión. Estas subvenciones normalmente se otorgan como un porcentaje de la capacidad instalada⁶²³. Es un mecanismo muy utilizado en diferentes países, principalmente en los ámbitos de energía eólica y solar⁶²⁴.
- 3) Apoyos a la I+D+i. Para incentivar la I+D+i se utilizan diversas herramientas como: contratos de investigación, becas, subvenciones y las reducciones, exenciones o deducciones de impuestos, directas a investigadores y/o a centros de investigación públicos o privados. Las ayudas públicas a la I+D+i permiten corregir la externalidad tecnológica por lo que, como comenta Del Río (2013), se necesita una política integrada que tenga en cuenta el dinamismo de este mercado, con grandes tasas de crecimiento⁶²⁵.

A nivel europeo, se resaltan: vigilar las trabas administrativas que pueden ralentizar el proceso de implantación de la electricidad de origen renovable; apuntar que los trámites acarrear costes, así que instar a promover una generación eléctrica de E-FER con “rapidez y sencillez”⁶²⁶. Del Río (2009) apunta que la promoción de la E-FER depende del diseño concreto de los instrumentos, por lo que un mismo instrumento puede funcionar mejor o peor dependiendo de los elementos que componen el diseño⁶²⁷.

(2007) “La regulación, clave para el desarrollo de las energías renovables”. *Revista Economía Industrial*. Núm. 365. Pág. 166.

⁶²² Ver: De Rueda, A. (2011) *El Fomento de las energías renovables en España. Régimen jurídico y fiscal de las Energías Renovables*. Pág. 7.

⁶²³ Un ejemplo es que en el Plan de Energías Renovables 2005-2010 se contempla la subvención en la adquisición de equipos domésticos de biomasa. Aunque, como comenta Díaz (2013), se ha abandonado el tradicional apoyo público a las líneas autonómicas. Ver: Díaz, J. [Ed.] (2013) “Cómo integrar la biomasa en la rehabilitación energética”. *The bioenergy internacional*. Núm. 21. Pág. 50.

⁶²⁴ Al respecto Saveyn, Soria y Wiesenthal comentan que en la Unión Europea las tasas de crecimiento rondaron el 40% en el periodo 1990-2004. El aumento se explica en gran medida por la subvenciones. Ver: Saveyn, B.; Soria, A. y Wiesenthal, T. (2008) “Política de electricidad renovable: sistema de primas frente a comercio de certificados verdes”. *Ekonomiaz*. Núm. 67. Pág. 120.

⁶²⁵ Por lo que más adelante apunta que se requiere de un gran pacto nacional que defina una estrategia en materia de investigación e innovación energética y que ordene las políticas y programas públicos con las prioridades del país. Finaliza resaltando la recientemente creada Alianza por la Investigación y la Innovación Energética. Ver: Der Río, P. (2013) *Políticas públicas, creación de industria e innovación en energías renovables una reflexión sobre el caso español*. Pág. 83.

⁶²⁶ Comisión Europea. (2007) *Acción de seguimiento del Libro Verde. Informe sobre el progreso de la electricidad renovable*. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. 10.1.

⁶²⁷ Ver: del Río, P. (2009) *Análisis económico de los instrumentos de promoción de las energías renovables: una perspectiva de eficiencia dinámica*. Pág. 122.

Según Sáenz (2007), las ventajas y desventajas se derivan de los controles en precio o cantidad. Existe una dificultad sobre los datos precisos de los costes de generación y su evolución en el tiempo. Sin embargo, podemos señalar que en los sistemas basados en el precio, el regulador estima su retribución según los MWh que recibe el generador renovable, sin que pueda controlar la capacidad que se instalará. Por el contrario, en los sistemas basados en cuotas se establece la cantidad (cuota) de energía renovable y, por tanto, indirectamente, la capacidad a instalar; sin embargo, no puede controlar la retribución que obtendrá el generador por MWh, que se establece en el mercado de los CVN⁶²⁸.

2.3.1.3.2.1 Ley 54/1997

Esta normativa tiene por objetivo optimizar el suministro de energía eléctrica a las necesidades de los consumidores mediante su racionalización y eficiencia⁶²⁹. Para ello establece, en la producción de energía, dos tipos distintos: 1) Régimen Ordinario, en el cual el mercado es el mecanismo básico de funcionamiento; es decir, el productor será retribuido con base en la oferta; 2) Régimen Especial, en el que operan las renovables; algunas instalaciones podrán incorporar su energía excedente al sistema, y otras podrán participar directamente en el mercado⁶³⁰.

En la ley se habían fijado objetivos concretos por tecnologías, y se establecía alcanzar como mínimo el 12% de la demanda energética total en 2010; para

⁶²⁸ Ver: Sáenz de Miera, G. (2007) “La regulación, clave para el desarrollo de las energías renovables”. *Economía Industrial*. Núm 365. Págs. 163-177.

⁶²⁹ En su exposición de motivos establece: “*La presente Ley tiene, por consiguiente, como fin básico establecer la regulación del sector eléctrico con el triple y tradicional objetivo de garantizar el suministro eléctrico, garantizar la calidad de dicho suministro y garantizar que se realice al menor coste posible. Todo, ello sin olvidar la protección del medioambiente. Aspecto que adquiere especial relevancia dadas las características de este sector económico*”. Ver: Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, art.1. BOE 285 (A-1997-25340).

⁶³⁰ La Ley 54/1997 garantiza el acceso a la red de las energías renovables así como una prima a la producción, aunado a que, como comentan Sevilla, M.; Golf, E. y Driha, O. (2013) los RD de 2004 y 2007 permitieron el acceso a las redes eléctricas de las nuevas instalaciones y, mediante un sistema dual de tarifas y primas, se realizaron importantes inversiones en la generación de energías renovables. Sin embargo, apuntan “*la inversión en generación de renovables ha ido produciendo un incremento global en las subvenciones a este sector que las han hecho difícilmente sostenibles en un escenario de restricciones presupuestarias*.” Ver: Sevilla, M.; Golf, E. y Driha, O. (2013) “Las energías renovables en España”. *Estudios de Economía Aplicada*. Vol. 31. Pág 43.

ello se preveía la elaboración de un Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) en 1999. Sin embargo, la Ley 54/97 fue modificada por la Ley 17/2007, que pretende adaptar la Ley del Sector Eléctrico a la Directiva 2003/54/CE sobre normas comunes para el mercado interior de electricidad.

2.3.1.3.2.2 Legislación española sobre energías renovables

Es interesante repasar el recorrido de la legislación española respecto de la generación de energías renovables que se dio desde finales de los años 90⁶³¹, específicamente el Real Decreto 2818/1998, el Real Decreto 436/2004 y el Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial⁶³², así como el Real Decreto-Ley 6/2009, Real Decreto-Ley 14/2010 y Real Decreto-Ley 1/2012.

El rango de Ley de estas energías se consolidó en la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, que deriva de la Directiva europea 96/92/CE. Esta Ley está encaminada a garantizar el suministro, sin olvidar la problemática ambiental⁶³³. Los decretos 2004 y 2007 fomentaron las nuevas instalaciones, así como el acceso a las redes eléctricas mediante el sistema de tarifas y primas a la producción de energías renovables. Sin embargo, las disposiciones que se han puesto en marcha en 2012 dan marcha atrás al incremento -que era global- en las subvenciones en este sector. Por ello el sistema basado en incentivos no se puede considerar eficiente, como comentan Agosti y Padilla (2010), porque los subsidios recibidos son elevados en relación con los costes de producción⁶³⁴.

⁶³¹ Puede servir como referencia la Ley 82/80 de conservación de la energía. Sin embargo, es a finales de los años 90 cuando se empieza a construir el marco que promovió y reguló su crecimiento.

⁶³² Por no hablar de las regulaciones indirectas que impulsan este tipo de energías, como el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE), de 29 de agosto de 2007.

⁶³³ Como muestra su exposición de motivos: “*La presente Ley tiene, por consiguiente, como fin básico establecer la regulación del sector eléctrico con el triple y tradicional objetivo de garantizar el suministro eléctrico, garantizar la calidad de dicho suministro y garantizar que se realice al menor coste posible. Todo, ello sin olvidar la protección del medioambiente. Aspecto que adquiere especial relevancia dadas las características de este sector económico*”. Ver: Ley 54/1997 del Sector Eléctrico.

⁶³⁴ Estos autores señalan que la Comisión Europea evalúa mediante indicadores de efectividad y eficiencia cada tecnología renovable, en comparación con su potencial realizable. Es decir se compara el subsidio medio con su coste de generación, por lo que apuntan que el sistema español ha demostrado ser efectivo, mas no eficiente, y abundan en la inversión solar realizada (40% del total mundial en 2008) que ha comprometido al gobierno en pagos que hoy están en debate. Ver: Agosti, L. y Padilla, J. (2010) *Promoción de las energías renovables: La experiencia de España*. En Moselle, B.; Padilla, J. y 190

A raíz de la aprobación del RD 2818/1998, se produce un fuerte apoyo a las energías renovables, ya que se asociaba una retribución para cada tipo de tecnología consistente en una prima fija sobre el precio de mercado de la energía eléctrica⁶³⁵. Uno de los principales cambios –además del pago de una tarifa o prima– fue que promovía a las empresas fotovoltaicas a compartir puntos de conexión a la red, y, con ello, surgieron los llamados *huertos solares*, permitiendo generar economías de escala compartir equipos⁶³⁶.

Es de resaltar otro instrumento, el Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER), que Mosquera y Merino (2006), califican como “*piedra angular del desarrollo de estas energías*”⁶³⁷, ya que tenía objetivos concretos y, con ello, se daba continuidad y seguimiento a las disposiciones europeas, aunque suponía unos compromisos financieros que fomentaron algunas modificaciones legales. Como el RD 436/2004 otorgó libertad a los productores para que puedan vender a las empresas distribuidoras, ya sea mediante tarifa fija o a precio de mercado, más una prima o incentivos, esto promovió que los productores buscaran mayores subvenciones sin que se premiara la eficiencia⁶³⁸.

El Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER)⁶³⁹ buscó generar un impulso a la inversión ante la evidencia de que no llegarían a cumplir los

Schmalensee, R. [Eds.] (2010) *Electricidad Verde. Energías renovables y sistema eléctrico*. Págs. 518 y 519.

⁶³⁵ El decreto, como comentan Ahedo y Becerra (2009), subsanó el vacío que existía en tarifa a la fotovoltaica Ver: Ahedo, M. y Becerra, J. (2009) *El mercado de las energías renovables en España: situación 2008*. Pág. 59.

⁶³⁶ Para un mayor detalle sobre el periodo 1998-2008 y sus efectos se puede consultar: De la Hoza, J.; Boixa, O.; Martín, H.; Martins, B. y Graells, M. (2010) “Promotion of grid-connected photovoltaic systems in Spain: Performance analysis of the period 1998-2008”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 14. Págs. 2547-2563.

⁶³⁷ Esta afirmación se entiende con la aportación de estas energías, que se duplicó al pasar de 7.072ktp en 2000 a 16.639 ktp en 2010. Ver: Mosquera, M. y Merino, L. (2006) *Empresa y energías renovables. Lo que su empresa debe saber sobre energías renovables, eficiencia energética y Kioto*. Pág. 63.

⁶³⁸ El Real Decreto 436/2004 tiene la particularidad de introducir el sistema de subvenciones basado en primas fijas con lo cual, como comentan Agosti y Padilla (2010), es independiente del precio de mercado mayorista, así que los valores de las tarifas y primas se fijan en referencia a la tarifa media de referencia (TMR) Ver: Ver: Agosti, L. y Padilla, J. (2010) *Promoción de las energías renovables: La experiencia de España*. Pág. 524.

⁶³⁹ Se elaboró con el propósito de reforzar los objetivos prioritarios de la política energética del Gobierno: la garantía de la seguridad y calidad del suministro eléctrico y el ambiente, con el fin de dar cumplimiento a los compromisos de España en el ámbito internacional. Se

objetivos comprometidos con la UE para 2010⁶⁴⁰. Así en 2007, mediante la aprobación del Real Decreto 661/2007, se buscó promover la producción de energía eléctrica en régimen especial mediante el incremento de incentivos económicos a la inversión, reforzando de esta forma las expectativas de las distintas tecnologías de energía renovable. Siguiendo a Mir (2012), el decreto eliminó la incertidumbre con respecto a la retribución de las plantas fotovoltaicas: “la tarifa inicial era fija y su valor, para las plantas ya autorizadas, se actualizaría todos los años según la inflación, menos una pequeña deducción porcentual”⁶⁴¹.

Los incrementos de los incentivos que derivan del Real Decreto 661/2007 estimularon a los promotores de instalaciones de fotovoltaica, que duplicaron la potencia instalada al pasar de 1.000 MW a 2.200 MW. Estaban plenamente justificados por el objetivo del decreto ya que buscaba mejorar la redistribución de aquellas tecnologías menos maduras como la biomasa y la solar termoeléctrica y que, como comenta Scarpellini, Aranda y Zabalza (2008), además de la estabilidad dotó de atractivo a estas inversiones⁶⁴².

Posteriormente, el Real Decreto 1578/2008, pretendía racionalizar la retribución modificando el régimen económico a la baja; para ello clasifica las instalaciones fotovoltaicas en dos tipos de acuerdo con la potencia instalada y ubicación⁶⁴³. Además, con el fin de controlar el sector, se estableció un sistema de convocatorias trimestrales. Para ajustar las solicitudes de nuevas instalaciones y el cupo de potencia de cada convocatoria, se creó asimismo el Registro de preasignación de retribución (art. 4). El mecanismo, como comenta Mir (2012), fue diseñado con el

establecía el 29.4% como porcentaje de generación de origen renovable. Ver: PER (2005-2010) Pág. 10, y Agosti, L. y Padilla, J. (2010) *Promoción de las energías renovables: La experiencia de España*. Pág. 524.

⁶⁴⁰ En aquel momento había cierta euforia económica que produjo un impulso extra en este tipo de inversiones, como comentan Baena y Pueyo (2006), la redefinición de objetivos, así como el sistema de primas garantiza la rentabilidad económica. Ver: Baena, A. y Pueyo, A. (2006) *Competitividad y cambio climático: nuevos retos para la industria española*. Pág. 52.

⁶⁴¹ Asimismo, la norma establecía un descenso parcial de la tarifa al cabo de veinticinco años, así como un método de actualización y la garantía de largo plazo, lo que produjo una fuerte inversión en plantas fotovoltaicas a un grado de seguridad poco usual. Ver: Mir, P. (2012) “La regulación fotovoltaica y solar termoeléctrica en España”. *Cuadernos Económicos de ICE*. Núm. 83. Pág. 183.

⁶⁴² El decreto 661/2007 impulsó definitivamente la cogeneración como herramienta de ahorro y eficiencia energética. Ver: Scarpellini, S.; Aranda, A. y Zabalza, I. (2008) *Energías Renovables. Introducción a los mercados energéticos*. Págs. 98-102.

⁶⁴³ Para mayor detalle técnico se puede consultar: Moro, M. (2010) *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Pág. 133

supuesto de una disminución de las tarifas del 10%⁶⁴⁴, además de poner fin a los huertos solares (art. 10.2)⁶⁴⁵. Otro aspecto a mencionar son los empleos directos generados y que, como comentan Frolova y Pérez (2008), alcanzarían entre los 23000 a las 26000 personas. Sin embargo, esta normativa impactó duramente al sector, así como las propias amortizaciones derivadas de las inversiones⁶⁴⁶.

Se produjeron algunas modificaciones legales derivadas del Real Decreto Ley 6/2009 por el que se adoptaron medidas en el sector energético, entre otras el bono social⁶⁴⁷. Podemos destacar que se hace obligatoria la inscripción en el Registro de preasignación para el otorgamiento del derecho que quedó establecido en el R. D. 661/2007⁶⁴⁸. Unos meses después de la aprobación del decreto, en noviembre, el Consejo de Ministro del Gobierno de España aprobó el calendario de entrada de nuevas instalaciones eólicas y termosolares para el trienio 2010-2012 y, cómo comenta Espejo (2010), se buscó asegurar el liderazgo español en energías renovables, ya que para

⁶⁴⁴ La reducción del 10% era para las plantas en activo, ya que la tarifa inicial que se percibía se actualizaba durante 25 años. Ver: Real Decreto 1578/2008 publicado en el BOE Núm. 234 Sábado 27 septiembre 2008.

⁶⁴⁵ Así Mir (2012) señala que la disminución de los cupos en las primeras convocatorias, aunado al retraso en el calendario, propicio que gran número de proyectos quedaran a la espera o simplemente no consiguieran cubrir su correspondiente cupo. Ver: Mir, P. (2012) *La regulación fotovoltaica y solar termoeléctrica en España*. Pág. 193.

⁶⁴⁶ Frolova, M. y Pérez, B. (2008) “El desarrollo de las energías renovables y el paisaje: algunas bases para la implementación de la Convención Europea del Paisaje en la Política energética española”. *Cuadernos Geográficos*, Norteamérica. Vol. 43. Pág. 295. Consultado 22/02/2014 y disponible en:

<http://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/1119/1314>.

⁶⁴⁷ Siguiendo a Montes (2012) el decreto establecía que los peajes de acceso serán suficientes para satisfacer la totalidad de los costes. Con ello se eliminaría el déficit ex ante, además de que los derechos de cobro pasan al Fondo de Titulización del Déficit del Sistema Eléctrico que, a su vez, establecerá sus pasivos por medio de un mecanismo competitivo en el mercado financiero con la garantía del Estado. Sin embargo, apunta que el déficit ha superado los costes regulados. Ver: Montes, E. (2012) “El déficit tarifario”. *Economistas*. Vol. 30. Núm. 131. Pág. 21.

⁶⁴⁸ Para dicho registro se requiere: concesión de punto de acceso y conexión firme; autorización administrativa; licencia de obras; aval necesario para solicitar el acceso a la red de transporte y distribución; recursos económicos propios o financiación suficiente para acometer el 50% de la inversión de la instalación; acuerdo de compra por importe equivalente del 50% del valor de los equipos; punto de suministro de gas natural (si se utiliza dicho combustible como principal); informe favorable de aprovechamiento de aguas (cuando sea necesario) y aval suplementario depositado en la Caja General de Depósitos. Ver: Real Decreto Ley 6/2009.

garantizar un crecimiento, la normativa permitía la puesta en marcha de forma escalonada⁶⁴⁹.

Fue intenso el debate que generó la tarifa fotovoltaica, así como su coste de promoción, porque, como señala Mir (2012), el asunto se mezcló con el déficit tarifario. Dos hechos de naturaleza muy diferente, que han producido que algunos sectores se sientan más o menos favorecidos con la legislación; diversas voces se alzan para exigir una revisión de ciertos capítulos de los gastos generales del sistema eléctrico, como las compensaciones, los costes de transición a la competencia. Bajo estas circunstancias, el Real Decreto 1.565/2010 eliminaba, para las plantas fotovoltaicas, la tarifa regulada más allá del vigésimo quinto año. Las asociaciones patronales lo rechazaron por considerarlo retroactivo, esta norma incluía una rebaja de tarifas de carácter extraordinario⁶⁵⁰.

Las modificaciones legales acarrearán diversas respuestas por parte de los sectores involucrados⁶⁵¹; fue en este ambiente que se formuló el Plan Nacional de Energías Renovables de España (PANER, 2010), que preveía un crecimiento en la producción de energía fotovoltaica procedente de instalaciones de autoconsumo conectadas a la red. Así este documento, junto con el Plan de Energías Renovables (2011-2020), marcaron las líneas de acción para 2020.

Sin embargo, ante la imposibilidad de mantener las ayudas, el gobierno aprobó el Real Decreto Ley 1/2012 en el que introdujo un serio recorte a las primas, y además detuvo los incentivos a nuevas instalaciones, haciendo que, como comenta Collado (2012), se produjera un déficit tarifario. Aunque

⁶⁴⁹ Por lo que Espejo (2010) señala que se puede decir que la propuesta buscó instalar, cada año, la misma cantidad que el (PER) 2005-2010 preveía para el total acumulado en 2010. Ver: Espejo, C. (2010) “Los nuevos paisajes de la energía solar: las centrales termo solares”. *Nimbus*. Núm. 25. Pág. 78.

⁶⁵⁰ Pero no fue el único, ya que siguiendo a Mir (2012), observamos que, de forma simultánea, se aprobó el Real Decreto Ley 14/2010, que tenía como principal objetivo modificar las condiciones retributivas del Real Decreto 661/2007. Ver: Mir, P. (2012) *La regulación fotovoltaica y solar termoeléctrica en España*. Págs. 195-196.

⁶⁵¹ Como ejemplo, el artículo *Renewable energy: Green technology at heart of state policy* del *Financial Times* menciona la falta de liquidez del gobierno y cómo se encuentra cada vez más presionado para dejar a un lado sus planes de reducir, con carácter retroactivo, las tarifas especiales a los operadores de la energía fotovoltaica. Los inversores del sector incluyen bancos, fondos especializados y particulares. Han presionado al Ministerio de Industria por sus planes de recortar en un 30% lo que los generadores reciben por producir electricidad. En los últimos años, las generosas primas y los precios garantizados han animado a los inversores a invertir en proyectos de energía solar. Consultado el 20/11/2013 y disponible en: <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/0eb7a42c-8e0e-11df-b06f-00144feab49a.html#axzz2uFprHOgd>

entendemos que el legislador supone que la fotovoltaica perjudica más, puesto que reduce a la mitad el techo de potencia pactado en 2010⁶⁵².

La Comisión Nacional de la Energía (CNE) publicó una serie de medidas para garantizar la sostenibilidad económico-financiera del sistema eléctrico; entre ellas destacamos: la reducción del porcentaje de hibridación generado con combustibles fósiles, la reducción de primas, el desarrollo de normativas que limiten el precio y modificaciones en las tarifas⁶⁵³.

Estas modificaciones tienen efecto en la credibilidad jurídica a nivel internacional, y, además, generan incertidumbre, no sólo en la planificación energética, sino también en el cumplimiento de los compromisos que establece la Directiva 2009/28/EC.

2.3.1.3.2.3 La aportación económica de las energías renovables

Los beneficios económicos de las energías renovables fueron el ahorro de 7.607 millones de euros, más que las primas recibidas en el período 2005-2011, tal y como muestran los datos del *Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España en 2011*⁶⁵⁴. En el mismo, se establece que la aportación total al Producto Interior Bruto nacional (PIB) se situó en 10.244 millones de euros, un aumento del 0,6% respecto a 2010. Así se detalla que estas energías representaron, en 2011, el 0,95% del PIB. Otro documento en el que se analiza el sector es el *Impacto económico de las energías renovables en el sistema productivo español. Estudio Técnico PER 2011-2020*⁶⁵⁵, que editó en 2011 la consultora Deloitte

⁶⁵² Ver: Collado, E. (2012) *Tecnologías: Aportación de la fotovoltaica. En Jornadas sobre generación distribuida y Balance Neto*. Consultado el 20/02/2014 y disponible: <http://unef.es/congresos-ferias-jornadas/>

⁶⁵³ Ver: CNE (2012) *Informe sobre el sector energético español, Comisión Nacional de Energía*, Madrid, 7 de marzo.

⁶⁵⁴ El estudio, elaborado por la Asociación de Productores de Energías Renovables, recoge la influencia de las energías renovables de régimen especial en términos económicos y sociales. El documento muestra una compilación de los principales datos macroeconómicos de estas tecnologías, como la generación de empleo, la balanza comercial, el impacto en el PIB, las primas recibidas y los ahorros generados. Ver: Villarig, J. y Margarit, J. (2011) *Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España en 2011*. Madrid.

⁶⁵⁵ El documento busca cuantificar el potencial de generación de crecimiento económico mediante la aplicación transversal de una política energética competitiva y sostenible basada en la innovación y la búsqueda de nuevas fuentes de ahorro y eficiencia energética; para ello utiliza datos 2005-2009 y con ellos realiza sus predicciones. Ver: López, C.;

en coordinación con el IDAE. En él se menciona: “*La contribución directa al PIB de España ha pasado de los 4.238,6 millones de € en 2005 a los 7.338,5 millones de € en 2009 en euros corrientes*”⁶⁵⁶.

Ha sido importante el impacto en el empleo; así en el año 2011, por ejemplo, se crearon 5.983 nuevos puestos de trabajo. Este crecimiento se explica por la construcción de nuevas centrales. Los empleos del sector se dividieron en 54.193 empleos generados de forma directa y 64.464 empleos indirectos.⁶⁵⁷ En este ámbito es de resaltar el estudio “*Empleos verdes en una economía verde. El caso de España*”⁶⁵⁸, en el que se analiza la dimensión laboral de las políticas de la Unión Europea y en particular las de España. Así se apunta que 60.792 empresas e instituciones emplean a unas 407.200 personas, las cuales producen aproximadamente unos 52.700 millones de euros de forma directa y unos 25.000 millones indirectos⁶⁵⁹.

Los objetivos generales que se desprenden del PER 2011-2020 se encuentran alineados con los establecidos a nivel europeo, bajo el paquete de normativa ambiental (20% de reducción de gases de efecto invernadero, 20% de mejora de la eficiencia energética, 20% del consumo bruto de energía producido con fuentes renovables). Sin embargo, en 2012 se produjeron algunos cambios normativos que modifican las tendencias previstas para el sector (que se realizan de manera conjunta) en las medidas de ajuste, que el gobierno español realiza para retomar el crecimiento económico. El Real Decreto-ley 1/2012 introduce la suspensión de los procedimientos de preasignación y retribución, así como de los incentivos

Ortega, M. y Prieto, G. (2011) *Impacto económico de las energías renovables en el sistema productivo español. Estudio Técnico PER 2011-2020*.

⁶⁵⁶ Pero, además, pronostica que superará los 9.903,9 millones de euros, con una aportación directa al PIB en el año 2015, y alcanzará los 13.064,9 millones de euros en 2020. Ver: López, C.; Ortega, M. y Prieto, G. (2011) *Impacto económico de las energías renovables en el sistema productivo español. Estudio Técnico PER 2011-2020*. Págs. 13 y 20.

⁶⁵⁷ Ver: Villarig, J. y Margarit, J. (2011) *Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España en 2011*. Págs. 81-82.

⁶⁵⁸ El trabajo cuenta con la colaboración de la *Fundación Biodiversidad* y está cofinanciado por *Sustainlabour*. Su principal objetivo es analizar de los empleos verdes en España. El trabajo intenta identificar los principales aspectos de su estado actual, evolución y desarrollo, además de valorar las expectativas que los actores albergan de cara al futuro. Ver: Iturriza, A. (2012) *Empleos verdes en una economía verde. El caso de España*.

⁶⁵⁹ Se menciona que el sector que genera mayor número de empleos es el de recogida y tratamiento de residuos, con una cifra aproximada a los 110.000 empleos (27% del total). Le sigue el sector de las energías renovables, con 95.000 empleos (23%), y los servicios de consultoría, auditoría y Asistencia técnica ambiental, con 61.000 empleos (15%). Ver: Iturriza, A. (2012) *Empleos verdes en una economía verde. El caso de España*. Pág. 20.

para nuevas instalaciones de producción de energía. Como consecuencia de ello, se habla de la destrucción de 10,000 empleos⁶⁶⁰.

Curiosamente, España tiene el potencial para experimentar un crecimiento en los “empleos verdes”⁶⁶¹, que podría generar, como comenta Iturriza (2012), aproximadamente dos millones de puestos de trabajo en la próxima década, si se adoptan las políticas adecuadas. Las energías renovables podrían generar 124.265 empleos, el sector transporte hasta 770.000 empleos en actividades de servicios, industriales y construcción de infraestructuras. El sector construcción aportaría la cifra mayor con un aproximado de 1,37 millones de empleos durante la implementación hasta 2020 y 1.9 millones a tiempo parcial específicamente en la industria de residuos⁶⁶².

Por otra parte, el sector de las energías renovables, además de reducir la dependencia energética, ayuda a equilibrar la balanza comercial, ya que es un sector netamente exportador. En el año 2011, el sector produjo 3.362 millones de euros en exportaciones y las importaciones alcanzaron los 2.632 millones, con lo cual el saldo alcanzó los 730 millones⁶⁶³.

⁶⁶⁰ Estas declaraciones fueron reproducidas en distintos medios, como la Asociación Provincial de Empresas de Energías Renovables (Asempal Renovables). Además de otras voces como el presidente de la Fundación Renovables quien advirtió: “*En un grave escenario de paro, se para un sector que crea empleo*”, lamentó. “*Si se pliega a los intereses de Unesa (Asociación Española de la Industria Eléctrica), España va camino de una crisis energética*”, comentó. Ver: Dufor, J. (2012) *Moratoria renovable en España*. Consultado 8/02/2013 y disponible:

<http://www.madrimasd.org/blogs/Energíasalternativas/2012/02/06/131466>

⁶⁶¹ El término se establece en el informe conjunto del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en el contexto de la iniciativa conjunta “Empleos Verdes” del PNUMA, la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización Internacional de Empleadores (OIE) y la Confederación Sindical Internacional (CSI). Ha sido elaborado por el Instituto de la Vigilancia Mundial (*Worldwatch Institute*), con Asistencia técnica del *Global Labor Institute* de la Universidad de Cornell, se entiende como: “*son los que reducen el impacto ambiental de las empresas y los sectores económicos, hasta alcanzar en definitiva niveles sostenibles. En el informe se entiende por empleos verdes el trabajo en la agricultura, la industria, los servicios y la administración que contribuye a conservar o restablecer la calidad ambiental.*” Ver: PUNMA (2008) *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World*. Pág. 5.

⁶⁶² Las estimaciones de Iturriza (2012), se basan en el Informe económico del presidente del Gobierno 2009, así como en estudios específicos de cada sector. Ver: Iturriza, A (2012) *Empleos verdes en una economía verde. El caso de España*. Págs. 10, 12 y 13.

⁶⁶³ Este dato es más importante si tenemos en cuenta lo que suponen las importaciones energéticas respecto del total (más del 75%); por tanto, el sector renovable contribuye a mejorar el déficit energético español. En cuanto a la balanza fiscal del sector renovable en 2011, se produjo un saldo positivo en 687 millones de euros, es decir que el sector recaudó

Es oportuno comentar la reducción de la demanda causada, entre otras, por la crisis económica y por el aumento de la generación renovable en el periodo 2008-2011. Así el margen entre el precio y el coste de la materia prima utilizada se ha reducido en un 40%. Otro punto a resaltar es que en el periodo 2005-2011 las energías renovables generaron un abaratamiento de 7.606 millones de euros, es decir el precio del mercado eléctrico fue inferior a las primas recibidas en el mismo periodo⁶⁶⁴.

Respecto de las emisiones evitadas, las energías renovables impidieron la generación de 33,4 millones de toneladas de CO₂, que supusieron un ahorro total de 429 millones de euros. En este sentido la utilización de biocarburantes en el transporte supuso que 4,5 millones de toneladas de CO₂ no se enviaran a la atmósfera⁶⁶⁵. Pero además se evitó generar 27,6 millones de toneladas de NO_x y 45,3 millones de toneladas de SO₂, que son más nocivos para la salud⁶⁶⁶.

más de las subvenciones que obtuvo. Datos según Ministerio de industria, turismo y comercio, así como la Asociación de Productores de energía renovable en su publicación: Info. N° 34. También ver: Villarig, J. y Margarit, J. (2011) *Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España en 2011*. Pág. 31.

⁶⁶⁴ Con los cual se desmiente la teoría de que las energías renovables han sido las causantes del déficit tarifario. Con estos datos observamos que en realidad sin su contribución el déficit sería mayor. Ver: Villarig, J. y Margarit, J. (2011) *Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España en 2011*. Pág. 18.

⁶⁶⁵ En términos acumulados, en el período 2005-2011 se ha impedido la emisión equivalente a 179 millones de toneladas de CO₂. Ver: Villarig, J. y Margarit, J. (2011) *Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España en 2011*. Pág. 90.

⁶⁶⁶ Ver: Villarig, J. y Margarit, J. (2011) *Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España en 2011*. Pág. 93.

3 El concepto sostenibilidad: políticas, acuerdos, conferencias y planes internacionales

3.1 Instrumentos de la política económica ambiental

En la asignación de recursos ambientales se producen fallos por parte del mercado, por lo que es preciso justificar la intervención gubernamental para las respectivas correcciones. Para ello es necesario que posea una serie de instrumentos que le permitan alcanzar los objetivos ambientales fijados.

En la práctica las políticas ambientales combinan el uso de diferentes instrumentos. Podemos destacar diferentes organismos internacionales, como la OCDE y la Organización de las Naciones Unidas (ONU)⁶⁶⁷, que aplican estos instrumentos ofreciendo distintas ventajas: logran minimizar el deterioro del medio, cuentan con una mayor flexibilidad que se traduce en la toma de decisiones eficientes por parte de los agentes económicos, y, además, se les asocia con un mayor grado de protección del medio.

La estructura de los regímenes internacionales del medio ambiente debe reflejar la estructura del problema del que se ocupan. Un régimen que proteja la diversidad biológica debe usar ciertos instrumentos, apelar a determinados públicos y establecer arreglos internacionales diferentes de los de un régimen cuya finalidad sea proteger los océanos de la contaminación del petróleo, o de aquel que se ocupe del comercio internacional de especies en peligro de extinción. No obstante, la mayoría de los regímenes en materia de medio ambiente han terminado por aceptar varios principios fundamentales e instrumentarlos por medio de sus instituciones⁶⁶⁸. A continuación exponemos siete principios clave:

- 1) *Soberanía sobre los recursos naturales*. Este principio se ha desarrollado en el contexto de que los Estados tienen derechos soberanos sobre sus recursos naturales, pero sin causar daños ambientales.
- 2) *Prevención*. Este principio parte de la base de que, por lo general, resulta costoso, difícil o imposible reparar el daño al ambiente una vez causado; por eso, es mejor evitarlo antes de que se produzca. Esta verdad

⁶⁶⁷ A través de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente.

⁶⁶⁸ Muchos de estos principios fueron expresados en la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Al respecto ver: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable (2001) *Manual de Medio Ambiente y Comercio*. Publicado por el Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable.

aparentemente evidente tiene implicaciones prácticas significativas, pues requiere que se tomen iniciativas antes de que haya algún daño; es decir, requiere una actuación basada en la *posibilidad* del daño.

- 3) *Buena vecindad y cooperación internacional*. Este principio se basa en la cooperación de buena fe y solidaridad en las cuestiones internacionales relativas a la protección y mejoramiento del medio.
- 4) *Desarrollo sostenible*. Este principio contiene tanto elementos sustanciales (equidad intergeneracional, integración, uso sostenible) como procedimentales (cooperación entre estados, evaluación del impacto ambiental, participación pública en la toma de decisiones y acceso a la información); así, la Corte Internacional de Justicia sugiere que este principio expresa la necesidad de reconciliar el desarrollo económico con la protección del ambiente⁶⁶⁹.
- 5) *Precaución*. Este principio establece que la falta de evidencia científica concluyente no justifica la inacción, especialmente cuando las consecuencias de la inacción podrían ser devastadoras o cuando los costos de la acción son insignificantes. Se entiende que calcular la posibilidad del daño es difícil porque nuestro conocimiento de los procesos ecológicos y ambientales suele ser, cuando más, rudimentario, y se basa en investigaciones científicas que no cesan de evolucionar. Por desgracia, la ciencia no siempre brinda una orientación clara sobre los cálculos que serían necesarios, de tal manera que, a menudo, nos encontramos formulando políticas en una situación de incertidumbre.
- 6) *Subsidiariedad*. Este principio establece que la adopción de decisiones y la responsabilidad de las mismas recaigan sobre el nivel más bajo de gobierno u organización política que pueda actuar efectivamente. Las relaciones entre los individuos y las consecuencias globales de sus acciones representan enormes dificultades para la organización de la gestión ambiental. Esto significa, concretamente, que las reglas establecidas en un nivel, por ejemplo, en regímenes internacionales, deben adaptarse a las condiciones propias de ambientes regionales o locales muy distintos.
- 7) *Responsabilidad común pero diferenciada*. Muchos regímenes ambientales requieren la participación de muchos países, tanto ricos como pobres. Sin embargo, no todos los países son igualmente responsables de los daños causados al ambiente en el pasado, y no todos los países tienen los mismos recursos a su disposición. Así pues, aunque todas las partes de los regímenes ambientales reconocen tener una responsabilidad común respecto al medio ambiente, también se esfuerzan por deslindar responsabilidades en el tratamiento de los problemas ambientales.

Como acabamos de ver, los principios que orientan las reglamentaciones específicas o directas y sus sistemas coercitivos complementarios, a su vez tienen como objetivo estimular cambios de comportamiento y establecer

⁶⁶⁹ Ver: Resolución de la Corte Internacional de Justicia, en el caso *Gabcikovo-Nagymaros* (1997).

patrones que derivarán en cambios tecnológicos, de producción y de consumo⁶⁷⁰.

La responsabilidad en la definición y en el cobro de los patrones y demás necesidades de seguimiento deben dividirse entre el legislativo nacional, estatal y municipal. En este tipo de enfoque el estado regulador es la autoridad máxima para controlar dónde y cómo los recursos deben ser utilizados para alcanzar las metas. Ese sistema ha conseguido buenos resultados, principalmente en los países desarrollados y ha sido utilizado de manera predominante.

Algunas ventajas y desventajas de los instrumentos son señaladas por Berstein (1993)⁶⁷¹ y Castro (1994)⁶⁷²; destacamos, entre otras, las vinculadas con las posibilidades de previsión, es decir, en qué tiempo disminuirá la contaminación y en qué grado⁶⁷³. Los instrumentos más importantes son:

- 1) *Patrones o normas*: se constituyen en la principal forma de reglamentación directa de la calidad ambiental utilizada en todo el mundo. Definen metas ambientales y establecen las cantidades o concentraciones permitidas de sustancias y descargas en el aire, agua, suelo o en productos finales. Estos se pueden clasificar, siguiendo a Rodríguez Córdoba (2002)⁶⁷⁴, en:
 - a) *Normas de ejecución*: su objetivo es mejorar la gestión del ambiente, por lo que generalmente tienen medidas de evaluación y protocolos definidos según el ramo de actividad económica.
 - b) *Normas de calidad ambiental*: son usadas generalmente para la protección de la calidad del agua y del aire. Los patrones relacionados con la calidad del agua, por ejemplo, especifican las condiciones

⁶⁷⁰ Por medio de los mecanismos de control y reglamentación, los gobiernos establecen objetivos ambientales, determinan patrones o cantidades, emisiones de contaminación permitida, y también pueden incentivar el uso de un tipo de tecnología para minimizar los efectos de la contaminación y así alcanzar las metas. Por lo que se deduce que impondrán reglamentaciones para asegurar que los patrones serán seguidos. Al respecto ver: Rodríguez, R. (2002) *Economía y recursos naturales*. Capítulo VII. "Instrumentos reguladores y económicos utilizados para la gestión ambiental". Universidad Autónoma de Barcelona. Pág. 243.

⁶⁷¹ Ver: Berstein, J. (1993) *Alternative Approaches to Pollution Control and Waste Management: Regulatory and Economics Instruments*.

⁶⁷² Ver: Castro, J. (1994) *The Internalization of External Environmental Costs and Sustainable Development* (discussion papers n° 81).

⁶⁷³ Sin embargo, las mejorías ambientales más significativas obtenidas a partir del uso de estos mecanismos se han realizado en países desarrollados, puesto que la situación en los países en desarrollo es mucho menos clara en relación a su uso y eficacia, provocando críticas.

⁶⁷⁴ Ver: Rodríguez Córdoba, R. (2002) *Economía y recursos naturales*. Págs. 245-247.

mínimas que deben ser establecidas para parámetros y lugares específicos en un cuerpo de agua.

- c) *Normas de emisiones y efluentes*: determinan valores máximos y mínimos que se consideran como concentraciones aceptables o que no merman la calidad del ambiente que recibe estos vertidos o emisiones.
 - d) *Normas con base tecnológica*: es un tipo de patrón de efluentes o emisiones que determina el uso de tecnologías específicas que las industrias deben adoptar para cumplir con las reglamentaciones y leyes.
 - e) *Normas de desempeño*: especifican la cantidad de contaminantes que deben eliminarse antes de su descarga. La implementación de los patrones de desempeño exige que la agencia que controla la contaminación defina las condiciones permitidas en términos de desempeño, sin definir procesos a ser adoptados o equipos a ser utilizados.
 - f) *Normas de procesos y productos*: esos patrones establecen límites legales, cantidades, concentración por tipo de sustancias contaminantes que pueden ser evacuados en las aguas de superficie, en las cuencas subterráneas y en la atmósfera.
- 2) *Licencias*: la garantía o detención de licencias a otras autorizaciones ambientales son consideradas herramientas importantes en el control de la contaminación⁶⁷⁵.
- 3) *Derechos de emisión*: la Profesora Llodrà Grimalt los define como “*el derecho subjetivo a emitir una tonelada equivalente de dióxido de carbono desde una instalación*”⁶⁷⁶. Sin embargo, podemos detallar que los derechos de emisión requieren un *ente regulador*⁶⁷⁷, que establece el número de permisos a partir de un límite global de emisiones, que se asignan posteriormente entre los agentes contaminadores mediante algún criterio. El permiso da cabida a emitir una determinada cantidad del contaminante⁶⁷⁸, y

⁶⁷⁵ Las licencias, apunta Berstein (1993), facilitan la ejecución de programas ambientales por la inclusión de todas las obligaciones de control de la contaminación de una empresa, y además facilitan que puedan ser suspendidas o retiradas, de acuerdo con las necesidades de la economía nacional. Generalmente requieren un pago que podrá cubrir costos de programas de control. Al respecto ver: Berstein, J. (1993) *Alternative Approaches to Pollution Control and Waste Management: Regulatory and Economics Instruments*.

⁶⁷⁶ Ver: Llodrà Grimalt, F. (2008) *Lecciones de Derecho Ambiental Civil*. Pág. 55.

⁶⁷⁷ Siguiendo a Sáenz Rubiales (2010), debe ser un ente que prime criterios técnicos y científicos a los estrictamente políticos, además de que sería preferible que tuviera independencia al poder público, es decir, él propone un organismo conformado por los agentes públicos y privados con independencia. Ver Sáenz Rubiales, I. [coord.] (2010) *El mercado europeo de derechos de emisión. Balance de su aplicación desde una perspectiva jurídico-pública. (2008-2012)*. Pág. 81.

⁶⁷⁸ Al respecto ver: Labandeira, X.; López, X.; Picos, F. y Rodríguez, M. (2007) *A Imposição Ambiental e da Enerxía e o Finanzamento Autónomo*. En Caramés, L. y Cadaval, M. (eds.) *Aspectos Fiscales de las políticas energéticas y medioambientales*.

se fija un período, que es normalmente de un año, durante el cual se puede hacer uso de estos derechos o comerciar con ellos⁶⁷⁹.

Por ello, se puede entender que los mercados de derechos son un instrumento de cantidad, ya que inicialmente se fija un objetivo de cantidad contaminante a emitir para que posteriormente se puedan distribuir los permisos, y finalmente surge un precio a partir de las interacciones del mercado.

El comercio de emisiones de la Unión Europea está establecido en la Directiva 2003/87/CE⁶⁸⁰. Se trata de un mecanismo de comercio establecido por la Unión Europea para asegurar el cumplimiento del objetivo comunitario de Kioto. Aunque el mercado europeo es una iniciativa anterior al protocolo de Kioto, esto refleja el compromiso europeo en este campo⁶⁸¹.

El sistema consiste básicamente en la sujeción de un conjunto de sectores y actividades a unos límites de emisiones determinados por los PNA (Plan Nacional de Asignación), generalmente a partir de su historial. La titularidad formará parte de la reserva de nuevos entrantes correspondiente a la Administración General del Estado⁶⁸². Estos planes han de ser guiados por el acuerdo de distribución de carga: la desagregación de los objetivos globales de la UE. La distribución de permisos es gratuita, en línea con la experiencia habitual con mercados de derechos de emisión. Esto sin duda facilita la

⁶⁷⁹ En algunos casos se permite la acumulación de permisos para utilizar o vender en períodos posteriores. Esto genera, como comenta Mora Ruiz (2007), una mayor flexibilidad en el mercado pero también mayores riesgos ambientales, ya que se podrían producir los llamados *hot spots*. Es decir una “*acumulación de industrias excesiva en una zona concreta, aumentando considerablemente el nivel de concentración de gases, provocando una situación similar a la de una olla de presión*”. Ver: Mora Ruiz, M. (2007) *La gestión ambiental compartida: Función pública y mercado*. Pág. 163.

⁶⁸⁰ Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, que entró en vigor a comienzos de 2005. Sobre el régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (modificada por Directiva 2004/101/CE). Reglamento (CE) n° 2216/2004. Al respecto ver: Ramos Castellanos, P. [Ed.] (2005) *Gestión del medio ambiente*. Pág. 164.

⁶⁸¹ Fue el primer sistema de comercio internacional de emisiones de CO₂ en el mundo, y tenía dos fases: una de prueba (hasta 2007) y la definitiva, con concentración de esfuerzos reductores (de 2008 a 2012). Su objetivo es la reducción de emisiones de CO₂ en un 8% en 2012 con respecto a 1990. Una experiencia previa de gran relevancia se desarrolló en Estados Unidos para el control de las emisiones de óxidos de azufre. Al respecto ver: Ellerman, A. (2006) “Evaluación Ex post de Permisos Transferibles de Emisión: el Programa Estadounidense de Limitación y Comercio de Emisiones de SO₂”. *Cuadernos Económicos del ICE*. Vol. 71. Págs. 9-46.

⁶⁸² Ver: Llodrà Grimalt, F. (2008) *Lecciones de Derecho Ambiental Civil*. Pág. 55.

aplicación del sistema a la vez que reduce sus efectos distributivos y sobre la competitividad de la industria comunitaria⁶⁸³.

Como cualquier instrumento económico, este mecanismo intenta contribuir a la reducción de las emisiones al mínimo coste, además de proporcionar incentivos a las empresas para que utilicen tecnologías más limpias. Sin embargo, podemos observar una serie de deficiencias. Entre otras, no se han homogeneizado el procedimiento y la cuantía de las asignaciones, lo que en ocasiones limita la materialización de reducciones de emisiones (porque cada país diseña su PNA). Por otro lado, hay una distribución irregular de responsabilidades⁶⁸⁴.

- 1) *Derechos del uso del suelo y del agua*: el ejemplo típico de ese tipo de reglamento son las zonificaciones, que generalmente se implementan y utilizan por administraciones locales. La zonificación divide un municipio en distritos y reglamenta el tipo de uso, actividades, tipo de edificaciones, áreas de lotes, etc.
- 2) *Instrumentos Económicos*: teóricamente, tienen la capacidad de controlar la contaminación de acuerdo con mecanismos de mercado y, de este modo, facilitar la desregulación y la reducción del compromiso del gobierno. En la práctica, no obstante, ellos todavía no eliminaron la necesidad de reglamentaciones y otras formas de participación del gobierno. Los instrumentos económicos ambientales, históricamente, se han agrupado en dos grandes grupos: *las políticas de modificación de precios*, basadas en la creación y establecimiento de tasas e impuestos⁶⁸⁵, y la *negociación*⁶⁸⁶ a través de la creación de mercados como los permisos de emisión, u otro tipo de acuerdos voluntarios, como el etiquetado verde, los programas públicos, y las iniciativas bilaterales, etc.

Los instrumentos económicos más utilizados son las *tasas e impuestos*⁶⁸⁷ que se definen como aquellas prestaciones pecuniarias que el Estado exige al

⁶⁸³ Al respecto ver: Endres, A. y Ohl, C. (2004) "Kyoto-Europe? An Economic Evaluation of the European Emission Trading Directive". *European Journal of Law and Economics*. Vol. 19. Págs. 17-39, así como: Sanz Rubiales, I. [Dir.] (2007) *El Mercado de Derechos a Contaminar: Régimen Jurídico-Publico Del Mercado de Derechos de Emisión en España*. Pág. 100.

⁶⁸⁴ Al respecto se puede consultar: Remiro Brotóns, A. y Fernández Egea, R. [Eds.](2009) *El cambio climático en el Derecho internacional y comunitario*. Pág. 141.

⁶⁸⁵ Que modifican la conducta de los agentes vía precios, y otro tipo de instrumentos que pretenden influir en las decisiones vía cantidades. Desde el punto de vista de la política ambiental, se considera tributo ecológico "aquél cuya finalidad principal es servir a la protección del medio ambiente" Al respecto ver: Piñar Mañas, J. [Dir.] (2002) *Desarrollo sostenible y protección del medio ambiente*. Pág. 401.

⁶⁸⁶ Estas nacen después de la aportación de Coase que detallaremos posteriormente.

⁶⁸⁷ Las tasas deben de ser diferenciadas de los impuestos. "Las primeras son pagos obligatorios a las administraciones correspondientes, a cambio de un servicio o ventaja, 206

sujeto pasivo en uso del poder que le atribuye el ordenamiento jurídico. Podemos mencionar, siguiendo a Paniagua (2000)⁶⁸⁸, tres categorías distintas de clasificación:

- 1) *Los impuestos o tasas sobre vertidos de emisiones contaminantes*. Están formados por impuestos o tasas que paga el contaminante en función de la calidad o cantidad estimada o medida de contaminación. También se incluyen los que pagan los usuarios por el tratamiento de los residuos.
- 2) *Impuestos /tasas sobre bienes y servicios*. Se trata de tributos que se aplican a los productos contaminantes y que suponen un incremento de sus precios.
- 3) *Tasas administrativas*. Se refieren a pagos por el servicio que dan las administraciones públicas en control, cumplimiento de normativas o por ejemplo registro de productos químicos. De entre todos ellos los que más aceptación tienen entre los países de la OCDE son los impuestos indirectos de bienes y servicios tales como los impuestos sobre los carburantes, los vehículos de motor y la energía entre otros.

3.1.1 Conferencia de Estocolmo

A principios de los años setenta se realizó en Estocolmo la primera reunión mundial sobre el medio ambiente: *La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano*⁶⁸⁹, que tuvo lugar del 5 al 16 de junio en 1972. En el encuentro participaron 113 Estados miembros y más de 400 organizaciones gubernamentales y no gubernamentales como observadores. La conferencia de Estocolmo marcó el comienzo de una serie de reuniones intergubernamentales tendentes a reflexionar sobre la problemática ambiental.

mientras que los impuestos son pagos sin contraprestación". Al respecto ver: Martínez, J. (2008) *Instrumentos económicos para la protección del medio ambiente*. Pág. 97.

⁶⁸⁸ Ver: Paniagua, F. (2000) "Políticas instrumentales para la protección del medio ambiente". *Revista UNED*. Vol. 2. Págs.133-144.

⁶⁸⁹ Precedida por un amplio proceso de reflexión teórica, así como por algunos acontecimientos que, tanto a nivel de naciones como de organismos internacionales, expresan un sentimiento colectivo de necesidad relativa a la *educación medioambiental*. Por ejemplo: El año Europeo de la Conservación en 1970; se muestran algunos trabajos realizados por el *Council for Environmental Education* británico; en los países nórdicos, específicamente en Suecia, se modifican los planes de estudio para que crear conciencia sobre los problemas ambientales y sentido de la responsabilidad. En Francia, heredera de una larga tradición pedagógica sobre el uso del medio como recurso para la instrucción, se incorpora la "pedagogía del medio ambiente". Para mayor detalle, ver: Novo, M. (1995) *La educación ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas*.

Un año antes, en 1971, se realizó la Reunión de Expertos celebrada en Founex, Suiza. Sus aportaciones se recogen en el llamado “Informe Founex”⁶⁹⁰, que sirvió de referencia a múltiples debates posteriores por la claridad y sistematización con que aborda la problemática ambiental y las posibles alternativas que presenta. Así estas discusiones son llevadas al seno de la Conferencia de Estocolmo, dando como resultado una Declaración de 26 Principios y un plan de acción con diez recomendaciones. Adicionalmente, se fijaron algunas metas específicas: una moratoria de diez años a la caza comercial de ballenas, la prevención de descargas deliberadas de petróleo en el mar a partir de 1975, y un informe sobre los usos de la energía para 1975. Podemos recalcar que el documento denominado *Declaración sobre el Medio Humano* fue el fruto más significativo de la Conferencia. En él se afirmó que “*el hombre es, a la vez, obra y artífice del medio que lo rodea*”. Dicho texto proclama algunas cuestiones básicas que prefiguran toda la política ambiental posterior. Sus principios formaron el primer cuerpo de una “*legislación blanda*” para cuestiones internacionales relativas al medio ambiente⁶⁹¹.

En el desarrollo de la Conferencia se recomendó la creación de un área de acción y coordinación de las cuestiones del medio ambiente en Naciones Unidas, dando como resultado el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)⁶⁹², actor fundamental de la promoción de la sustentabilidad a escala planetaria. Este programa de Naciones Unidas fue fundado con la firme intención de liderar la *gobernanza medioambiental*⁶⁹³

⁶⁹⁰ Para mayor detalle del Informe Founex se puede consultar entre otros: Santamarina, B. (2006) *Ecología y poder: El discurso medioambiental como mercancía*. Pág. 103- Así como: Micheline, M. y Monteforte, M. [Eds.] (2008) *Del Saqueo a la Conservación: Historia Ambiental Contemporánea de Baja California Sur 1940-2003*. Pág. 37, así como: Villeneuve, C. (1997) *Módulo de Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible*.

⁶⁹¹ Ver: López Gordo, J. (2008) *Medio ambiente comunitario y Protocolo de Kioto: la armonización de la imposición energética o un mercado sobre emisiones de gases efecto invernadero*.

⁶⁹² Con sede en Nairobi, Kenia, el programa coordina las actividades relacionadas con el medio ambiente, Asistiendo a los países en la implementación de políticas medioambientales adecuadas así como a fomentar el desarrollo sostenible. Su misión es proporcionar liderazgo y promover los esfuerzos conjuntos para el cuidado del medio ambiente, alentando, informando y capacitando a las naciones y a los pueblos para que mejoren su vida sin comprometer la de las futuras generaciones.

⁶⁹³ La palabra *gobernanza* proviene etimológicamente del griego κυβερνοῦν (guiar o conducir). Se sabe que Platón la utilizaba para referirse a un sistema de reglas, con las que se podría gobernar. Diversos autores han tomado el concepto como sinónimo de gobierno, pero también como el acto o la manera de gobernar o la propia función de gobierno. A partir de 1980 se le dio una connotación más amplia, al incorporar, en el concepto, a la sociedad civil como un actor de gran relevancia en la toma de decisiones. Para Mette (2004), la *gobernanza* es un proyecto político que permite establecer relaciones horizontales. Ver: Mette, K. (2004). *Governance*. Pág. 113.

mundial, mediante las agencias medioambientales de las Naciones Unidas. El programa colabora regularmente con el Banco Mundial⁶⁹⁴ y otras instituciones internacionales, con las ONGs, el sector privado y la sociedad civil, con el objetivo de promover el desarrollo sostenible.⁶⁹⁵

La *gobernanza* aborda cómo los gobiernos y otras organizaciones económicas y sociales interactúan, cómo se relacionan gobiernos y ciudadanos y cómo se toman las decisiones en un mundo complejo y plural.

Gran parte de las legislaciones nacionales relativas al medio ambiente se elaboraron a partir de esta Conferencia. A manera de ejemplo podemos mencionar la aprobación de 31 leyes nacionales ambientales en países pertenecientes a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), en el periodo. Se produjeron compromisos nacionales que se reflejaron en leyes ambientales y que con el descubrimiento del agujero en la capa de ozono, causado por la contaminación atmosférica, llevaron a la firma del Protocolo de Montreal, que impone la supresión progresiva de los clorofluorocarbonos (CFC)⁶⁹⁶ y, como señala de la Cuesta (2010), tiene algunas exenciones pero hay un compromiso claro para el año 2015⁶⁹⁷.

El *medio ambiente* obtuvo un lugar prioritario en las agendas regionales y nacionales. Por ejemplo, como comenta Mayer (2009), se han venido

⁶⁹⁴ El Banco Mundial entiende la *gobernanza* como un modelo de gestión estatal que los países en desarrollo deberán adoptar. El modelo pretende reducir la intervención del Estado en las decisiones públicas y ampliar la participación social en la economía y la política.

⁶⁹⁵ Siguiendo a Rosenau (2001), la *gobernanza* global no puede existir y sólo es realizable en términos del Estado-nación. Sin embargo, diversos organismos internacionales, como ya se mencionó, utilizan el término, con sus consecuencias, es decir la *gobernanza* entendida como en las tradiciones e instituciones mediante las cuales se ejerce la autoridad en un país. Esto incluye la capacidad del gobierno para formular y aplicar eficazmente políticas acertadas, así como el estado que guardan las instituciones que gobiernan las interacciones económicas y sociales. Ver: Rosenau, J. (2001). "Governance in the Twenty-First Century". *Global Governance*. Núm. 1. Págs 13-43.

⁶⁹⁶ Los *clorofluorocarbonos* (CFC) son una familia de compuestos formados por átomos de Carbono, Flúor y Cloro. Estos compuestos no son tóxicos, ni inflamables, y tienen una reactividad muy baja. Además tienen unas propiedades físicas que los hacen muy eficaces como refrigerantes. Por todas estas características, los CFC son unos compuestos muy útiles comercialmente, con extensas aplicaciones como refrigerantes, gases propelentes en sprays y en espumas, aislantes, etc., e incluso como limpiadores por sus propiedades disolventes. Sin embargo, cuando son liberados a la atmósfera, se les considera altamente contaminantes, porque la lluvia o el vapor de agua no pueden solubilizarlos Ver: Valtueña, J. (2002) *Enciclopedia de la ecología y la salud*. Pág. 110.

⁶⁹⁷ El compromiso de erradicar hasta en un 90% las emisiones de CFC. Ver: de la Cuesta, M. y Muñoz, M. (2010) *Dimensión medioambiental de la RSC*. Pág. 43.

desarrollado políticas, planes y programas de educación ambiental de manera continua; así 42% de los países encuestados cuentan con algún programa específico, el 24% lo lleva el Ministerio de Educación y el 20% el de Ambiente⁶⁹⁸.

Sin embargo, la poca capacidad de coordinación entre los organismos internacionales, así como su ineficacia en la contención de los daños provocados por la contaminación ambiental, ha producido que los indicadores muestren un deterioro a pesar de la suscripción de acuerdos internacionales en la materia. Por ejemplo, como comenta Pierre Calame (2006), los indicadores de *gobernanza* presentados por el Banco Mundial, juegan un papel implícito en la atribución de ayudas internacionales. Estos indicadores tienen un sesgo en su diseño, pues son utilizados para medir percepciones. Proviene de 37 fuentes independientes elaboradas por 31 organizaciones diferentes. Sin embargo, son cercanas a grandes empresas y a bancos de desarrollo, por lo que el enfoque puede tener un símil con las agencias de calificación de las empresas, las cuales reúnen las informaciones estrictamente orientadas hacia los inversionistas que quieren saber qué riesgo corren al invertir su dinero⁶⁹⁹.

Lo anterior se ve reflejado en la ineficiencia institucional del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) que podemos entender que derivan de la inexistencia de mecanismos intergubernamentales, así como la falta de penas, sanciones o multas cuando se vulneren las normas, convenios, tratados y protocolos. Ello ha impedido la asignación de responsabilidades claras y concretas sobre el riesgo ambiental⁷⁰⁰.

En esa misma década de 1970 se elaboró el Informe del Club de Roma, *Los límites del crecimiento*. En él se exponían la preocupación de los límites naturales para determinados recursos y servicios ambientales, y la necesidad de cambiar los mecanismos que contribuyan a esas tendencias de la economía y de la población mundial. Por ello se proponía llegar a un

⁶⁹⁸ Ver: Mayer, M. y Mogensen, F. [Eds.] (2009) *Educación para el desarrollo sostenible. Tendencias, divergencias y criterios de calidad*. Pág. 68.

⁶⁹⁹ Para este autor se requiere una reflexión sobre las herramientas de descripción y medición de la *gobernanza*, pues los indicadores deberían basarse en un análisis cualitativo. Ver: Calame, P. (2006). *Una lectura crítica de los indicadores del Banco Mundial y la necesidad de entablar un debate fundamental sobre el tema*. Págs. 6-13.

⁷⁰⁰ Algunas voces consideran que el motivo primordial de este problema es el número de acuerdos ambientales multilaterales, ya que son más de 500 y éstos, en algunos casos, entren en conflicto entre sí, por lo que se obstaculiza la acción coordinada. Al respecto ver: Biermann, F.; Siebenhüner, B. y Schreyögg, A. [Eds.] (2009) *Global Environmental Governance and the International Organizations. Setting the Stage in International Organizations in Global Environmental Governance*. Págs. 1-16.

crecimiento cero o estado de equilibrio que cumpliera con dos objetivos: debe ser “sostenible sin un súbito e incontrolable colapso”; y requiere “satisfacer las necesidades materiales básicas de todos sus habitantes”⁷⁰¹. El informe (llamado popularmente Informe Meadows) fue publicado por el *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* en 1972.

Trabajos como el de Meadows y sus colaboradores pusieron en la balanza, por un lado, la producción y las inversiones, y por otro el deterioro ecológico. Bajo este entendimiento se cuestiona un crecimiento sostenido⁷⁰². Así otros trabajos, en la línea del Club de Roma, formado por especialistas en diversas áreas, se plantearon auspiciar una serie de estudios globales. Su fundador, Aurelio Peccei, propuso una organización sin fines de lucro creada con el propósito de contribuir a la paz y al bienestar, social y económico, a través de la reflexión e investigación prospectiva. A raíz de la repercusión que tuvo este informe a nivel mundial, se tomó la decisión de darle el carácter jurídico de fundación al Club de Roma⁷⁰³. Es en estos años cuando se manifiesta una preocupación por los fenómenos económicos, sociales y políticos, y su relación con el ambiente global o mundial, como menciona Urquidi (1998). Se inicia entonces la discusión sobre los efectos de la contaminación, la evidencia de algunas crisis y aún de catástrofes; éstos y otros problemas inducen a algunos países a estudiar la problemática ambiental⁷⁰⁴. *Los límites del crecimiento*, junto con otras publicaciones y acontecimientos, pusieron en jaque el objetivo de crecimiento económico

⁷⁰¹ Ver: Meadows, D. H.; Meadows, D. L.; Randers, J. y Behrens, W. (1972) [1985] *Los límites del crecimiento. Informe al Club de Roma sobre el Predicamento de la Humanidad*. Fondo de Cultura Económica. México. Pág. 198. Este tipo de planteamiento de preocupación por el medio ambiente halla un precursor en la obra célebre y pionera de la bióloga marina Rachel Carson, *Silence Spring*, publicada en 1962.

⁷⁰² Ésa es la razón de que hoy hablemos de un crecimiento insostenible. Voces como la de Lester Brown apoya esta idea “*Del mismo modo que un cáncer que crece sin cesar destruye finalmente los sistemas que sustentan su vida al destruir a su huésped, una economía global en continua expansión destruye lentamente a su huésped: el ecosistema Tierra*”. Ver: Brown, L (1998) *El futuro del crecimiento*, en Brown, L.; Flavin, C. y French, H. [Comps.] *La situación del mundo 1998*. Pág. 346.

⁷⁰³ Podemos mencionar algunos de los precursores del Club de Roma como Rene Dumont, Iván Illich Nicholas Georgescu-Roegen, así como el economista Serge Latouche, la física y filósofa Vandana Shiva y el sociólogo Jacques Ellul. Se han editado, en el transcurso de los años, varios informes. El primero *Los Límites del Crecimiento* 1972; y actualizaciones: 1992, *Más allá de los Límites del crecimiento* y 2006, *Los Límites del Crecimiento: 30 años después*.

⁷⁰⁴ Ver: Urquidi, V. (1998) “Economía ambiental una aproximación”. *Revista Comercio Exterior*. Vol. 48, Núm. 12, diciembre.

mundial⁷⁰⁵.

La Asamblea General de las Naciones Unidas solicitó atender, con carácter urgente, la formulación de una agenda global (*A global agenda for change*) en el año 1984. Requirió a la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) que atendiera dicha tarea y, como resultado, se publicó un informe denominado “Nuestro futuro común” (*Our Common Future*) también llamado popularmente Informe Brundtland⁷⁰⁶, en el que se generalizó el concepto de desarrollo sostenible. Más de una década antes, se había utilizado el concepto en la Conferencia de Cocoyoc⁷⁰⁷ y posteriormente en la Estrategia Mundial para la Conservación (1980). Sin embargo, es en el Informe Brundtland donde el término toma la definición más conocida⁷⁰⁸.

El Informe fue presentado en 1987 en la Declaración de Tokio. Buscaba hacer un llamado para adoptar medidas que permitan asegurar los recursos de esta generación y de las siguientes⁷⁰⁹. Por ello se realizaron algunos encuentros públicos, el último en Tokio donde se presentó el informe. La Comisión fue constituida por la Asamblea General de las Naciones Unidas, tratando de ser independiente de los gobiernos. Los objetivos que emanan de ella pueden simplificarse en:

⁷⁰⁵ Como se ha visto con el tiempo, sus predicciones se mostraron erróneas. Sin embargo, gran número de políticas se basan en sus supuestos. Como veremos más adelante, existen voces discordantes, destacando Simon, J. y, más recientemente, Lomborg, B.

⁷⁰⁶ Se denominó así por la presidenta de la comisión, la socialdemócrata y Primera Ministra de Noruega, Gro Harlem Brundtland, que utilizó su experiencia en los informes de la Comisión Brandt y Palme sobre cuestiones Norte-Sur y seguridad y desarme, respectivamente.

⁷⁰⁷ La expresión “desarrollo sostenible” se había utilizado en los años setenta en la Conferencia de Cocoyoc sobre Medio Ambiente y Desarrollo (México, 1974). En dicha conferencia se propuso el término de eco-desarrollo como alternativa a la racionalidad económica dominante, pero éste fue descartado. Teniendo como base los conceptos de desarrollo convencional y eco-desarrollo, se afianzó el término de desarrollo sostenible. Para más sobre el tema, ver: Panadero, M. y Cebrián, F. [Eds.] (1999) *América Latina: lógicas locales, lógicas globales*. Pág. 85, así como: Bifani, P. (1999) *Medio ambiente y desarrollo sostenible*. Pág. 20, y Latouche, S. (2008) *La Apuesta por el decrecimiento: ¿Cómo salir del imaginario dominante?* Pág. 104.

⁷⁰⁸ En el informe se establece: “*El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades*”. Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, *Nuestro futuro común*, 1988. Pág. 29. Ver asimismo: d’Entremont, A. (1997) *Geografía económica*.

⁷⁰⁹ Al respecto Wolfenshon (1992) comenta: “*las políticas de desarrollo tendrán que estar orientadas a proteger nuestros bosques, nuestros mares y nuestra fauna, así como a mejorar su productividad si queremos que los pobres puedan cerrar la brecha de desigualdad abierta en los últimos cincuenta años*”. Ver: Wolfensohn, J. D. (2002). “El reto de Johannesburgo”. *El País* 23 de agosto.

- 1) Reflexionar sobre los temas críticos de desarrollo y *medio ambiente* y formular propuestas;
- 2) Proponer nuevas formas de cooperación internacional que puedan influir en la formulación de las políticas ,con el fin de obtener los cambios requeridos;
- 3) Incitar la comprensión y compromiso de individuos, organizaciones, empresas, institutos y gobiernos⁷¹⁰.

En el Informe Brundtland el concepto de sostenibilidad ocupa un lugar preponderante; podemos resaltar dos aspectos: el concepto de necesidades⁷¹¹ y la idea de limitaciones⁷¹². El informe, como comenta Mármora (1992), plantea una serie de elementos que marcan un hito en la temática, ya que:

- 1) La ecología ha dejado de ser un tema nacional o regional, para convertirse en uno global;
- 2) El diálogo con los países es fundamental para atajar las dificultades ecológicas, así como para profundizar en la correlación ambiente-desarrollo;

⁷¹⁰ Para mayor detalle de la Declaración de Tokio, se puede consultar, entre otros: Almenar, R.; Bono, E. y García, E. [Eds.] (2000) *La sostenibilidad del desarrollo: el caso valenciano*. Pág. 24, así como: Curiel, F. (2005) *Economía ambiental y desarrollo sustentable: a propósito del cuidado del ambiente y el crecimiento*. Pág. 12.

⁷¹¹ Se pone el acento en atender las necesidades esenciales de los pobres. Pero la concepción, como explica Ballester, es muy compleja, ya que caben muchas interpretaciones de necesidad. Por ejemplo, el individualismo metodológico. En él se presupone que toda necesidad se produce y expresa individualmente. Por lo que en la sociedad el “hombre” puede afrontar los problemas que se le presentan y adaptarse al contexto en que vive; el esencialismo humanista: que se desarrolla en un ámbito ontológico, que significa que cree en una naturaleza humana eterna e inalterable, referido a la “naturaleza del hombre”. Ambos enfoques dan prioridad a las necesidades, entendidas como carencia de algo en un hombre que originariamente estaba completo. Podemos comentar, entre otros autores, que trabajan con estos presupuestos los esfuerzos de Malinowski (1944) y de Maslow (1954). El objetivismo: entiende el problema de las necesidades como un problema de método y medida. Además se puede distinguir entre necesidades materiales y espirituales, objetivas y subjetivas, etc. Para mayor profundidad, ver: Ballester, L. (1988) “Marco conceptual para el análisis de las necesidades sociales”. *Cuadernos de Trabajo Social*. Núm. 1. Págs. 63-76.

⁷¹² Nos referimos a que los recursos son finitos, agotables. Al respecto Martin Litton, director del Club Sierra, emitió una nota pesimista: “*Estamos disponiendo de nuestros últimos recursos y utilizando los que no son renovables, a un ritmo mucho más rápido que para encontrar nuevas fuentes de ellos*”. Citado por Olider, O. (2008) *Conservación de recursos naturales*. Pág. 622.

- 3) Las dificultades de las sociedades modernas evidencian que el desarrollo no es exclusivo de los países emergentes⁷¹³.

El concepto del desarrollo sostenible tiene diferentes interpretaciones, que se abordarán más adelante; sin embargo, Bejarano (1998) propone no centrarse en la definición literalmente, sino dar importancia a la noción, que se mantiene fiel a sus tres componentes⁷¹⁴:

- 1) Los temas ambientales, en la política económica, se encontraban disociados mientras que ahora se trata de compatibilizar los objetivos ambientales con los económicos; es decir, de poner en una balanza, por un lado la ortodoxia económica que desconoce las reflexiones ambientales, y por otro, la posición externa y simplista del crecimiento cero;
- 2) El desarrollo sostenible tiene un vínculo especial con la equidad, no solamente respecto de la creación y distribución de la riqueza, sino también en lo referente a la conservación de recursos. Esto significa la redistribución de obligaciones y costos entre los países centrales y los periféricos y, asimismo, la equidad entre generaciones;
- 3) La palabra “desarrollo” tiene que repensarse, ya que la sostenibilidad incorpora una referencia de bienestar que involucra a componentes no financieros (en los que puede incluirse la calidad del medio ambiente). Por eso es posible la conciliación entre el ambiente y la calidad de vida, la educación, la salud, las condiciones laborales, la participación política, las actividades culturales, entre otras.

La CMMAD analizó diversos ejemplos de “desarrollo” y se dio cuenta de que los indicadores de pobreza y degradación del ambiente aumentaban. Bajo estas premisas nace un nuevo concepto de desarrollo, un desarrollo protector del progreso humano hacia el futuro, el “desarrollo sostenible” que se centra en seis temáticas:

- 1) *Población y recursos humanos*: la población mundial crece a un ritmo muy acelerado, sobre todo si se compara el incremento con los recursos disponibles en materia de vivienda, alimentación, energía y salud. Para ello se plantearon dos objetivos principales: mejorar el nivel de la educación y reducir los niveles de pobreza;
- 2) *Alimentación*: se han obtenido aumentos de producción de alimentos muy importantes. Sin embargo, esos alimentos no siempre se encuentran en los lugares en los que más se necesitan;
- 3) *Especies y ecosistemas*: diversas especies del planeta se encuentran en

⁷¹³ Ver: Mármora, L. (1992) “La ecología en las relaciones Norte Sur: el debate sobre el desarrollo sustentable”. *Revista Comercio Exterior*. Vol. 42. Núm. 3.

⁷¹⁴ Ver: Bejarano, J. (1998) *Desarrollo sostenible: un enfoque económico con una extensión al sector agropecuario*.

peligro de extinción o ya han desaparecido;

- 4) *Energía*: la demanda de energía se ha incrementado y depende fundamentalmente de fuentes de energía no renovables, por lo que el ecosistema no será capaz de resistir los hábitos de consumo. Además existen problemas de calentamiento y acidificación. Por eso son urgentes las medidas que permitan hacer un mejor uso de la energía. La estructura energética debe basarse en fuentes renovables;
- 5) *Industria*: los países industrializados han podido comprobar que su tecnología anticontaminante ha sido efectiva desde el punto de vista de costos en términos de salud, propiedad y prevención de daño ambiental y que sus mismas industrias se han vuelto más rentables al realizar un mejor manejo de sus recursos;
- 6) *Reto urbano*: al comienzo del nuevo siglo prácticamente la mitad de la humanidad habita en centros urbanos. Sin embargo, pocos gobiernos del mundo cuentan con los recursos, el poder y el personal para suministrar, a sus poblaciones en crecimiento, la tierra, los servicios y la infraestructura necesarios para una adecuada forma de vida: agua limpia, sanidad, escuelas y transporte. Por eso se requieren ciudades con una descentralización administrativa, de fondos, de poder político y de personal.

El concepto de desarrollo sostenible del Informe Brundtland amplió el análisis en lo referente al bienestar con consideraciones importantes que antes no se tenían en cuenta. Por ejemplo, supone un reto puesto que, en su mismo concepto, contiene la voluntad de solución de conflictos contemporáneos, como son el choque entre desarrollo y conservacionismo, generaciones presentes y futuras, economía y bienestar, efecto global y acción local, límites y necesidades⁷¹⁵.

Se ha cuestionado el concepto de desarrollo sostenible por la ambigüedad del término⁷¹⁶. En este sentido la clase política ha aprovechado esta situación para utilizarlo profusamente, sin preocuparse por aclarar su contenido. Henri

⁷¹⁵ El Informe supuso un avance en los planteamientos hasta la fecha realizados porque puso énfasis en aspectos relativos a las desigualdades Norte-Sur, a la inequidad del modelo de desarrollo actual, a la necesidad de justicia intergeneracional, etc. Ver: Meadowcroft, J. (2000) "Sustainable Development: A new(ish) idea for a new century?". *Political Studies*. Vol. 48. Págs. 370-387.

⁷¹⁶ Naredo (1996) afirma: "La aceptación generalizada del propósito de hacer más sostenible el desarrollo económico es, sin duda, ambivalente. Por una parte evidencia una mayor preocupación por la salud de los ecosistemas que mantienen la vida en la Tierra, desplazando esta preocupación hacia el campo de la gestión económica. Por otra, la grave indefinición con la que se maneja este término empuja a hacer que las buenas intenciones que lo informan se queden en meros gestos en el vacío". Ver: Naredo, J. (1996) "Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible". *Cuadernos de Investigación Urbanística*. Núm. 41. Pág. 8.

Acselrad subraya la imprecisión del concepto y apunta que la noción de sustentabilidad está sometida a la lógica de las prácticas: se articula según los efectos sociales deseados, a las funciones prácticas que el discurso pretende volver realidad⁷¹⁷.

Esta “ambigüedad” permitió allanar las diferencias entre dos posturas encontradas: los “desarrollistas” y los “conservacionistas”. Desde hace tiempo los economistas estaban habituados a proponer el objetivo “sostenido” (*Sustained*), es decir, aquel desarrollo al que no afecten ni los desequilibrios ni las crisis, y no fue inconveniente alguno sustituirlo por el de “sostenible” (*Sustainable*)⁷¹⁸, sin cambiar sustancialmente sus puntos de vista. Por su parte, los “conservacionistas” consideraban que con dicho término se garantizaba la conservación del patrimonio natural, y que, por tanto, sus reclamaciones habían sido escuchadas.

Un segundo aspecto que el Informe no precisa son los costos en que se incurre para alcanzar el desarrollo sostenible, ni cómo se distribuyen. Tampoco detalla cuál será la forma en que participarían los países desarrollados y emergentes⁷¹⁹, ni se examinan las estrategias a seguir para responder a grupos de interés que entrarán en conflicto al instaurar políticas que lleven a un desarrollo sostenible. Se le da transcendencia al crecimiento

⁷¹⁷ El autor considera que algunos ven la sustentabilidad como una nueva creencia que sustituye a otros paradigmas como el progreso y constituye “*un nuevo principio organizador de un desarrollo centrado en el pueblo*”, capaz de dotar de fuerza a la sociedad civil, en su visión movilizadora. Para mayor detalle: Acsehrad, H. (1999) “Sustentabilidad y ciudad”. *Revista: EURE*. Vol. 25. Núm. 74. Págs. 36-46.

⁷¹⁸ El adjetivo *sustainable* se refiere a un crecimiento que no se limita al aspecto cuantitativo sino también cualitativo. En esta temática se usa indistintamente sostenible y sustentable. Sin embargo, es preciso puntualizar su significado en la RAE, así que: *sustentable*. 1. adj. Que se puede sustentar o defender con razones, y por otro lado: *sostenible*. 1. adj. Dicho de un proceso: Que puede mantenerse por sí mismo. Curiosamente si se busca sustentar, una de las acepciones es: sostener algo para que no se caiga. Por lo anterior podemos entender que son sinónimos. Quizá para profundizar aún más en el punto, señalaremos que también se trata de una cuestión geográfica. En Europa el término preferido es *sostenible* y en América, *sustentable*, aunque se refieren a lo mismo.

⁷¹⁹ A manera de ejemplo, se puede comentar que en un estudio de la Universidad de Essex sobre la agricultura y la manera de cumplir los criterios de políticas de desarrollo sostenible, se compara los costos en Reino Unido, Estados Unidos y Alemania. Por eso se estiman costos de prevención (aquellos en los que se incurrió para limpiar el ambiente y restaurar la salud humana) y costos de administración (entidades públicas y agencias que supervisan los parámetros ambientales y de salud). No se incluyeron los costos de transporte. El trabajo muestra que se identifican grandes diferencias por hectárea cultivable en los costos de los tres países, lo que evidencia que la aplicación de políticas en cada lugar conlleva diferentes retos. Ver: Pretty, J. y Koohafka, P. (2002) *Tierra y agricultura: de la UNCED, Río de Janeiro 1992 a la CMDS Johannesburgo 2002*. Págs. 50-51.

económico para que el modelo sea viable⁷²⁰. En el Informe se dice que se puede alcanzar este objetivo utilizando tecnologías ahorradoras de energía para conservar los recursos naturales⁷²¹.

El informe de la Comisión Brundtland no establece una diferencia entre una integración pasiva y la integración activa de los países en desarrollo en el mercado mundial. Acepta las estrategias exportadoras del Banco Mundial y del Fondo Monetario Internacional⁷²². Por último, se acusa también a dicho informe de que tenga un ánimo privatizador de los recursos naturales, ya que, según se desprende del mismo, dichos recursos son limitados, y por ende, con valor monetario.

En suma, podemos visualizar que el término desarrollo sostenible que se establece en el Informe y que ha inspirado diversos documentos, no siempre es homogéneo e incluso se cae en interpretaciones contradictorias entre sí⁷²³. Sin embargo, en la mayoría de ellas, el desarrollo sostenible se refiere a una orientación económica que facilite, por una parte, un mayor bienestar y equidad, y por otra, la conservación de los recursos naturales. Con ello se espera que las generaciones futuras puedan disfrutar de los mismos recursos

⁷²⁰ Comenta Guimarães (2002) que, para lograr este objetivo, se requiere un incremento anual mínimo de 3 a 4% en los países desarrollados y de 5 a % en los países en desarrollo, lo cual representaría un incremento sustancial en la producción industrial mundial en los decenios venideros. Ver: Guimarães, R. (2003) *Desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe entre las conferencias de Río en 1992 y Johannesburgo en 2002: avances, retrocesos y nuevos retos institucionales*. en *¿es sostenible la globalización en América Latina?* Debates con Castells, M. y Calderón, F. [Coords.].

⁷²¹ Al respecto Brown, Postel y Flavin, comentan: “*la primera fase, la más fácil en la transición, es aumentar bastante la eficiencia con la cual se usan el agua, la energía y los materiales; con esto se permitirá satisfacer las necesidades de la gente con menos recursos y menos daño ambiental*”. Ver: Brown, L.; Postel, S. y Flavin, C. (1994) *Del crecimiento al desarrollo sostenible en Desarrollo económico sostenible avances sobre el Informe Brundtland*. Pág. 177.

⁷²² Estos organismos formulan objetivos y pautas a cumplir por parte de los países en desarrollo para que se especialicen en la exportación de materias primas. De hecho, esta política conduce al deterioro en los términos de intercambio, a la explotación extensiva de recursos naturales y al deterioro del medio ambiente, entre otros inconvenientes.

⁷²³ El término se utiliza, como menciona Sierra (2002), con demasiada ligereza y sin rigor. Su complejidad radica en que implica límites, estado de tecnología, recursos, políticas y leyes. Es decir, limitaciones de los propios recursos ambientales, del estado actual de la tecnología y de la organización social, así como de la capacidad de la biosfera para absorber los efectos de la actividad humana. Por tanto, se destaca que el desarrollo sostenible a nivel mundial exige a los poseedores de rentas más altas la adopción de modos de vida que respeten la ecología. Ver: Sierra, V. (2002) “Desarrollo sostenible: acotaciones conceptuales y revisiones estratégicas”. *Boletín Económico de ICE*. Núm. 2749. Págs. 13-23.

con que hoy contamos.

3.1.2 Cumbre de Río

La Convención de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) se celebró en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992. En ella participaron 108 gobiernos, unos 22.400 representantes de organizaciones no gubernamentales (ONG), así como más de 2000 personas en el Foro de ONG que se convocó paralelamente y al que se atribuyó estatus consultivo.

Los temas que fueron tratados abordaban diversas preocupaciones, como el escrutinio sistemático de patrones de producción, con el fin de verificar la inexistencia de componentes tóxicos como el plomo en la gasolina y los residuos contaminantes; fomentar las fuentes alternativas de energía para disminuir el uso de combustibles fósiles, vinculados al cambio climático global; el apoyo al transporte público como respuesta a las emisiones de los vehículos privados, la congestión en las ciudades y los problemas de salud causados por la polución. Finalmente se habló de la creciente escasez de agua.

Para abordar estas temáticas se concertaron acuerdos y convenios, se formularon declaraciones de principios, así como un amplio programa de acción sobre el desarrollo mundial sostenible. Este esfuerzo se resume en cinco iniciativas:

- 1) *La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible*: se establecieron 27 principios que sirven como guía para la conducta de los individuos y las naciones (Los Derechos de la Tierra)⁷²⁴.
- 2) *La Agenda o Programa 21*: es un Plan de Acción Global que tiene como objetivo final promover el desarrollo sostenible y la preservación del medio ambiente. Esta Agenda o Programa no tiene un carácter vinculante⁷²⁵.

⁷²⁴ La Declaración propiamente es una reducción de lo que pretendía ser una “Constitución Mundial sobre el Desarrollo Sostenible”, que podría equipararse a la Carta de los Derechos Humanos. El fundamento de la Carta de la Tierra es propiciar reglas morales para definir patrones de consumo y producción sostenibles, para todos los seres vivos del planeta, propiciando la paz y la equidad social. Para más detalle, ver: Murga, M. (2009) “La Carta de la Tierra: un referente de la década por la educación para el desarrollo sostenible”. *Revista de educación, Núm. Extra 1*. Págs. 239-262. Así como: Ballesteros, J. (1995) *Ecologismo personalista. Cuidar la naturaleza, cuidar al hombre*.

⁷²⁵ La Agenda 21 invita a los gobiernos a elaborar estrategias nacionales para el desarrollo sostenible y destaca la necesidad de que éstos trabajen en asociación con organizaciones internacionales, las empresas, autoridades locales, regionales, provinciales y estatales, así

218

- 3) *Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica*⁷²⁶: es un instrumento internacional de ámbito universal que tiene como objetivo la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de los recursos biológicos y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de los recursos genéticos⁷²⁷.
- 4) *Principio sobre los Bosques*⁷²⁸: mediante este principio se busca establecer una legislación que regule el comercio de la madera⁷²⁹.

como con asociaciones civiles y no gubernamentales. Para mayor detalle, ver: Sato, M. y Dos Santos, J. (1997) *Sinopsis de la Agenda 21*.

⁷²⁶ El término es una reproducción del inglés: “*biodiversity*” Este, a su vez, es la contracción de la expresión *biological diversity* que se utilizó por primera en el título de la conferencia: *National Forum on BioDiversity*, convocada por Walter G. Rosen, a quien se le atribuye la idea de la palabra. Ver: García Olmedo, F. (2009) “La biodiversidad invisible”. *Revista de Libros*. Núm. 159.

⁷²⁷ El convenio fue aprobado en Nairobi el 22 de mayo de 1992, fecha que, a la postre, se utilizaría para celebrar el Día Internacional de la Biodiversidad. Con esta misma intención, el año 2010 fue declarado Año Internacional de la Diversidad Biológica. En el propio convenio se establece que la diversidad biológica consiste en la “*variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies, y de los ecosistemas*” Art. 2. Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica. Para mayor detalle, entre otros, ver: Pérez Salom, J. (1997). “El Derecho Internacional y el estatuto de los recursos genéticos”. *Anuario de Derecho Internacional*. Vol. XIII. Págs. 371-406.

⁷²⁸ En la declaratoria se analizaron diversos temas afines al desarrollo sostenible de los que se encuentran: 1) La búsqueda de una cooperación internacional para acelerar el desarrollo sostenible de los países en desarrollo y las políticas internas relacionadas con la lucha contra la pobreza. 2) El fomento del desarrollo sostenible de los recursos humanos. 3) La integración de la perspectiva de medio ambiente y desarrollo en la adopción de decisiones. Años más tarde se formó el “*Grupo Intergubernamental sobre los Bosques*”, establecido por la Comisión de Desarrollo Sostenible. Asimismo, con el fin de contar con un foro central sobre los bosques, en la Cumbre para la Tierra+5 de 1997 se estableció el “*Foro Intergubernamental sobre los Bosques*”, que promueve y vigila la aplicación de las propuestas hechas por el “*Grupo Intergubernamental sobre los Bosques*”, relativas a la conservación, el ordenamiento y el desarrollo sostenible para los bosques. También en el 2000 se creó un “*Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques*” para promover la aplicación de las medidas propuestas durante cinco años de deliberaciones a nivel mundial.

⁷²⁹ La propia declaratoria establece: “*El Estado debe reconocer que los bosques son indispensables para el desarrollo económico y el mantenimiento de la vida, y asumir su responsabilidad en la ordenación, conservación y desarrollo forestal sostenible. Las políticas gubernamentales deben considerar la gran importancia del bosque para las poblaciones indígenas y para las mujeres que viven en las regiones boscosas y que económicamente dependen de sus recursos.*” Ver: Declaración de principios sobre la ordenación, conservación y desarrollo sostenible de los bosques.

- 5) *Convenio sobre el Cambio Climático*: tiene como objetivo principal poner fin al efecto invernadero que se está produciendo en el planeta. También tiene un carácter vinculante⁷³⁰.

Los principales logros de la Conferencia fueron por un lado la Agenda 21 y el por otro la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que más tarde llevaría al Protocolo de Kioto sobre el cambio climático, por lo que se merece un mayor análisis⁷³¹.

Después de Río'92, se ha intentado perpetuar el “espíritu de Río”: se celebraron diversas reuniones; un ejemplo es la *II Cumbre de la Tierra* en la ciudad de Nueva York que también se conoce como *Río+5*, en el año 1997. La reunión sirvió, como comenta Santamarina (2006), para evidenciar la falta de cumplimiento de los compromisos que se habían adoptado⁷³².

El paso de Estocolmo a Río, como menciona Ballesteros (1995), olvida la planificación racional y da la bienvenida a la sostenibilidad. Por lo que ante lo que es habitual en las Declaraciones de derechos, la Declaración de Río presenta ante todo una lista de deberes⁷³³.

3.1.2.1 Agenda 21

El Programa 21 o Agenda 21, también llamado Plan de Acción para el siglo XXI, es un instrumento planificador para el nuevo siglo en la búsqueda del desarrollo sostenible mediante la coordinación y cooperación. Fue aprobado por 173 gobiernos, y como señala Lindner (1997), busca la integración del

⁷³⁰ Tiene tres objetivos: conservación de la diversidad biológica, utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

⁷³¹ Siguiendo a Eissen, Metzger, Schmidt y Schneidewind (2002), la cumbre proporciona una base de conceptos, establece objetivos y pone sobre la mesa de discusión un tema que será central en los años venideros; por ello, es clave dar seguimiento a los principios que se establecieron. Ver: Eissen, M.; Metzger, J.; Schmidt, E. y Schneidewind, U. (2002) “10 years after Rio concepts on the contribution of chemistry to a sustainable development”. *Angewandte Chemie*. Vol. 41. Págs. 414-436.

⁷³² En la reunión Río+5 se aprobó un *Programa para el cumplimiento de la Agenda 21* y un *Programa de Acción para promover el Desarrollo Sostenible*, reiterando el compromiso internacional de trabajar conjuntamente en la solución de los problemas ambientales. Ver: Santamarina, B. (2006) *Ecología y poder: El discurso medioambiental como mercancía*. Pág. 121.

⁷³³ Ballesteros apunta que la Cumbre de Río ofrece una posible salida a la crisis provocada por el *individualismo*. Así la sostenibilidad “*aparece como línea de engarce entre desarrollo y medio ambiente y, por tanto, entre sus correspondientes derechos*”. Ver: Ballesteros, J. (1995) *Ecologismo personalista. Cuidar la naturaleza, cuidar al hombre*. Pág. 68.

ambiente y el desarrollo junto con el deseo de compartir responsabilidades entre los países del norte y del sur⁷³⁴. El propio documento manifiesta: “*El Programa 21 aborda los problemas acuciantes de hoy y también trata de preparar al mundo para los desafíos del próximo siglo*”⁷³⁵. En este sentido Goklany y Sprague (1992) comentan que los proyectos de la Agenda 21 especifican diversas medidas que los países “deben” llevar a cabo. Sin embargo, la conferencia se alejó de ese enfoque de mano dura y decretó que las medidas son opcionales. Si las medidas suponen una planificación nacional en prácticamente todos los sectores de la actividad humana, se entiende que se deben subordinar los objetivos sociales y económicos a los objetivos ambientales⁷³⁶.

Según Jiménez (1996), la agenda 21 constituye la respuesta, por parte de la comunidad internacional, a la necesidad de elaborar estrategias para detener e invertir los efectos de la degradación ambiental⁷³⁷. Por ello, implica un compromiso político que asumen los gobiernos firmantes; sus objetivos prioritarios se centran en abordar problemas como las disparidades entre las naciones y, dentro de ellas, la pobreza, el hambre, el analfabetismo, así como la degradación de los ecosistemas. La agenda es uno de los mejores representantes del “*Espíritu de Río*” ya que en él las ciudades, tanto de forma agrupada como de manera individual, asumen el protagonismo de trasladar las ideas de sostenibilidad a su ámbito⁷³⁸. Este compromiso global sólo puede conseguirse mediante acciones locales⁷³⁹. Podemos sintetizar el programa, siguiendo a Cañizares (2010), como:

- 1) Dimensiones económicas y sociales del desarrollo, en las que se abordan la cooperación internacional, las dinámicas demográficas, la salud humana, la

⁷³⁴ Ver: Lindner, C. (1997) *Agenda 21*. En Dodds, F. [Ed.] *The way forward. Beyond Agenda 21*. Págs. 3-14.

⁷³⁵ Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992.

⁷³⁶ Para más detalle ver: Goklany, I. y Sprague, S. (1992) *Sustaining Development and Biodiversity: Productivity, Efficiency, and Conservation*. Núm. 175.

⁷³⁷ Efectos que fueron planteados en la Asamblea General de las Naciones Unidas celebrada el 22 de diciembre de 1989. Ver: Jiménez Herrero, L. (1996) *Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica*. Pág. 123.

⁷³⁸ En Europa se concretaron estas ideas con la celebración en Aalborg, Dinamarca, de la I Conferencia Europea de Ciudades Sostenibles, en la que se aprobó la llamada Carta de Aalborg, el documento fundacional de la Agenda 21 Local. Ver online: <http://www.agenda21local.es/>. Consultado 04/06/2015.

⁷³⁹ Debido a la interrelación que existe entre los procesos globales y las acciones locales, que dan origen a la Agenda 21 Local. Ver: Echevarría, C. y Aguado, I. (2004) “Agenda 21 Local: estudio bibliográfico y análisis de una experiencia”. *Ciudad y Territorio: Estudios Territoriales*. Núm. 139. Págs. 67-88.

lucha contra la pobreza, el consumo, el fomento del desarrollo sostenible en los asentamientos humanos y la integración de medio ambiente en la toma de decisiones (Capítulos 1 a 8);

- 2) Conservación y gestión de los recursos, en los que se detallan medidas para la protección de la atmósfera, la planificación de los recursos de tierras, el fomento de la agricultura, la lucha contra la deforestación, la desertificación y las sequías, la conservación de la diversidad biológica, la gestión de la biotecnología, la protección de los océanos y mares así como de los recursos de agua dulce, los desechos peligrosos, sólidos y radioactivos (Capítulos 9 a 22);
- 3) Fortalecimiento del papel de la mujer; se abordan iniciativas para lograr el eco-desarrollo diferenciando por género, grupos de edad (infancia y juventud) y las poblaciones indígenas, las ONG's, las iniciativas de las autoridades locales en apoyo del Programa 21, el fortalecimiento del papel de trabajadores y sindicatos, así como la relevancia de la comunidad científica y tecnológica (Capítulos 23 a 32);
- 4) Medios de ejecución; se abordan los mecanismos y recursos de financiación que permitirán, por una parte, la transferencia tecnológica, el fomento de la educación y la capacitación, y, por otra, la importancia de las institucionales internacionales, instrumentos y mecanismos jurídicos para la toma de decisiones (Capítulos 33 a 40).

De manera específica, el Capítulo 28 se titula “*Iniciativas de las autoridades locales en apoyo del Programa 21*”. Tiene como objetivo lograr que los gobiernos municipales trabajen en la aplicación del Programa 21 a escala local (posteriormente se llamaría Agenda 21 Local). Para llevar a cabo el proyecto se espera que se realice una amplia consulta a la ciudadanía, ya que se entiende que el programa debe contener las inquietudes de la comunidad. Como comentan Acosta y Cilento (2005), el establecimiento de regulaciones y controles de carácter ambiental es una función propia del gobierno. Sin embargo, es bajo el enfoque que promueve la agenda como se entiende la participación ciudadana que está en contacto directo con el espacio planificado. Un ejemplo son las conversiones de tierra agrícola en territorio urbano dando importancia a proteger las zonas vulnerables con el fin de no incrementar la pobreza de sus habitantes⁷⁴⁰.

En base a lo anterior entendemos que el acento hay que ponerlo en la esfera local; ahí es donde la implantación de políticas en busca del desarrollo

⁷⁴⁰ Los autores ponen énfasis en las actuaciones de diferentes esferas sociales e internacionales y apuntan: “*la cooperación internacional, y que su implantación exitosa es responsabilidad principal de los gobiernos, con la participación ciudadana y la contribución de organizaciones no gubernamentales*” para mayor detalle ver: Acosta, D. y Cilento, A. (2005) “Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo”. *Revista Tecnología y Construcción*. Vol. 21. Núm. 1. Pág. 17.

sostenible se debe poner de manifiesto, como se promueve en el Consejo de Municipios y Regiones de Europa que, siguiendo a Morris (1997), se perfila como el marco de un proceso de Agenda 21 Local en el que las autoridades locales deben trabajar conjuntamente con todos los sectores de la comunidad local en la elaboración de unos planes de acción para la sostenibilidad en el nivel local, en los que:

- 1) Reconoce el papel preponderante de las autoridades locales para conseguir la sostenibilidad local;
- 2) Supone una responsabilidad compartida; además de buscar reducir los propios impactos, se promueve el intercambio de ideas y experiencias;
- 3) Convoca a la participación de todos los sectores y grupos de la comunidad local;
- 4) Engloba las variables ambientales, económicas, culturales y sociales⁷⁴¹.

Una vez establecido esto, podemos entender que la Agenda 21 Local se concretará en un plan de acción socioeconómico municipal por etapas (a corto, mediano y largo plazo), que deriva de la participación ciudadana activa y de su consenso con las autoridades locales. Como comenta Del Río (2005), se pretende que sea un instrumento para fomentar que el ciudadano tenga mayor conciencia de su entorno, pensando en las generaciones futuras⁷⁴².

La Agenda Local promueve un desarrollo sostenible descentralizado, por lo que se requiere una implicación de los gobiernos locales. Se entiende que son los pueblos y las ciudades, los que mejor conocen sus intereses medioambientales⁷⁴³. Hutchinson (1996) señala que, en un mundo globalizado, se da prioridad a la industria ante los problemas ambientales; describe el caso de los modelos de regeneración bio-regional en los que el concepto de lugar asume un papel central en la toma de decisiones⁷⁴⁴. Como

⁷⁴¹ Ver: Morris, J. [Ed.] (1997) *Local Agenda 21 Basic Guide*. Bruselas.

⁷⁴² Para más detalle ver: Del Riego, P. (2005) *La agenda 21 local: vehículo idóneo para la necesaria participación directa de los ciudadanos en el desarrollo sostenible*. Pág. 103.

⁷⁴³ La atención se centra en los distintos factores que han influido en el desarrollo de las ciudades. Su enfoque de la ciudad verde, en la que se promueven criterios ecológicos puede ser poco sólida. Ver: Lake, A. (1996) "The city in 2050: how sustainable?" *World Transport Policy & Practice. Home Office Partnership, Cambridge*. Vol. 2. Núm. 2. Págs. 39-45.

⁷⁴⁴ El autor entiende que la degradación ambiental y la contaminación constituyen amenazas para la salud en una multitud de formas, y que los efectos peligrosos emanan de los procesos industriales siempre que la viabilidad comercial dicta la necesidad de depositar los

señala Subirats (2000), las políticas deben estar integradas en un marco espacial más amplio y han de ser coherentes con el resto de las políticas: se busca llegar hasta el ciudadano y de ahí la importancia de su participación⁷⁴⁵.

Siguiendo a Fort (2006), podemos comentar que se recogen los fundamentos teóricos y el proceso que debe seguir cada municipio para alcanzar el desarrollo, entendido como mejora en la calidad de vida, como “*una propuesta de planificación estratégica desde un prisma ambiental, que incluye todos los ámbitos del quehacer de los grupos humanos en su entorno territorial*”. Por ello en sus cuarenta capítulos, que comprende la Agenda 21, se definen medios financieros, científico-técnicos y jurídicos necesarios para ejecutar el programa⁷⁴⁶.

Subrayando la calidad de vida, entendemos que la Agenda 21 está constituida por diversas áreas programáticas en las que se describen las bases para la acción, los objetivos, las actividades y los medios que facilitan su implementación. Con ello se requieren las modificaciones legales necesarias que incluyan a los intereses específicos de los distintos grupos de población⁷⁴⁷.

Para sintetizar podemos destacar dos aspectos principales de la agenda 21. Por una parte, se identifica una preocupación ambiental y, por otra, la implantación de esta política de abajo a arriba (*bottom-up*) en donde lo local y el ciudadano adquieren gran importancia.

Respecto al primero de los rasgos, el sesgo ambiental viene motivado porque comúnmente la sostenibilidad se equipara a la sostenibilidad ambiental; como consecuencia, muchas políticas se reducen a simples planes de mejora

desechos peligrosos en el aire, el suelo y el agua. Muestra cómo mediante un enfoque distinto, las pequeñas y medianas empresas pueden hacer frente a las preocupaciones ambientales e ilustra las limitaciones de los códigos voluntarios de la práctica nacionales y de la Unión Europea. Ver: Hutchinson, A. (1996) “Bioregionalism regeneration modelling: a holistic approach to health through environmental management”, *Environmental Management and Health*, Vol. 7. Págs. 37-40.

⁷⁴⁵ Ver: Subirats, J. (2000) *El factor meridional: ¿Hay una vía propia de la Europa del Sur hacia la sostenibilidad?*, en Font, N. y Subirats, J. [Eds.] *Local y sostenible. La Agenda 21 Local en España*. Págs. 259-279.

⁷⁴⁶ Para más detalle ver: Fort, M. (2006) *La Agenda 21 local. Sus propuestas y características*, en Murga, M. [Coord.] (2006) *Desarrollo Local y Agenda 21*. Pág. 76.

⁷⁴⁷ El reconocimiento de diversos agentes como mujeres, niños y jóvenes, indígenas, organizaciones no gubernamentales, sindicatos, comunidad científica y técnica, agricultores y autoridades locales, fue uno de los puntos fuertes de la Agenda 21. Ver: O’Riordan, T. y Voisey, H. (1997) “The political economy of sustainable development”. *Environmental Politics*. Vol. 6. Págs. 1-23.

ambiental del municipio. La crítica entonces es que la sostenibilidad abarca, además, las esferas económicas y sociales⁷⁴⁸. En lo que respecta a la segundo de los rasgos, se entiende, siguiendo a Kitchen, Whitney y Littlewood (1997), que la autoridad local actúa de moderador y facilitador al establecer políticas de abajo a arriba (*bottom-up*)⁷⁴⁹. Sin embargo, como comenta Pellizzoni (2001), son los ciudadanos quienes tienen que resolver sus propias necesidades y demandas locales. Por lo anterior se entiende que se requiere un cambio de mentalidad en la ciudadanía⁷⁵⁰.

3.1.2.2 El programa europeo comunitario de actuación

En la Unión Europea se ha tenido una preocupación latente por las cuestiones ambientales urbanas. Ya en 1987 se promovió en Madrid el *Manifiesto por el Medio Ambiente Urbano*, firmado por los representantes de siete ciudades, en el que se reconocía que el crecimiento urbano no debe dejar de lado la conservación del medio ambiente. En él se destacaba además la necesidad de integrar la política ambiental en el resto de políticas básicas (económica, industrial, sanitaria, etc.), considerando las ciudades como *ecosistemas*⁷⁵¹.

La preocupación por los problemas ambientales urbanos quedó de manifiesto en la Comunidad Europea, de forma explícita, en 1990, cuando se aprobó *El Libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano*. Es un primer paso para iniciar el debate y la reflexión, y en él se proponen posibles líneas de

⁷⁴⁸ Ashley (2002) vincula el papel de las Organizaciones no gubernamentales con el papel de interlocutores en el municipio. Por otro lado, siguiendo a Tuxworth (1996), entendemos que frecuentemente las políticas locales son vistas como una dotación de servicios ambientales, de gestión de residuos y de planificación territorial, por lo que no se ejerce un papel relevante en políticas de corte económico o social. Ver: Ashley, M. (2002) *Local Government and the WSSD*. Local Government. Carfax Publishing. Londres. Págs. 459-463. así como: Tuxworth, B. (1996). *From environment to sustainability: surveys and analysis of local Agenda 21 process development in UK local authorities*. Págs. 277-298.

⁷⁴⁹ Para más detalle ver: Kitchen, T.; Whitney, D. y Littlewood, S. (1997) "Local Authority/Academic Collaboration and the Local Agenda 21 Policy Process". *Journal of Environmental Planning and Management*. Vol. 45. Núm. 2. Págs. 645-659.

⁷⁵⁰ Ver: Pellizzoni, L. (2001) "The myth of the best argument: power, deliberation and reason". *British Journal of Sociology*. Vol. 52. Núm. 1. Págs. 59-86.

⁷⁵¹ La autora destaca la necesidad de incluir los parámetros medioambientales en la planificación urbana, además de entender que "*las ciudades como ecosistemas basados en relaciones de sistemas bióticos y abióticos aplicadas a un espacio concreto.*" Ver: Cañizares, M. (2002) "La planificación ambiental urbana: argumento básico para la sostenibilidad en las ciudades". *Ciudades Saludables*. Núm. 8. Pág. 160.

actuación⁷⁵². *El Libro Verde* defiende, como comenta Borrás (2008), un punto de vista holístico de los problemas urbanos y un planteamiento integral para solucionarlos. La calidad de vida, la actividad económica y la salud de los habitantes de las ciudades son componentes esenciales de la ciudad multifuncional y diversa⁷⁵³. Asimismo, considera dos objetivos concretos: instaurar entornos atractivos para sus habitantes y reducir su contribución a la contaminación global. Se reconocen los factores que inciden en la problemática ambiental urbana y se establecen directrices como la coordinación integrada, la responsabilidad, la sostenibilidad y la subsidiariedad, así como instrumentos de actuación⁷⁵⁴.

La Unión Europea ha mostrado un interés manifiesto hacia la problemática ambiental que se refleja, desde 1973, en los llamados *Programas Comunitarios de Actuación en materia de Medio Ambiente*⁷⁵⁵. La teoría de la sostenibilidad derivada de los acuerdos de Río se estamparía en el *Quinto Programa (1992-2000)*, cuyo objetivo es “transformar el modelo de crecimiento de la Comunidad, a fin de fomentar el desarrollo sostenible”⁷⁵⁶. El programa pone énfasis en la necesidad de incorporar la política ambiental en el conjunto de políticas comunitarias⁷⁵⁷.

⁷⁵² Literalmente *El Libro Verde* menciona que “los problemas de las ciudades son una señal de alarma, indicio de una crisis más profunda que nos obligará a cuestionarnos los actuales modelos de organización y desarrollo urbano” Comisión Europea 1990. Pág. 11.

⁷⁵³ Ver: Borrás, S. (2008) *El medio ambiente urbano en la Unión Europea: la contribución de las políticas locales medioambientales españolas a la política comunitaria ambiental*. Pág. 20.

⁷⁵⁴ La aportación institucional más relevante fue plantear un enfoque global de las cuestiones ambientales urbanas y determinar la creación de un *Grupo de Expertos sobre Medio Ambiente Urbano* de la UE, en 1991. Como comenta Lozano (2012), funciona como órgano de asesoramiento al ofrecer Asistencia técnica a la Comisión Europea, además de emitir, desde 1996, los informes *Ciudades Europeas Sostenibles*. Ver: Lozano, B. (2009) *Derecho ambiental administrativo*. Pág. 133.

⁷⁵⁵ Como dato anexo se pone de manifiesto la evolución que han tenido las normativas desde el Primer Programa que se aprueba en 1973; le sigue el Segundo Programa (1977-1981); el Tercer Programa (1982-1986); y el Cuarto Programa (1987-1992). Los siguientes (Quinto y Sexto) ya incorporan compromisos de las Naciones Unidas.

⁷⁵⁶ El programa busca soluciones a los problemas medioambientales (cambio climático, contaminación de las aguas, gestión de los residuos, etc.), pero también desea modificar las relaciones entre los agentes que intervienen en el sector ambiental. Ver: *Quinto programa comunitario de actuación en materia de medio ambiente: hacia un desarrollo sostenible*. Consultado 16/07/2013 y disponible en: http://europa.eu/legislation_summaries/other/l28062_es.htm.

⁷⁵⁷ Como comentan Azcárate y Sánchez (2013), el programa “lanza el impulso del desarrollo sostenible que, basándose en la colaboración de los gobiernos, defiende una utilización más racional de los recursos...”. Por ello, siguiendo a Gómez (2007), se pone énfasis en el concepto de sostenibilidad, al ser reflejo de una política de desarrollo económico y social continua y que “no vaya en detrimento del medio ambiente ni de los recursos naturales de cuya calidad dependen la continuidad de las actividades humanas y

Posteriormente se aprobaría el *Sexto Programa Comunitario de Actuación en materia de Medio Ambiente* que se denominó *Medio Ambiente 2010: el futuro está en nuestras manos*. Encauza la acción comunitaria ambiental del programa anterior, además de establecer prioridades y objetivos ambientales para el nuevo siglo, entre los que destacan: cambio climático, naturaleza y biodiversidad, medio ambiente y salud, y gestión de los recursos y de los residuos. Se busca utilizar nuevos instrumentos y medidas diferentes para influir en las decisiones adoptadas por las empresas, los consumidores, los políticos y los ciudadanos, ya que con ello se fortalecerán cinco ejes prioritarios⁷⁵⁸.

En esta misma línea se destaca el Proyecto Ciudades Europeas Sostenibles, que deriva del *Libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano* (1990) a través del citado *Grupo de Expertos*⁷⁵⁹ mediante el fomento de la sostenibilidad urbana en toda Europa por el intercambio de diferentes experiencias y con ello se pretende influir en las políticas ambientales y urbanísticas de los diferentes gobiernos.

En la *I Conferencia Europea de Ciudades Sostenibles*, celebrada en la ciudad danesa de Aalborg, se establecieron los compromisos que el Grupo de Expertos y el Consejo Internacional de Iniciativas sobre Medio Ambiente Local (ICLEI)⁷⁶⁰ propusieron al aprobarse la *Carta de las Ciudades*

el desarrollo de los seres humanos”; lo anterior queda de manifiesto en su lema *Hacia un Desarrollo Sostenible*. Ver: Azcárate, M. y Sánchez, J. (2013) *Geografía de Europa*. Pág. 136, así como: Gómez, D. (2007) “Desarrollo Territorial Sostenible”. *Revista de la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla*. Núm. 52. Pág. 4.

⁷⁵⁸ El programa propone cinco ejes prioritarios de acción estratégica, que son: 1) Mejorar la aplicación de la legislación en vigor; 2) Integrar el medio ambiente en otras políticas; 3) Colaborar con el mercado; 4) Implicar a los ciudadanos y modificar sus comportamientos y 5) Tener en cuenta el ambiente en las decisiones relativas al ordenamiento y gestión del territorio. Para cada uno de estos ejes se proponen acciones específicas. Ver: http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/128027_es.htm. Consultado el 15/07/2013

⁷⁵⁹ El grupo estaba formado por distintos representantes de los ministerios nacionales, las redes de municipios, además de organizaciones independientes especializadas en temas urbanos. Sus principales tareas fueron buscar la inclusión objetivos ambientales en las estrategias de planificación urbana y ordenación del territorio, así como proponer a la Comisión Europea aspectos a desarrollar dentro de la política ambiental. Se puede consultar el texto de la Comisión Europea. Consultado el 11/10/2012 en: http://ec.europa.eu/environment/urban/pdf/scleaf_es.pdf

⁷⁶⁰ Por sus siglas en inglés ICLEI (*The International Council for Local Environmental Initiatives*). Es una institución que se fundó en 1990 con la participación de 200 autoridades locales. El consejo utiliza una red de autoridades locales que permite el intercambio de

Europeas hacia la Sostenibilidad o también llamada *Carta de Aalborg*. En ella se entiende que las ciudades tienen una función determinante en el proceso de cambio de los modos de vida, la producción, el consumo y las pautas de distribución del espacio.

Pese a que en Estados Unidos hay más de 528 ciudades que son miembros de ICLEI, es decir, casi la mitad del total de miembros globales (1200 ciudades), existe una clara oposición por parte de varios gobiernos estatales y locales que han considerado o aprobado mociones en contra de la Agenda 21, por considerarla contraria a la propia soberanía⁷⁶¹.

3.1.3 La Carta de Aalborg

En el año 1994, como se mencionó, se presenta a los ayuntamientos como los responsables de conducir la ciudad hacia un desarrollo sostenible de una forma integral, creándose una red para informar y estudiar las experiencias de otras ciudades en su puesta en marcha de la Agenda Local 21. La agenda va dirigida a los municipios, por tanto, su ámbito es local, pero como comenta García (2004), “*realmente trasciende esta frontera ya que está configurada para ser difundida en el ámbito orientativo en otros municipios, y las redes así creadas se expanden en el ámbito internacional*”⁷⁶².

A manera de síntesis podemos concluir que en tres principales aportaciones de la *Carta de Aalborg*, se destaca adquirir un compromiso común que tiene como base: consenso por parte de las ciudades europeas; “Campaña: Ciudades Europeas Sostenibles” y participación en las iniciativas locales del Programa 21, que se detallan a continuación:

experiencias. En ella se difunden distintos ejemplos de buenas prácticas ambientales a nivel mundial. Este organismo elaboró la *Guía Europea para la Planificación de las Agendas 21 Locales*, documento que sirve de base metodológica para la implantación de la AL21.

⁷⁶¹ Estados Unidos es uno de los países firmantes, pero debido a que la Agenda 21 no es un tratado, el Senado no ha celebrado un debate formal con lo cual no se genera obligatoriedad. En cuanto a los opositores republicanos, se afirmó: “*We strongly reject the U.N. Agenda 21 as erosive of American sovereignty*”. Estados como Alabama y Arizona han prohibido la Agenda 21. Ver: Jamison, P. (2012) *Fears of Agenda 21 go mainstream in the Republican Party platform*. Tampa Bay Times. Revisado el 23/10/2012 y disponible: <http://www.tampabay.com/news/politics/national/fears-of-agenda-21-go-mainstream-in-the-republican-party-platform/1248666>, así como: Newman, A. (2012) “Alabama Adopts First Official State Ban on UN Agenda 21”. *The New American*. Revisado el 15/08/2012 y disponible en línea: <http://www.thenewAmerican.com/tech/environment/item/11592-alabama-adopts-first-official-state-ban-on-un-agenda-21>, además: Fischer, H. (2013) “Arizona Senate OKs bill rejecting UN declaration on environment”. *Arizona Daily Star*.

⁷⁶² Ver: García, M. (2004) “La agenda 21 local. Proceso y evaluación”. *Revista Galega de Economía*. Vol. 13. Núm. 1. Pág. 4.

- 1) *Declaración de consenso por parte de las ciudades europeas.* Se establecen la noción y los principios de sostenibilidad, las estrategias locales, la sostenibilidad como proceso creativo local en busca del equilibrio, la economía urbana hacia la sostenibilidad, una ocupación del suelo sostenible, una movilidad urbana sostenible, los instrumentos de la gestión urbana orientada hacia la sostenibilidad, la responsabilidad del cambio climático mundial, la prevención de la intoxicación de los ecosistemas, la resolución de problemas mediante negociaciones abiertas, la autogestión a nivel local como condición necesaria, el protagonismo de los ciudadanos y la participación de la comunidad, y la justicia social para la sostenibilidad.
- 2) *Campaña: Ciudades Europeas Sostenibles.* Tuvo una participación de más de 80 municipios; en ella se invita a las administraciones locales a participar en favor de la sostenibilidad. Para ello se proponen apoyos para elaborar políticas, recopilar información sobre “buenas prácticas” y formular recomendaciones, además de fomentar la cooperación entre distintas autoridades⁷⁶³. Con ello se busca integrar este proceso en las iniciativas de la Unión Europea en materia de medio ambiente urbano. Sus objetivos se concretan en: facilitar la asistencia mutua entre ciudades; recoger y divulgar la información sobre experiencias satisfactorias a nivel local; fomentar el principio del Desarrollo Sostenible entre las demás autoridades locales; organizar anualmente un Premio *Ciudad Sostenible*; así como contribuir a los informes de ciudades sostenibles del grupo de expertos sobre medio ambiente urbano, formulando recomendaciones.
- 3) *Participación en las iniciativas locales del Programa 21: Planes de Acción Local a favor de la sostenibilidad.* En el documento, las ciudades firmantes reafirman su compromiso de llegar a un consenso, en el seno de sus propias comunidades, sobre el Programa 21 antes de finales de 1996. Con ello se da respuesta al Capítulo 28 del Programa 21, aprobado en la Cumbre de Río en junio de 1992. Las ciudades se comprometen, además, a la aplicación del Quinto Programa de la Unión Europea en materia de medio ambiente “Hacia un Desarrollo Sostenible”. Para lograr este objetivo se crea el *Plan de Acción Local*, en el que se consideran las etapas siguientes: reconocimiento de los métodos de planificación y de los mecanismos financieros existentes; análisis sistemático de los problemas mediante consultas públicas; clasificación de las tareas por orden de prioridad; creación de un modelo de comunidad sostenible mediante un proceso participativo establecimiento de un Plan de Acción a largo plazo, así como su aplicación mediante calendario y reparto de responsabilidades;

⁷⁶³ En el programa participan las principales redes europeas de autoridades locales, como el Consejo de Municipios y Regiones de Europa y EUROCITIES, e internacionales como ICLEI, el UTO (Organización de Ciudades Unidas) o la OMS (Organización Mundial de la Salud). Como se mencionó, originalmente participaron 80 municipios, pero se amplió hasta Lisboa 1996, y con ello llegaron a secundar la iniciativa y así formar parte de la campaña hasta 250 ciudades. Ver: Borderías, M. y Martín, E. (2006) *Medio ambiente Urbano*. Pág. 448.

establecimiento de sistemas y procedimientos de seguimiento⁷⁶⁴.

Estas políticas deben ser instauradas en un marco espacial más amplio, sin que se contrapongan a otras políticas en niveles administrativos superiores. Su objetivo es llegar a la gente y conseguir la movilización ciudadana. Adolfsson (2002) nos recuerda que hay señales de un amplio diálogo e influencia pública, especialmente en los campos donde los ciudadanos están directamente implicados. Además se han identificado nuevos grupos de interés dentro y fuera de la organización municipal⁷⁶⁵.

Por su parte Freeman, Littlewood y Whitney (1996) ponen énfasis en la democratización de la responsabilidad local; con ello se desafía las percepciones de la gobernanza local y se ofrece una oportunidad para modificar las estructuras contrayendo un municipio participativo⁷⁶⁶. Se requiere un cambio de actitud y de conducta para fomentar la participación ciudadana en la toma de decisiones, que, como comentan Font y Subirats (2000), es el elemento clave en el proceso de la Agenda 21 Local⁷⁶⁷.

La *Carta de Aalborg* supuso un hito en la forma de entender la política ambiental a escala municipal, y por ello como comenta González (2010), es un documento clave al otorgar una metodología precisa para iniciar las Agendas 21 Locales⁷⁶⁸. Existen aportaciones internacionales que debemos tener en cuenta, en especial las derivadas de Naciones Unidas. En este sentido se celebró, en 1996, en la ciudad de Estambul, la *II Conferencia sobre Asentamientos Humanos* que tenía como objetivo tratar dos temas de igual importancia a escala mundial, “*Vivienda adecuada para todos*” y “*Desarrollo sostenible de los asentamientos humanos en un mundo en*

⁷⁶⁴ La carta fue firmada en la ciudad de Aalborg, Dinamarca el 17 de mayo de 1994. Se puede consultar en: Almenar, R.; Bono, E. y García, E. (2000) *La sostenibilidad del desarrollo: el caso valenciano*. Págs. 36-41.

⁷⁶⁵ El autor utiliza cuatro municipios de pequeño y mediano tamaño en el sur-este de Suecia para su estudio de 5 años. En él muestra que los procesos de Agenda 21 han fomentado la implantación de nuevas ideas al llevar nuevos temas al mundo municipal. Por ello las decisiones de los gobiernos locales en temas ambientales son tratados seriamente. Ver: Adolfsson, S. (2002) “Local Agenda 21 in Four Swedish Municipalities: A Tool towards Sustainability?”. *Journal of Environmental Planning and Management*. Vol. 45. Núm. 2. Págs. 219-244.

⁷⁶⁶ En este artículo se examinan las respuestas iniciales de los procesos participativos de reciente aparición por las autoridades locales; se entiende que existen una serie de enfoques alternativos para la participación de la comunidad pero depende de las circunstancias locales. Ver: Freeman, C.; Littlewood, S. y Whitney, D. (1996) “Local government and emerging models of participation in the Local Agenda 21 process”. *Journal of Environmental Planning and Management*. Vol. 39. Núm. 1. Págs. 65-78.

⁷⁶⁷ Ver: Font, N. y Subirats, J. (2000) *Local y Sostenible. La Agenda 21 Local en España*.

⁷⁶⁸ Ver: González, M. (2010) *Gobernanza y gestión de las ciudades en la Unión Europea. Casos de Santiago de Compostela y Konstanz (Alemania)*. Pág. 84.

proceso de urbanización”. La conferencia también se conoce como *Hábitat II*. En ella se estableció que el ser humano es el elemento central del desarrollo sostenible, dándole importancia también a una vivienda adecuada para todos. En la conferencia participaron gobiernos nacionales y locales, así como instituciones públicas, privadas y ONGs⁷⁶⁹. Es de resaltar la adopción de Principios y Compromisos, como el *Código de Buenas Prácticas Ambientales*, que, como comenta Cañizares (2008), proporciona las líneas a seguir para la decisión de estrategias, proyectos y programas derivados de un plan de acción que pretende garantizar el futuro sostenible de los asentamientos humanos⁷⁷⁰.

En la Unión Europea⁷⁷¹ se reconoció a las ciudades como el centro geográfico de la competitividad, la innovación y la salud económica de Europa. Años más tarde, el Grupo de Expertos estableció un marco detallado para la actuación local, que resaltaba la sostenibilidad y la gestión urbana, mediante la elaboración de un informe llamado *Las ciudades sostenibles europeas* en apoyo del Programa 21 Local. En él se reconocen los retos socioeconómicos y ambientales a los que se enfrentan las ciudades⁷⁷².

⁷⁶⁹ El primer esfuerzo mundial de este tipo se realizó en 1976 en la *I Conferencia sobre Asentamientos Humanos* de Naciones Unidas que tuvo lugar en Vancouver (Canadá). La *II Conferencia* tuvo como característica el gran énfasis en la construcción de alianzas y sus ideas innovadoras. En ella se le dio voz oficial a los representantes de la sociedad civil y como comenta Pousa (2007), la conferencia marco un avance en la integración y concentración de políticas en las ciudades, así como en la potenciación de la participación de los gobiernos locales. Ver: Pousa, X. (2007) *La gestión medioambiental: un objetivo común: Cómo reducir el impacto medioambiental de las relaciones productivas*. Pág. 5.

⁷⁷⁰ Ver: Cañizares, M. (2008) *Claves de la sostenibilidad a comienzos del siglo XXI*, en Cebrían, F. [Coord.] *Turismo rural y desarrollo local*. Pág. 32.

⁷⁷¹ Como antecedente resaltar el *Tratado de Ámsterdam*, en el que se establece el desarrollo sostenible como objetivo explícito, mediante la creación del *Marco de actuación para el desarrollo urbano sostenible en la Unión Europea* que, como comenta González (2010), vincula la ciudad al concepto desarrollo sostenible. Viera (2008) nos recuerda el trabajo del “*Comité de las Regiones*”, que es la asamblea consultiva de las asociaciones político-sociales de la Unión Europea, que fue creado en el Tratado de Maastricht (1992) y es el antecedente que permitió la creación del marco de actuación. Ver: González, M. (2010) *Gobernanza y gestión de las ciudades en la Unión Europea. Casos de Santiago de Compostela y Konstanz (Alemania)*. Pág. 84, así como: Viera, E. (2008) *La formación de espacios regionales en la integración de América Latina*. Págs. 299-300.

⁷⁷² Bajo esta perspectiva se elaboró una *Estrategia Territorial Europea* que contó con tres objetivos fundamentales: cohesión económica y social; conservación y gestión de los recursos naturales; y competitividad más equilibrada. Para ello se desarrollan tres principios: desarrollo de un sistema urbano equilibrado; igualdad de acceso a las infraestructuras del saber; gestión inteligente del patrimonio natural y cultural. Ver: Obregón, S. (2008) *Planeación para el desarrollo humano y bases metodológicas para su instrumentación*. Págs. 150-151.

Como resultado se creó la *Campaña Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles* que, como comentan Almeida, Coll y Brunet (2005), es un instrumento organizativo que mantuvo vivo el espíritu de Aalborg⁷⁷³. En la *II Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles*⁷⁷⁴ que se celebró en Lisboa, se aprobó el Plan de Acción titulado “*De la carta a la acción*”, también llamado *Plan de Acción de Lisboa*, en el que se enfatiza la creación de redes de autoridades locales que permitan compartir oportunidades, cargas y responsabilidades. Además del intento por integrar la dimensión ambiental en las políticas socio-económicas, establece estrategias para fomentar la participación ciudadana, resaltando los apartados siguientes:

- 1) *Preparación del gobierno local para el proceso Agenda 21 Local*. Se busca facilitar la adopción de la Carta de Aalborg por la autoridad local poniendo énfasis en la participación ciudadana;
- 2) *Establecimiento de Estrategias para la participación de la comunidad*. Para ello se utilizan consultas de los diferentes sectores de la comunidad;
- 3) *Enfoque y planificación de la Agenda 21 Local*. Se pretende una planificación sistemática para pasar del análisis a la acción;
- 4) *Herramientas de gestión de la viabilidad*. Tienen como objetivo integrar el desarrollo en las 3 esferas para mejorar la salud y la calidad de vida;
- 5) *Aumento del conocimiento y de la educación*. Se pretende lograr mediante programas orientados a la ciudadanía y a los políticos de las administraciones locales;
- 6) *Colaboraciones y Cooperación entre autoridades*. Busca promover alianzas que integren asociaciones, redes y campañas⁷⁷⁵.

⁷⁷³ Estos autores analizan el proceso de implantación y desarrollo de la Agenda 21 en España, con la previa identificación de la problemática (auditoría ambiental) a partir de un nuevo modelo de cooperación entre las administraciones públicas y los agentes sociales y económicos. Se resaltan las estrategias de intervención a escala local. Ver: Almeida, F.; Coll, M. y Brunet, P. (2005) “Agenda 21 Subsidiariedad y Cooperación a favor del Desarrollo Territorial Sostenible”. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. Núm. 39. Págs. 423-446.

⁷⁷⁴ Siguiendo a Sánchez (2008), podemos mencionar que la *Campaña Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles* fomentó un aumento de los municipios que firmaron la carta de Aalborg al pasar de 80 en 1994 a 1859 en 2002. Ver: Sánchez, A. [Ed.] (2008) *Políticas públicas ambientales*. Pág. 260.

⁷⁷⁵ Aunado a estas medidas se creó el *Instituto Europeo de Tecnología* con el fin de impulsar la innovación e investigación en las empresas. Como comentan Galindo y Fernández (2006), se suma a las medidas estratégicas que buscan revitalizar a los municipios. Ver: Galindo, M. y Fernández, Y. [Coords.] (2006) *Política socioeconómica en la Unión Europea*. Pág. 305.

Posteriormente, en la *III Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles* que se desarrolló en la ciudad alemana de Hannover, se firmó la *Declaración de Hannover de los líderes municipales en el umbral del siglo XXI*, en la que se adoptan diversos principios y valores para las acciones locales hacia la sostenibilidad, como comenta Ruiz y Galdós (2005), se acuerdan indicadores comunes que permitan establecer comparativos entre ciudades⁷⁷⁶. Podemos resaltar las principales aportaciones de la *Declaración de Hannover*, de la siguiente manera:

- 1) Se establecen *principios y valores locales para acciones hacia la sostenibilidad*, tales como el respeto a las diferencias culturales, religiosas y de género, así como la búsqueda de una economía social y ecológicamente eficiente.
- 2) Para el *liderazgo de la ciudad*, se busca que los gobiernos locales hagan frente a los desafíos (pobreza, desempleo, contaminación, degradación del hábitat, etc.), sin olvidar la cooperación con los países del sur, realizando una apuesta firme por la planificación urbana integrada.
- 3) Con el *Llamamiento a la comunidad internacional*, se busca que la Agenda 21 Local tenga los apoyos necesarios para poder frenar el *dumping* laboral y ambiental, erradicar la deuda mediante programas de condonación. Propone asimismo el establecimiento de un fondo de financiación para el desarrollo urbano sostenible. Esto se hace extensivo a gobiernos nacionales e internacionales, así como a otros líderes que impulsen el proceso de la Agenda 21⁷⁷⁷.

En Hannover se reforzó el compromiso político a favor de un desarrollo sostenible local. En la *Declaración de Hannover de los líderes municipales en el umbral del siglo XXI* se intenta dar coherencia a las acciones que se venían implementando en los distintos países adheridos, facilitando su difusión a fin de fomentar un aprendizaje común y una armonización de los criterios. Por otro lado, se expusieron distintos instrumentos de gestión; así se elaboró un medio de evaluación a través de los Indicadores Comunes

⁷⁷⁶ En la conferencia de Hannover se elaboró un balance de las campañas anteriores para después dar paso a la Declaración de Hannover. Los autores hacen hincapié en la promoción del trabajo en red a través de la cooperación intermunicipal; para ello se evalúa el municipio de Vitoria-Gasteiz. Ver: Ruiz, E. y Galdós, R. (2005) “El camino hacia la sostenibilidad en el País Vasco. La Agenda 21 en Vitoria-Gasteiz”. *Revista Geographicalia*. Núm. 48. Pág. 80.

⁷⁷⁷ La Declaración, consultada el 23/07/2013 y disponible: <http://www.sustainablecities.org/sub2.html>.

Europeos⁷⁷⁸.

En la *IV Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles*, también llamada *Aalborg+10: Inspiración para el Futuro*, que se celebró en la ciudad danesa de Aalborg (2004), se dieron cita más de 900 representantes de 45 países para ratificar *una visión común* de un futuro sostenible. Se asumieron diferentes compromisos, entre los que se destaca crear empleo, combatir la pobreza y la exclusión social, reducir la huella ecológica, responder a los cambios demográficos y garantizar la diversidad cultural. Estos quedaron recogidos en *Los Compromisos de Aalborg*⁷⁷⁹, que marcarán el futuro de la gestión pública de la sostenibilidad creando un marco de actuación más claro y ambicioso. Podemos resaltar los siguientes compromisos:

- 1) *Formas de gobierno*. Impulsar procedimientos en la toma de decisiones que fomenten la democracia participativa.
- 2) *Gestión municipal hacia la sostenibilidad*. Elaborar programas de gestión eficaces.
- 3) *Bienes Naturales Comunes*. Proteger, preservar y garantizar un acceso equitativo a los bienes naturales.
- 4) *Consumo y formas de vida responsables*. Facilitar un uso, consumo y producción de los recursos, de manera prudente y eficiente.
- 5) *Planificación y diseño urbanístico*. Asumir un papel estratégico en el diseño y planificación urbana.
- 6) *Mejor movilidad y reducción del tráfico*. Promover los modelos de movilidad sostenibles.
- 7) *Acción local para la salud*. Proteger la salud y el bienestar de la ciudadanía.
- 8) *Economía local viva y sostenible*. Crear y asegurar una economía local viva que genere empleo.
- 9) *Igualdad y justicia social*. Incentivar a las comunidades integradoras y solidarias.

⁷⁷⁸ Con ello se buscó proponer políticas locales que reduzcan la “huella ecológica”. Al respecto, ver: Cassan P.; Gorostiaga, K.; Jurado, N.; Rouget, D.; Frías, A. y Bilbao, P. (2005) *La Europa ¿de quién?* Pág. 194.

⁷⁷⁹ En él se insta a los gobiernos y regiones a participar en la Campaña Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles, en especial a las redes de gobiernos locales, solicitando apoyo a todas las diferentes asociaciones municipales para la puesta en práctica. Los compromisos serán evaluados en 2014. Ver: Villanueva, A. (2005) *Tendencias hacia la sostenibilidad en España*. Pág. 22.

- 10) *De lo local a lo global*. Promover la paz, la justicia, la igualdad y el desarrollo sostenible.

En la *V Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles*, que se celebró en la ciudad española de Sevilla en 2007, se puso en evidencia la disparidad entre países y ciudades para elaborar el *Espíritu de Sevilla*, como se llamó al documento de esta conferencia, en el que los gobiernos locales convinieron adaptar las políticas y las acciones al desafío de la sostenibilidad⁷⁸⁰. Estos esfuerzos se suman a la *Carta de Leipzig* firmada el mismo año por los Ministros sobre Desarrollo Urbano y Cohesión Territorial de los países miembros de la Unión Europea bajo el lema *Desarrollo Urbano y Cohesión Territorial*, con una orientación fundamentalmente urbanística⁷⁸¹.

La *VI Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles*, que se celebró en la ciudad francesa de Dunkerque en 2010, tuvo como objetivo explorar cómo el desarrollo sostenible puede ayudar a los gobiernos locales a hacer frente a la actual crisis económica social y climática, y cómo seguir implementando políticas sostenibles en el actual contexto de crisis económica. En esta edición se reunieron diversos agentes para identificar los cambios necesarios en los marcos políticos y para cooperar en la senda del desarrollo de Europa. Se fijaron seis aspectos principales:

- 1) Evaluar los avances en cuanto a desarrollo sostenible desde hace 15 años.
- 2) Empezar una reflexión política y estratégica sobre las oportunidades que ofrece el desarrollo sostenible.
- 3) Explorar diferentes ámbitos de acción de los gobiernos locales que permitan contribuir al desarrollo sostenible.
- 4) Examinar el modo en que los gobiernos locales pueden implicar a sus

⁷⁸⁰ En Sevilla se dieron cita alrededor de 1500 delegados de Gobiernos Locales Europeos, que adquirieron el compromiso de implementar políticas por el desarrollo sostenible local, se compartieron herramientas y se formó una red de gran alcance con el fin de ejecutar los Compromisos de Aalborg, como señala Sánchez (2008), se pretendió cumplir con la segunda meta estratégica “*reforzar nuestro capital natural y proteger nuestra biodiversidad*”. Ver: Sánchez, A. [Ed.] (2008) *Políticas públicas ambientales*. Pág. 192.

⁷⁸¹ En esta reunión, que, como señala Sánchez (2009), fue de carácter informal, se intentó iniciar un debate para integrar los principios de sostenibilidad de las ciudades en las políticas nacionales, regionales y locales y también dar respuesta y solución a problemas actuales en las ciudades europeas, como el cada vez mayor envejecimiento de las sociedades y la inmigración. Ver: Sánchez, A. [Ed.] (2009) *Ordenación del Territorio & Medioambiente*. Pág. 144.

ciudadanos en comportamientos sostenibles.

- 5) Analizar las evoluciones derivadas de los procesos políticos a nivel europeo.
- 6) Concluir con una reflexión sobre las próximas acciones de la Campaña Europea de Ciudades Sostenibles⁷⁸².

En la VII *Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles*, que se celebró en la ciudad suiza de Ginebra, el 17 de abril de 2013, se comentó que la crisis económica ha demostrado que el modelo económico imperante no es sostenible. Los fracasos experimentados por el mercado durante la primera década del nuevo milenio son los que impulsaron a cuestionarse el modelo. En la conferencia se parte de que en un mundo sobreexplotado, las ciudades tienen un papel clave para estimular la creatividad y el talento; es el lugar para encontrar soluciones a los desempleados mediante la creación de lazos de cooperación⁷⁸³.

La coyuntura requiere esfuerzos conjuntos de todos. Por esto, es necesario una responsabilidad compartida en la creación sostenible de la sociedad que responda a los recursos naturales disponibles. Ciudades y gobiernos locales tienen un papel esencial como fuerzas impulsoras, sobre todo debido a su proximidad a los ciudadanos. Esta coyuntura ofrece toda una serie de oportunidades en las esferas ambiental, económica y social que deben estar sustentadas en medidas apropiadas en los campos de la vida económica, la política, la educación y el cambio social. A través de la formación y el apoyo a la innovación de vanguardia se permitirá asegurar que esto pueda convertirse en una nueva revolución industrial. La Comisión Europea ha analizado qué sectores se benefician con las bajas emisiones de carbono en la transición de la economía que se espera se produzca en las próximas décadas. Los resultados muestran que una economía verde, apoyada e implementada en forma adecuada en todos los niveles del gobierno, crea puestos de trabajo y promueve el progreso económico, y al mismo tiempo reduce considerablemente los riesgos asociados al cambio climático, los problemas de escasez de agua y la pérdida de ecosistemas⁷⁸⁴.

⁷⁸² En la conferencia participaron más de 1500 personas para abordar el papel que desempeña el concepto de “ciudad sostenible” en la lucha por reestructurar la economía global. Se cuestionó si la sostenibilidad puede ser implementada en un contexto de reducción del gasto público y del agotamiento de los recursos naturales.

⁷⁸³ La conferencia se celebró en un momento clave para los gobiernos locales, a los que se les exige, más que nunca, un papel ejemplar en la lucha por alcanzar un mayor desarrollo sostenible, en parte por la necesidad urgente de encontrar soluciones duraderas a las crisis actuales, tanto la financiera como la ambiental.

⁷⁸⁴ Para mayor detalle se puede consultar el discurso de Mercedes Bresso, Vicepresidenta del Comité de las Regiones, pronunciado en la 7ª Conferencia Europea de Ciudades y

La ONU establece cuatro factores que inciden negativamente en la ejecución de la Agenda 21 o Programa 21:

- 1) La carencia de enfoque integral que ha permitido que las políticas y los programas aborden cuestiones económicas, sociales y ambientales de manera fraccionada.
- 2) La utilización excesiva de recursos que los ecosistemas no pueden soportar.
- 3) Una ausencia de políticas coherentes en otras esferas como las finanzas, el comercio, las inversiones y la tecnología, lo que impide que las políticas tengan visión a largo plazo.
- 4) La falta de recursos para la ejecución del Programa 21. Los países en desarrollo han tenido dificultades para obtener nuevas tecnologías y para atraer inversiones privadas.

A pesar de que se han obtenido resultados poco satisfactorios, el Programa 21 sigue siendo válido. Quizá por ello, en su momento estableció la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, con el fin de dar seguimiento al progreso en la implementación de la Agenda 21. Asimismo, se estableció en Costa Rica el Consejo de la Tierra⁷⁸⁵, una organización no gubernamental creada con la finalidad de promover la implementación de los acuerdos firmados en la Cumbre de la Tierra. Sus actividades principales incluyen proyectos relacionados con la economía y el desarrollo sostenible, la gobernabilidad, la mediación y la resolución de conflictos, así como la participación pública. El consejo vigila y evalúa el progreso mediante el monitoreo del desarrollo sostenible.

3.1.4 El Protocolo de Montreal

Pueblos Sostenibles: Una verde y socialmente responsable economía: ¿solución en tiempos de la crisis? Descripción de la situación: las crisis actuales y las tendencias futuras. Consultado 10/09/2013 y disponible online en: <http://cor.europa.eu/en/about/vice-president/speeches/Documents/17.04.2013-Geneva/EN.pdf>

⁷⁸⁵ El secretario general de la Cumbre y presidente del Consejo de la Tierra, Maurice Strong, y Mijaíl Gorbachov, presidente de Green Cross International, deciden retomar la elaboración de una Carta de la Tierra, con el apoyo de Ruud Lubbers, primer ministro del gobierno de los Países Bajos. Sin embargo, como comenta Jaquenod (2004), lo hacen de una forma nueva, incorporando como figura central a la sociedad civil, más que a los organismos internacionales. Ver: Jaquenod, S. (2004) *Derecho ambiental*. Pág. 597.

Es un tratado internacional que fue diseñado para proteger la capa de ozono. Tiene por objeto reducir la producción y el consumo de numerosas sustancias que se consideran responsables del agotamiento de la capa de ozono⁷⁸⁶. Sin embargo, la comprobación de que estas sustancias eran dañinas fue un proceso controvertido⁷⁸⁷. Nos remontamos a 1974, con la teoría de la destrucción química del ozono estratosférico que derivaría en que en 1977 la *Clean Air Act* autoriza a la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) a regular la emisión de cualquier sustancia que pueda afectar a la estratosfera, ya que podría dañar la salud pública⁷⁸⁸. Aquí podemos resaltar que se aplicó la prudencia o el principio de precaución. Con el tiempo algunos acontecimientos fueron contribuyendo a la teoría y en 1985 la NASA da a conocer la existencia del agujero en la capa de ozono.

Como muestra Galán (2006), lo que modificó la percepción política fueron los informes del Comité de Coordinación sobre la Capa de Ozono creado por el PNUMA, con los asesoramientos de la *National Academy of Science* (NAS) y del Departamento de Medioambiente del Reino Unido. Además de los llamados “Blue Books” que promovió la NASA, estos documentos contenían dos mensajes principales. Por una parte que las emisiones de CFCs estaban creciendo y, por otra, que ese aumento traería consigo grandes pérdidas de ozono. Además, los científicos Forman, Gardiner y Shanklin publicaron en la revista *Nature* un artículo que mostraba la existencia, por encima del continente antártico, de un descenso estacional del ozono. En efecto, desde 1980 los británicos y los japoneses obtuvieron medidas mensuales inferiores, que en las décadas anteriores⁷⁸⁹. Pero limitar o prohibir

⁷⁸⁶ El acuerdo fue negociado en 1987 y entró en vigor el 1 de enero de 1989. Los Estados que firmaron el acuerdo reconocen que la emisión de ciertas sustancias puede agotar y modificar la capa de ozono, por lo que supone unas nocivas repercusiones sobre la salud y el medio ambiente. Por ello establecen: “*Decididas a proteger la capa de ozono adoptando medidas preventivas para controlar equitativamente el total de emisiones mundiales de las sustancias que la agotan, con el objetivo final de eliminarlas, sobre la base de los adelantos en los conocimientos científicos, teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos y teniendo presentes las necesidades que en materia de desarrollo tienen los países en desarrollo*”.

⁷⁸⁷ En el protocolo ha quedado expuesta la tesis de que el conocimiento científico debería determinar completamente las elecciones políticas, como describiremos en este apartado, el equilibrio es complejo.

⁷⁸⁸ Los químicos Sherwood Rowland y Mario Molina (basándose en un primer trabajo de Paul Crutzen) emiten una teoría, sin suficiente apoyo experimental, postulando que los CFCs se descomponen en la estratosfera por radiación UV de onda corta, liberando átomos de cloro que serían los responsables de esta destrucción de ozono. Para mayor detalle: Miller, T. (2002) *Ciencia ambiental: preservemos la tierra*. Págs. 309-310.

⁷⁸⁹ La unidad de medición son los Dobson (Unidad llamada así por el investigador de la Universidad de Oxford del mismo apellido, que en los años 1920 construyó el primer instrumento espectrofotómetro de ozono para medir el ozono total de cada región de la

los *clorofluorocarbonos* en algunos de los países productores (y Estados Unidos era el principal) supone una desventaja comercial para las empresas. Por ello las firmas americanas fueron las primeras en presionar para que las acciones que se realizaran fueran a nivel internacional. Derivado de lo anterior, se desprende que la internacionalización se realizó para evitar la pérdida de competitividad en los mercados internacionales⁷⁹⁰. Finalmente, Estados Unidos, Canadá, Suecia, Noruega y Dinamarca prohibieron el uso no esencial de estos químicos en aerosoles.

El Protocolo de Montreal es la herramienta que pone en marcha la Convención de Viena. Es la base legal de los esfuerzos en pro de la capa de ozono; en él se establecen controles sobre producción, consumo y uso de sustancias dañinas⁷⁹¹. Los CFC se producían desde la década de los treinta, pero hasta los años setenta (cuatro décadas después) cuando se tienen datos científicos sobre el efecto de estas sustancias⁷⁹². El Protocolo de Montreal, como comentó el Secretario General de la ONU Ban Ki Moon, propone instrumentos internacionales que pueden contribuir a reducir el impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente del planeta. Es, por tanto, un ejemplo a seguir; sin embargo, presenta algunas deficiencias, que se pueden explicar por la naturaleza desigual, sobre todo económica, que caracteriza las relaciones entre el Norte y el Sur⁷⁹³.

Tierra. Ver: Puigserver, M. y Carrascal, M. (2008) *El Medio atmosférico. Meteorología y contaminación*. Pág. 83.

⁷⁹⁰ Las principales industrias productoras y consumidoras de *clorofluorocarbonos* se agruparon en la *Alliance for Responsible CFC Policy*, desarrollando una campaña contraria a la regulación nacional restrictiva. Esto incidió, como comenta Galán (2006), en que el gobierno norteamericano, apostará por acciones de limitación internacional. Ver: Galán, M. (2006) *Decisiones bajo incertidumbre e ignorancia en problemas ambientales globales. El caso del protocolo de Montreal (1987)*.

⁷⁹¹ Se estableció el compromiso de reducir los niveles de consumo y producción de *clorofluorocarbonos* (CFCs) según el nivel de desarrollo de sus economías. El Protocolo de Montreal cuenta con diversas reducciones desde su aprobación inicial (1991, 1993, 1996, 1998, 2000 y 2008).

⁷⁹² Se produjeron en 1928 por Du Pont, de gran utilidad al remplazar al dióxido de sulfuro en los fluidos utilizados en los refrigeradores. Luego los CFC fueron utilizados en el aire acondicionado y eventualmente fueron ideales como propelentes no tóxicos en los aerosoles. Hoy en día han sido remplazados por sustancias halogenadas. Ver: Sterner, T. (2007) *Instrumentos de política económica para el manejo del ambiente y los recursos naturales*. Pág. 337.

⁷⁹³ Ver: Ban Ki Moon. Secretario general de la ONU. Citado en Tickell, O. (2009) *Kioto 2: Cómo gestionar el efecto invernadero*. Pág. 178.

3.1.5 El Protocolo de Kioto

Previa a la firma del Protocolo de Kioto (1997), la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) realizó una primera revisión de los avances en la Primera Conferencia de las Partes en la ciudad de Berlín, Alemania, en Abril de 1995. Sin embargo, se pensó que los compromisos allí establecidos no eran adecuados para llevar a efecto el objetivo de la Convención porque no permitían estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera. Como resultado se adoptó el llamado “Mandato de Berlín”, en el que se acordó iniciar un proceso de negociación con el fin de fijar objetivos cuantificados de limitación y reducción de emisiones de GEI dentro de periodos determinados⁷⁹⁴.

Un año más tarde tuvo lugar la segunda Conferencia de las Partes en Ginebra, Suiza, en Julio de 1996. El principal resultado fue la “Declaración Ministerial de Ginebra”, en la cual se formalizó el Segundo Informe de Evaluación del IPCC en el que se ponía énfasis en los criterios científicos para analizar los impactos del cambio climático, así como la influencia humana sobre el mismo⁷⁹⁵. El Informe, además, estableció estrategias costo-efectivas para combatir el cambio climático. En la COP 2 se estableció el proceso de revisión de las Comunicaciones Nacionales y se decidió que los países desarrollados debían comenzar a remitir el resultado de ese proceso en abril de 1997.

La tercera Conferencia de las Partes se realizó en la ciudad de Kioto, Japón. En ella se formalizó la adopción de un instrumento jurídico donde, como señala Saura (2003), se precisan “*los compromisos genéricos establecidos en la Convención Marco*”. El documento es el resultado de un acuerdo entre la mayoría de los participantes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 3), en la que se aprueba el protocolo que fue abierto a la firma en Nueva York del 16 de marzo de 1998 al 15 de marzo de 1999. Este documento forma parte del sistema jurídico del clima como la Convención Marco⁷⁹⁶.

En el Protocolo de Kioto se formalizó el compromiso de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, para equipararlas a las emisiones de años anteriores, particularmente, en seis distintos gases con diferente

⁷⁹⁴ Específicamente se acordó que este proceso no introduciría obligaciones adicionales para los países en desarrollo, con ello finalizó la Conferencia de las Partes 1. (COP 1)

⁷⁹⁵ UNFCCC. *Climate Change Information Kit*. UNEP Information Unit for Conventions. (2003). Pág. 54.

⁷⁹⁶ Ver: Saura, J. (2003) *El cumplimiento del Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático*. Pág. 27.

fecha de partida: para el dióxido de carbono [CO₂], metano [CH₄] y óxido nitroso [N₂O] se utilizó como base de emisión el año 1990 y para el hexafluoruro de azufre [SF₆], los compuestos perfluorocarbonados [PFC] y los compuestos hidrofluorocarbonados [HFC], se usó como base el año 1995, durante el periodo 2008-2012⁷⁹⁷.

El Protocolo, en su primera etapa, no obliga a los países en desarrollo, puesto que sus emisiones históricas y actuales son reducidas, pero sí a los países industrializados⁷⁹⁸. En el *artículo 2* establece el compromiso por parte de los firmantes de limitar y reducir las emisiones, buscando fomentar la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional; promover la investigación, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del Dióxido de Carbono y desarrollar tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales; reducir progresivamente las deficiencias del mercado, los incentivos fiscales, las exenciones tributarias y arancelarias y las subvenciones que sean contrarias al objetivo de la Convención en todos los sectores emisores de gases de efecto invernadero; y la aplicación de instrumentos de Mercado.

Con el fin de cumplir este compromiso el Protocolo introduce ciertos elementos que influyen en las reglas de cómputo. Uno de ellos establece que las emisiones podrán descontarse del volumen de gases que absorban las masas forestales que han sido inducidas por el hombre. Además, podrán descontarse las toneladas de CO₂ equivalentes derivadas de inversiones en desarrollo limpio, porque se consideran un “ahorro”. Por último, se pueden descontar las unidades no emitidas que hayan sido obtenidas en el “mercado de emisiones”⁷⁹⁹.

⁷⁹⁷ El protocolo logró fijar, como comenta Antal (2004), metas concretas para la reducción de las emisiones. Así se establecieron proporciones diferentes según el país: reducción de un 8% para el conjunto de la Unión Europea, un 7% para Estados Unidos y un 6% para Japón y Australia el 8%. En conjunto la reducción global acordada fue de un 5,2% para los países industrializados. Ver: Antal, E. (2004) *Cambio climático: desacuerdo entre Estados Unidos y Europa*. Pág. 50.

⁷⁹⁸ Los países industrializados, como comenta Smith, son responsables de producir “*más del 60% de las emisiones actuales, así como de aproximadamente del 80% de emisiones producidas en el pasado. Al año, las emisiones de CO₂ a nivel per cápita ascienden a 9, 8t en Estados Unidos y 10t en Reino Unido, y los países más pobres no llegan al 0, 8t*” para más detalle: Smith, M. (2007) *Solo tenemos un planeta: Pobreza, Justicia y Cambio Climático*. Pág. 8.

⁷⁹⁹ Estos elementos se encuentran establecidos en los artículos 12 (para el mecanismo desarrollo limpio), 6 (para el compromiso de reducción) y 17 (para el mercado de emisiones) del propio protocolo.

El Protocolo de Kioto fue adoptado inicialmente el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón, y firmado por la mayoría de las partes, pero no entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005. En 2009 había sido ratificado por 187 entidades participantes; sin embargo, sólo fue ratificado por tres participantes. El conflicto estaba ahí en la ratificación. Se generó un gran debate, ya que impedía su cumplimiento. Curiosamente, Estados Unidos, el principal emisor de CO₂, lo abandonó; por ello Nieto y Santamarta (2004), sostienen que es un instrumento insuficiente⁸⁰⁰. Por su parte Hernández y Del Río (2007), cuando analizan los permisos negociables de emisión, entienden que es necesario que coexistan diversos mecanismos con el fin de complementarse⁸⁰¹.

3.1.5.1 Los mecanismos flexibles del Protocolo de Kioto

Se diseñaron unos instrumentos llamados “flexibles” que facilitan la reducción de los costos y las obligaciones que fueron contraídas respecto a la limitación de GEI derivadas del protocolo de Kioto⁸⁰². Fueron ideados tres mecanismos: el Comercio de Emisiones; la Implementación Conjunta; y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Estos se encuentran establecidos en los artículos 6, 12 y 17 del Protocolo de Kioto y fueron diseñados para incrementar la costo-efectividad, en el esfuerzo por mitigar el cambio climático. Son mecanismos flexibles, que crean opciones para que los firmantes puedan reducir sus emisiones o aumentar sus sumideros de carbono de manera más económica. Según Saura (2003) son medidas que *“pueden tener un impacto significativo en los esquemas de producción y consumo típicos en los esquemas de producción y consumo típicos de las economías de mercado avanzadas. Pero además, entre los países en vías de desarrollo existe el temor que estas medidas puedan repercutir en última instancia en su propio crecimiento económico”*⁸⁰³.

⁸⁰⁰ Una vez que analizan el caso español, comparando su ejecución desde 2004, concluyen que es insuficiente, pues sólo considera una reducción de la intensidad energética primaria. Ver: Nieto, J. y Santamarta, J. (2004) “El impacto económico del Protocolo de Kioto”. *Revista energética*. Núm. 200. Pág. 7.

⁸⁰¹ Ver: Hernández, F. y Del Río, P. (2007) *El protocolo de Kioto y su impacto en las empresas españolas*. CSIC. Págs. 243-244.

⁸⁰² Siguiendo a Hernández y Del Río (2007), el término flexible se refiere a la facilidad de llevar a cabo proyectos en otros países y así sortear los altos costes marginales de reducción mediante la compra de derechos de emisión. Ver: Hernández, F. y Del Río, P. (2007) *El protocolo de Kioto y su impacto en las empresas españolas*. CSIC. Pág. 132.

⁸⁰³ Ver: Saura, J. (2003) *El Cumplimiento del Protocolo de Kioto Sobre Cambio Climático*. Centro de Estudios Internacionales, Publicaciones de la Universidad de Barcelona. Pág. 21.

En lo que respecta al Comercio de Emisiones, se establece que en la conferencia de las Partes se determinará los principios, modalidades, normas y directrices pertinentes, para la verificación, la representación de informes y la rendición de cuentas en relación con el comercio de los derechos de emisión⁸⁰⁴. Además, se establece la operación de tipo suplementaria a este tipo de actividades, al considerarla distinta de las medidas nacionales que cada país adopta para cumplir, de forma cuantificada, con los compromisos de limitación y reducción de las emisiones⁸⁰⁵.

El mecanismo de Implementación Conjunta está diseñado para que los firmantes del protocolo (Anexo I del protocolo) puedan transferir o adquirir las unidades de reducción de emisiones resultantes (URE) de proyectos cuyo objetivo sea la reducción de las emisiones o el incremento de la absorción por los sumideros de los gases de efecto invernadero en cualquier sector de la economía⁸⁰⁶.

El Mecanismo de Desarrollo Limpio está diseñado para ayudar a los no incluidos en el Anexo I a lograr un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo último de la Convención⁸⁰⁷. Los principios y las líneas generales de los Mecanismos fueron definidos en el Acuerdo de Bonn, en el 2001⁸⁰⁸. Sin embargo es en los “Acuerdos de Marrakech” donde se recogen los compromisos jurídicos que permiten la implementación y aplicación del Protocolo de Kioto⁸⁰⁹. En particular en la VII Conferencia de las Partes, celebrada en la ciudad de Marrakech, del 29 de octubre al 9 de noviembre de 2001. En ella participaron 167 delegaciones logrando un acuerdo final que

⁸⁰⁴ La Conferencia de las Partes (CP, COP por sus siglas en inglés) es el “órgano supremo” de la Convención, es decir la máxima autoridad, que cuenta con capacidad de decisión. Es una asociación de todos los países que son Partes en la Convención, de la cual emana el protocolo de Kioto y sus mecanismos flexibles.

⁸⁰⁵ Artículo 17. Protocolo de Kioto.

⁸⁰⁶ Artículo 6 del Protocolo de Kioto.

⁸⁰⁷ Artículo 12 del Protocolo de Kioto.

⁸⁰⁸ Para un esquema sobre la evolución de las principales actuaciones ambientales a nivel mundial se puede consultar el *Manual para la formación en medio ambiente* (2008). Págs. 46-49

⁸⁰⁹ En los Acuerdos de Marrakech, se prevén traspasos de créditos de carbono y establece principios para los sumideros de MDL. En estos acuerdos no se menciona ninguna limitación cuantitativa para los mecanismos, a diferencia de la Unión Europea, que impone ciertas restricciones en su aplicación. Como señala Hernández (2001), son insuficientes desde la perspectiva ambiental. Sin embargo, deben ser valorados como un avance en el funcionamiento del régimen internacional del cambio climático. Ver: Hernández, R. (2001) “Los acuerdos de Marrakech adoptados en la séptima reunión de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”. *Revista Española de Derecho Internacional*. Vol. 53. Pág. 342.

consistió en un paquete de decisiones que permitieron la puesta en marcha e implementación del Protocolo de Kioto.

Las reglas de funcionamiento, verificación y cómputo de los sumideros “*land use and land use change and forestry*” así como de los mecanismos de flexibilidad, no cuentan con desarrollo propio en el Protocolo. Se limita a identificar los perfiles de cada una de estas instituciones, pero para ponerlas en marcha es necesario contar con un marco normativo en el que se establezcan las condiciones y los criterios para hacer uso de estos instrumentos. Siguiendo a Ribera (2001), apuntamos que falta precisión sobre cuáles son las consecuencias en caso de que un Estado incumpla sus obligaciones. La autora utiliza el ejemplo del cascarón que necesita ser “rellenado” con normas complementarias antes de que los Estados se comprometan con las respectivas consecuencias jurídicas⁸¹⁰.

3.1.5.2 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

El mecanismo fue ideado para que los países industrializados, o una empresa en un país industrializado, puedan invertir en un proyecto de reducción de emisiones, o en su caso, en proyectos de fijación de carbono en un país en desarrollo, y recibir a cambio de ello, unidades equivalentes de reducción (UER) que pueden ser contabilizadas en complemento a sus reducciones domésticas. El mecanismo tiene un doble objetivo: por un lado, ayudar a los países del Anexo I a cumplir con las metas del Protocolo de una manera costo efectiva; y por otro, contribuir al desarrollo sostenible en los países que no forman parte de dicho anexo⁸¹¹.

Pueden ser las empresas de un País del Anexo I las que obtengan las reducciones certificadas de emisiones (RCE), con lo que se logra un beneficio al alcanzar las cuotas de derechos de emisión que se les hayan asignado en el Plan Nacional de Asignación que a su vez forma parte de los objetivos que derivan del Protocolo de Kioto⁸¹².

⁸¹⁰ Ver: Ribera, T. (2001) “Marco jurídico internacional de la política contra el cambio climático: El proceso de ratificación del protocolo de Kioto”. *Revista Electrónica de Estudios Internacionales*. Núm 3. Pág. 3.

⁸¹¹ Como señala Lafferriere (2008), es una magnífica oportunidad para los países en desarrollo, puesto que se estimula preservar el ambiente con el financiamiento internacional. Ver: Lafferriere, R. (2008) *El Mecanismo de Desarrollo Limpio Del Protocolo de Kyoto*.

⁸¹² El mecanismo cumple con un doble objetivo: por un lado, el país inversor hará uso de las RCE para alcanzar los objetivos de reducción y limitación de emisiones y, por otro, el país receptor de la inversión mejora su desempeño con la transferencia de tecnologías limpias, contribuyendo a alcanzar el objetivo último de la Convención de Cambio Climático. Ver 244

La transacción se entiende como una venta del servicio ambiental de reducir carbono en la atmósfera. Para su realización debe ser una participación voluntaria, con efectos ambientales medibles, y las reducciones deben ser adicionales a lo que se lograría en ausencia del proyecto⁸¹³. La elegibilidad de los proyectos dependerá de su efectividad en la reducción de GEI respecto al año base, por lo que frecuentemente se utilizan proyectos de generación de electricidad mediante fuentes renovables. Con estas medidas se pretende lograr el cambio de combustibles con alto contenido carbónico a combustibles con menor contenido carbónico, captura de metano, y programas de eficiencia energética⁸¹⁴.

3.1.5.2.1 Características de un proyecto MDL

En el Protocolo de Kioto no se establecen las características que un proyecto debe cumplir para participar como MDL. Sin embargo, se perfilan algunos criterios generales que deben cumplirse y que se muestran a continuación:

- 1) Los proyectos deben estar diseñados para reducir las emisiones de GEI en un país en desarrollo. Se pone énfasis en que las emisiones deben ser reales, cuantificables y a largo plazo, y, además, se señalan los límites de la reducción o secuestro de GEI. Las reducciones de emisiones de GEI de un proyecto deben ser adicionales⁸¹⁵.

Ramos Castellanos, P. [Ed.] (2008) *Energías y cambio climático. XII Jornadas Ambientales*. Págs. 363-366.

⁸¹³ Este mecanismo, siguiendo a Salgado (2004), tiene como fin complementario a la reducción de emisiones contribuir al desarrollo sostenible de los países en desarrollo y puntualiza: “Este mecanismo, basado en proyectos de inversión, contribuye a mejorar la rentabilidad de los mismos a través de la venta de *Certificados de Emisiones Reducidas por el secuestro o reducción de emisiones de GEI, convirtiéndose en un ingreso adicional para el proyecto*”. Ver: Salgado, L. (2004) *El mecanismo de desarrollo limpio en actividades de uso de la tierra, cambio de uso y forestería (LULUCF) y su potencial en la región latinoamericana*. Pág. 10.

⁸¹⁴ También son elegibles, como comentan Figueres y Álvarez (2004), algunos proyectos de fijación de carbono en el sector forestal como pueden ser los proyectos de reforestación, en este sentido comentan: “En América Latina más de la mitad de los proyectos del MDL que se han presentado son del sector de energías renovables”. Ver: Figueres, C. y Álvarez, M. (2004) *El Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio: Retos y Oportunidades para la República Dominicana*. Consultado el 12/09/2013 en: <http://www.medioambiente.gov.do/cms/archivos/tematico/mdl/Retos%20y%20Oportunidades.pdf>.

⁸¹⁵ El requisito de “adicionalidad” se refiere a que las emisiones generadas deben ser menores a las existentes antes de la implantación del proyecto. Para ello, apunta Smith (2007), se usa una línea base referencial que es simplemente el nivel usual de emisiones.

- 2) Los proyectos MDL deben estar diseñados con el fin de contribuir al desarrollo sostenible en el país anfitrión, por lo que el país anfitrión debe informar sobre la puesta en marcha y ejecución de los mismos, teniendo en cuenta criterios sociales, económicos y ambientales. Y además deben cumplir con la normativa vigente.
- 3) Los proyectos MDL no podrán utilizar fondos públicos para financiar proyectos. Además, quedan excluidos los proyectos que utilicen energía nuclear.

Sutter y Parreño (2007) presentan un análisis de proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en términos de su contribución a la generación de empleo y la mejora en la calidad del aire local. Para ello los autores evaluaron 16 proyectos MDL registrados en cuanto a si cumplen los criterios anteriormente mencionados. Se encontraron con diversos problemas en la medición y evaluación del desarrollo sostenible, principalmente, porque los proyectos, tanto en su diseño como en su ejecución, suelen ser completamente diferentes⁸¹⁶.

3.1.5.2.2 Desarrollo de proyectos MDL

Los proyectos que forman parte del MDL deben cumplir con un ciclo establecido por el Consejo Directivo del MDL antes de poder recibir los beneficios económicos que resultan de la participación. Según Olsen (2007), existe una extensa literatura sobre el mecanismo que incluye estudios sobre aspectos de desarrollo económico, político y metodológico. Sin embargo, no existe una visión general de los conocimientos sobre los diferentes aspectos y debates. La autora realiza una revisión de la literatura y se centra en cómo el MDL contribuye al desarrollo sostenible⁸¹⁷.

Podemos destacar algunas categorías autorizadas para el desarrollo de proyectos MDL: industrias energéticas (renovables/no renovables); distribución de energía; demanda de energía; industrias manufactureras; industrias químicas; construcción; transporte; minas/producción mineral; producción metalúrgica; emisiones fugitivas de combustibles (sólidos,

Este autor entiende que los proyectos tienen un ciclo o etapas que cumplir según lo que establece UNEP/PNUMA. Ver: Smith, M. (2007) *Solo tenemos un planeta: Pobreza, Justicia y Cambio Climático*. Intermediate Technology Development Group. Segunda edición castellana. Pág. 107.

⁸¹⁶ Ver: Sutter, C. y Parreño, J. (2007) "Does the current Clean Development Mechanism (CDM) deliver its sustainable development claim? An analysis of officially registered CDM projects". *Climatic Change*. Núm. 84. Págs. 75-90.

⁸¹⁷ Ver: Olsen, K. (2007) "The clean development mechanism's contribution to sustainable development: a review of the literature". *Climatic Change*. Vol. 84. Págs. 59-73.

petróleo y gas natural); uso de solventes; disposición y manejo de desechos; forestación y reforestación; y agricultura.

Existen nuevos esfuerzos para establecer una normativa eficaz, como es el plan de acción de Bali, que intenta que los países en desarrollo tengan acceso al financiamiento para reducir sus emisiones de carbono⁸¹⁸. Para ello considera vital el acceso a la tecnología y al financiamiento. El instrumento es un eslabón más en la estructura planificada en contra del cambio climático. Como señalan Boyd y Goodman (2011), es necesario que el dinero siga fluyendo, como ha hecho en los mercados de carbono; es necesario para promover una “cultura de la captura de carbono”, tanto a nivel local como en redes más amplias de la financiación. Es evidente que cuanto más se invierta en investigación y se fomente el compromiso social de los mercados, más se promoverá un “desarrollo ético” que es requisito para acceder equitativamente a los mercados de carbono⁸¹⁹.

Los proyectos del MDL pueden clasificarse en función de su dimensión o tamaño en “proyectos ordinarios o de gran escala” y “proyectos de pequeña escala”. La diferencia fundamental radica en los requisitos y procedimientos que se deben cumplir y en los procesos de operatividad del proyecto:

- 1) *Los proyectos ordinarios o de gran escala.* Son proyectos que han sido admitidos dentro del MDL y cuentan con gran apoyo por parte de los países desarrollados, por el aporte en CER que generan⁸²⁰. Estos proyectos se pueden realizar principalmente en la industria y distribución de energía (renovable y no renovable), la industria manufacturera, la industria química, el transporte, la construcción, la producción de metales, así como diversos proyectos de eliminación de residuos, de reforestación, etc. Los proyectos de gran escala teóricamente permitirían a los países desarrollados cumplir sus compromisos de reducción de emisiones. Sin embargo, en su ejecución, salieron a la luz una serie de obstáculos en la obtención del registro MDL⁸²¹.

⁸¹⁸ Ver: Olsen, K. y Fenhann, J. [Eds.] (2008) *a reformed CDM. PERSPECTIVES 2008*. UNEP.

⁸¹⁹ Los autores realizan un análisis del mecanismo y su ejecución. Finalizan su trabajo cuestionando no la puesta en marcha del MDL sino del modelo de consumo. Ver: Boyd, E. y Goodman, M. (2011) “The clean development mechanism as ethical development?: Reconciling emissions trading and local development”. *Journal of International Development*. Vol. 23. Núm. 6. Págs. 836-854.

⁸²⁰ Ver: Sanz, I. [dir.] (2007) *El mercado de derechos a contaminar: régimen jurídico-público del mercado comunitario de derechos de emisión en España*. Págs. 47-48.

⁸²¹ Siguiendo a Elizabeth Lokey (2009), algunas de las limitaciones de este tipo de proyectos como la financiación, las normas o políticas nacionales en los países anfitriones, la falta de seguridad para las inversiones, son otras de las barreras que impiden el desarrollo eficiente del MDL. Por su parte Schroeder (2009) reflexiona sobre los proyectos en China,

2) *Los proyectos de pequeña escala.* Nacen con el objeto de promover el desarrollo a partir de una tramitación sencilla y con procedimientos simplificados. Cabe recordar que desde 2001⁸²² se promovieron estos proyectos que siguen los criterios de los proyectos ordinarios, pero se establecieron procedimientos más sencillos. La Junta Ejecutiva del MDL promovió los procedimientos simplificados que se pueden agrupar en dos tipos de actividades:

- a) Proyectos de energía renovable que cuenten con la capacidad de producción máxima de 15 megavatios.
- b) Proyectos de mejora de la eficiencia energética de oferta y demanda que busquen reducir el consumo de energía, por el equivalente de 15 gigavatios/hora por año.
- c) Proyectos que reduzcan las emisiones y emitan directamente menos de 15 kilotoneladas de dióxido de carbono equivalente por año.

Siguiendo el *Manual del Mecanismo de Desarrollo Limpio un recurso para ciudadanos activistas y ONGs*, los proyectos de pequeña escala utilizan un documento de diseño de proyecto diferente, metodologías separadas para proyectos de pequeña escala, así como normas y procedimientos simplificados para la validación⁸²³.

Tanto las categorías como las modalidades y los procedimientos de los proyectos de pequeña escala fueron diseñados, inicialmente, para impulsar el desarrollo de los países del anexo I del Protocolo de Kioto, y así contribuir a la reducción de la pobreza⁸²⁴. Sin embargo, en la siguiente convención se modificaron las categorías de los proyectos de pequeña escala, incorporando

donde la principal barrera es la normativa, los elevados costos y la escasa financiación. Ver: Lokey, E. (2009) "Barriers to clean development mechanism renewable energy projects in Mexico". *Renewable Energy*. Vol. 34. Págs. 504-508, así como: Schroeder, M. (2009) "Utilizing the clean development mechanism for the deployment of renewable energies in China". *Applied Energy*. Vol. 86. Págs. 237-242.

⁸²² Nacen tras la Convención Marco para el Cambio Climático, presente en el informe FCCC/CP/2001/13/Add.2, en el que se establece, entre otras, la decisión 17/CP.7 "Modalidades y procedimientos de un mecanismo para un desarrollo limpio, según se define en el artículo 12 del Protocolo de Kyoto". Informe de la conferencia de las partes sobre el séptimo período de sesiones celebrado en Marrakech del 28 de octubre al 10 de noviembre de 2001. Pág. 23.

⁸²³ Ver: *Manual del Mecanismo de Desarrollo Limpio un recurso para ciudadanos activistas y ONGs*. CDM Watch (2009) Pág. 16.

⁸²⁴ Estas intenciones fueron establecidas en "Informe de la conferencia de las partes en calidad de reunión de las partes en el Protocolo de Kyoto sobre su primer período de sesiones, celebrado en Montreal del 28 de Noviembre al 10 de Diciembre de 2005", por puntualizar en las Decisiones 4/CMP.1; 12/CP.10; 18/CP.9 y 21/CP.8. Págs. 50-62.

el criterio de admisibilidad⁸²⁵. Para su ejecución se aprobó un documento en el que se establece el diseño del proyecto, reducido y simplificado⁸²⁶. Este nuevo esquema reduce el plazo para el registro de proyectos y simplifica las metodologías y los requisitos de vigilancia del proyecto, con lo cual se prevé una reducción de costos de ejecución. Otra de las modificaciones permite que la propia entidad valide, verifique y certifique el proyecto de pequeña escala⁸²⁷.

Uno de los proyectos de pequeña escala del MDL que deriva de las modificaciones mencionadas son los proyectos de forestación y reforestación⁸²⁸. Fronti, García y Acevedo (2010) los analizan, acentuando sus particularidades, ya que, al no ser permanente la captura de carbono, se expone a imprevistos naturales o antropogénicos, como podrían ser los ataques de plagas, enfermedades y/o los incendios forestales en donde las unidades contabilizadas como absorbidas pueden ser reemitidas a la atmósfera en cualquier momento⁸²⁹.

Durante la Décima Conferencia de las Partes (COP10), celebrada en Buenos

⁸²⁵ Para mayor detalle ver la Decisión 1/CMP.2 “*Nueva orientación relativa al mecanismo para un desarrollo limpio*”, Págs. 8-9, del documento anteriormente citado.

⁸²⁶ Los elementos básicos que debe contener el proyecto fueron definidos en los acuerdos de Marrakech, y es en el documento de diseño del proyecto en pequeña escala del MDL donde se establecen los nuevos criterios para cada tipo de proyecto aprobado. Disponible en: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCmethodologies/approved>. Consultado el 10/03/2014.

⁸²⁷ Para consultar las metodologías aprobadas para los proyectos en pequeña escala ver: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>. Consultado el 10/03/2014.

⁸²⁸ Estos proyectos deben lograr una absorción de GEI por sumideros a un nivel inferior a 8 kilotoneladas de CO₂ por año; además requieren ser ejecutados en comunidades y personas de bajos ingresos Ver: *Informe de la conferencia de las partes del Protocolo de Kioto sobre su primer periodo de sesiones, celebrado en Montreal el 10 de Diciembre de 2005*, en particular las decisiones 5/CMP.1 y 19/CP.9 Págs. 19 y 30, respectivamente.

⁸²⁹ Por lo que Fronti, García y Acevedo (2010) plantean que los proyectos de forestación tienen serios problemas para contabilizar sus aportes. Sin embargo, las autoras resaltan su aporte a la biodiversidad en aquellas regiones en las que las condiciones dificultan la agricultura y concluyen sobre la dificultad de ejecución. Por su parte, Salgado (2004), sobre la dificultad de cuantificar, apunta que es necesario que el proyecto, desde su planeación, tenga cuantificadas las “fugas” asociadas a cada situación que impacta la verificación del proyecto. Señala que se ha discutido sobre valores netos o cambios netos para tener un estimado en la captura de carbono. Ver: Fronti, L.; García, V. y Acevedo, M. (2010) “Análisis exploratorio del Mecanismo Desarrollo Limpio en programas forestales en Argentina”. *Documentos de trabajo de contabilidad social*. Año 4. Núm. 1. Págs. 43-66, así como: Salgado, L. (2004) *El mecanismo de desarrollo limpio en actividades de uso de la tierra, cambio de uso y forestería (LULUCF) y su potencial en la región latinoamericana*. Pág 17.

Aires en 2004, se aprobaron las modalidades y procedimientos simplificados para las actividades de proyectos de forestación y reforestación de pequeña escala. Con ello se intentan reducir los costos de transacción, los requisitos exigidos y las metodologías para la base de referencia⁸³⁰, así como los planes de vigilancia⁸³¹. Las modificaciones anteriores se ven reflejadas en el análisis de Boyd, Gutiérrez y Chang (2007). Estos autores comentan el poco interés mostrado por los inversores en financiar este tipo de proyectos, posiblemente derivado de los riesgos y las incertidumbres asociadas⁸³². Sin embargo, estos autores apuntan que tienen potencial para competir en el mercado mundial; para ello los gobiernos locales y los propietarios de los derechos y responsabilidades de cada proyecto requieren hacer un esfuerzo de descentralización democrática en el sector forestal. Finalmente resaltan la importancia de aprovechar las sinergias con otras estrategias de desarrollo rural, garantizando la participación de las partes interesadas, trabajando con organizaciones locales responsables y representativas, así como utilizando un diseño adaptable y flexible a cada proyecto⁸³³.

Los proyectos de pequeña escala no pueden formar parte de un proyecto de gran escala, salvo que la suma de todos ellos no exceda los límites establecidos. Esto implica que el desarrollador de un proyecto de pequeña escala que busca su registro debe declarar que no tiene otro proyecto

⁸³⁰ Como referencia el trabajo de Vallejo, Oyantcabal, Rodríguez-Noriega y Pedroni (2008), que realizan una descripción paso a paso sobre las metodologías de los proyectos MDL. Ver: Vallejo, A.; Oyantcabal, W.; Rodríguez-Noriega, P. y Pedroni, L. (2008) “Preguntas frecuentes sobre las metodologías de línea base y monitoreo para proyectos forestales MDL”, en Salinas, Z. y Hernández, P. [Eds.] *Guía para el diseño de proyectos MDL forestales y de bioenergía*. Págs. 30-39.

⁸³¹ En la determinación de la línea base, como comentan Hernandez y Del Río (2007), es necesario que se cumplan los objetivos de reducción de emisiones. Estos autores apuntan que la clave es fijar la línea de manera transparente y conservadora. Ver: Hernandez, F. y Del Río, P. (2007) *El protocolo de Kioto y su impacto en las empresas españolas*. Pág. 135.

⁸³² Euguren (2004), detalla los costos de transacción asociados a este tipo de proyectos; estima un total de 200 mil dólares en tareas de preparación, verificación, validación y acuerdos de reducción de emisiones. Ver: Euguren, L. (2004) *El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas*. Pág. 38.

⁸³³ Siguiendo a Boyd, Gutiérrez y Chang (2007), observamos que unas normas específicas para este tipo de programas en comunidades de bajos ingresos permiten reducir los costos de transacción; destacan que una cuidadosa atención a las realidades y necesidades locales, dentro de la planificación de proyectos, diseño, implementación, monitoreo y evaluación *ex post*, puede hacer la diferencia en asegurar la viabilidad de los proyectos, así como su credibilidad como herramienta para la promoción del desarrollo sostenible. Ver: Boyd, E.; Gutierrez, M. y Chang, M. (2007) “Small-scale forest carbon projects: Adapting CDM to low-income communities”. *Global Environmental Change*. Vol. 17. Núm. 2. Págs. 250-259.

registrado o en trámite dentro de la categoría y tecnología, sino que sólo se encuentra a un límite de al menos un kilómetro de distancia⁸³⁴.

Derivado de lo anterior, los proyectos de pequeña escala, dentro del MDL, responden a la necesidad de promover el desarrollo de nuevos proyectos, eliminando las dificultades y los obstáculos tradicionales. El criterio clave es la admisibilidad, que debe entenderse como la facilidad para ejecutar proyectos que cumplan con los objetivos de emisiones. Diversos autores, como Henman, Hamburg y Vega (2008), analizan la capacidad de este tipo de proyectos de pequeña escala para enfrentarse a los problemas legales inmersos en su ejecución⁸³⁵. Por su parte, Sutter (2001) pone énfasis en los costos asociados en la validación, monitoreo y certificación y además en los diversos riesgos. Otros autores, como Peters y Brunt (2004), resaltan los problemas de financiación, así como la capacidad para proporcionar asistencia por parte de los desarrolladores de los proyectos⁸³⁶.

3.1.5.3 La Implementación Conjunta

Este mecanismo, también llamado Implementación Conjunta (*Joint Implementation*), es un sistema que permite ejecutar el principio de cooperación internacional. Está inspirado en la Convención Marco sobre

⁸³⁴ En este sentido Dudal y Plummer (2007), detallan los tipos de proyectos que se pueden desarrollar a pequeña escala. También se puede consultar la Decisión 4/CMP.1 “Orientación relativa al mecanismo para un desarrollo limpio” del Doc. FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.1. Págs. 46 y 53, así como: Dudal, R. y Plummer, J. [Eds.] (2007) *Secuestro de carbono en tierras áridas*. Informes sobre los recursos mundiales de los suelos. FAO. Págs. 103 y 104.

⁸³⁵ Los autores van desvelando las barreras de entrada en estos programas en la región de Iquitos-Nauta en Perú. Observan cómo la complejidad en la elaboración del “Documento de Diseño de Proyecto MDL”, así como la falta de capacidad local son unas de las principales limitaciones. Entienden que la simplificación de las normas forestales MDL, en combinación con una ampliación de las actividades elegibles con un enfoque más holístico para el uso del suelo, reduciría los costos de transacción; así el efecto neto de estos cambios impactaría un área mayor, es decir proporcionaría un beneficio directo climático en la captura de carbono. Ver: Henman, J.; Hamburg, S. y Vega, A. (2008) “Feasibility and Barriers to Entry for Small-Scale CDM Forest Carbon Projects: A Case Study from the Northeastern Peruvian Amazon”. *Carbon & Climate*. Núm. 254. Págs. 254-263.

⁸³⁶ Ver: Sutter, C. (2001), *Small-Scale CDM Projects: Opportunities and Obstacles. Can small-scale projects attract funding from private CDM investors?*, Conclusions and Recommendations of the Study, Factor Consulting + Management AG and Dasag Energy Engineering Ltd., Zurich, Vol. 1. Págs. 9-27, así como: Peters, R. y Brunt, C. (2004) *Small-Scale CDM Project Development: Key Issues and Solutions*. Págs. 11-26.

Cambio Climático (CMCC)⁸³⁷. En ella se estableció como objetivo estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero, reduciendo sus efectos sobre el clima a nivel mundial⁸³⁸. Como establece la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN), se trata de una transferencia de emisiones de un país industrializado a uno en vías de desarrollo⁸³⁹.

Podría lograrse esta reducción de GEI mediante la aplicación de nuevas tecnologías, así como por medio de la generación y ampliación de sumideros. En este tenor, Manso (1998) señala la gran diferencia en los costos marginales de reducción de GEI que existe entre los países, aunado a la inversión en actividades de Implementación Conjunta (IC) en los sectores forestal y de energía en los países en desarrollo⁸⁴⁰.

Siguiendo lo señalado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)⁸⁴¹, hay tres maneras de implementar este mecanismo: primero, como opción costo-efectivo para que los países desarrollados puedan financiar el logro de compromisos GEI; segundo, como primer paso a un sistema de cuotas internacionales de GEI para los países firmantes de los compromisos; tercero, como medio para explorar el costo efectivo y llevar o traer nuevas fuentes de emisión o sumideros a un

⁸³⁷ Siguiendo a Ibarra (2012), existen dos predecesores de este mecanismo; el primero se encuentra en el Protocolo de Montreal. El segundo es el Protocolo al Convenio de Contaminación Atmosférica Transfronteriza. En ambos casos, está estipulado en el artículo 2 de cada uno de estos protocolos. Sin embargo, el jurista belga Axel Gosseries entiende que es un acto sin precedente porque, en los casos en mención, la implementación conjunta está basada en una cuota y la implementación conjunta que establece el protocolo de Kioto se basa en proyectos. Ver: Gosseries, A. (1999) "The legal architecture of Joint Implementation: what do we learn from the pilot phase?" *Environmental Law Journal*. Vol. 7. Núm. 1. Citado en Ibarra, R. (2012) "El Mecanismo Desarrollo Limpio". *Revista de Derecho Ambiental*. Núm. 20. Págs. 235-236.

⁸³⁸ Jackson (1995) hace hincapié en la necesidad de pautas metodológicas bien desarrolladas en virtud de las cuales los costos y la rentabilidad se puedan evaluar. Advierte acerca de los peligros inherentes de permitir el comercio *ad hoc* en créditos de emisión por una comunidad heterogénea de inversores privados. Ver: Jackson, T. (1995) "Joint implementation and cost-effectiveness under the Framework Convention on Climate Change". *Energy Policy*. Vol. 23. Núm. 2.

⁸³⁹ Ver: UICN (2003) *Carbono, bosques y gentes. Hacia el secuestro integrado del carbono, el medioambiente y los medios de vida sostenibles*. Pág. 14.

⁸⁴⁰ Es interesante el caso de Costa Rica, que diseñó diferentes medidas y estrategias con el fin de beneficiarse de este mecanismo. De hecho, como señala Manso (1998), desarrolló un programa nacional de implementación conjunta en el cual diferentes agencias gubernamentales de distintos niveles se coordinan para establecer proyectos que permitan captar fondos de este mecanismo. A tales efectos firmó diversos convenios entre el sector público y privado para orientar los proyectos. Ver: Manso, P. (1998) *Energía, Cambio Climático y Actividades de implementación conjunta*.

⁸⁴¹ Por sus siglas en inglés: *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.

sistema internacional de GEI⁸⁴².

Según Bush, Harvey, Slaghuis, Te Giffel, Beumer, y Andre (1997), podemos resumir cómo las principales ventajas que se atribuyen a la implementación conjunta:

- 1) Atraer inversiones para la reducción de emisiones, lo que permitirá una reducción en su costo.
- 2) Impulsar la generación de fondos privados para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en una época de disminución de los recursos del gobierno.
- 3) Propiciar una mayor flexibilidad desde la política, que puede facilitar la negociación de los objetivos de reducción más estrictos para los países industrializados, al permitir el cumplimiento parcial del objetivo a través de proyectos de aplicación conjunta.
- 4) Fomentar las inversiones que permitan la transferencia tecnológica en la creación de capacidades que promuevan el desarrollo sostenible⁸⁴³.

Siguiendo a Michaelowa (1998), podemos afirmar que el éxito de la Implementación Conjunta, depende del grado en que realmente reduce las emisiones de GEI. Por lo que los diferentes actores deben ser llevados a publicar estimaciones creíbles de reducción de emisiones antes de que comience un proyecto⁸⁴⁴. Como comenta Pearce (1995), la cantidad de

⁸⁴² Ver: FAO (2000) *Sistemas de uso de la tierra en los trópicos húmedos y la emisión y secuestro de CO₂*. Pág. 65.

⁸⁴³ Bush, Harvey, Slaghuis, Te Giffel, Beumer, y Andre (1997) asumen dos supuestos: por un lado, la estabilización de la población, que promueve políticas para limitar el crecimiento de la población del mundo en desarrollo. Estas opciones incluyen la reducción de la demanda de las familias numerosas a través de inversiones que reduzcan la mortalidad infantil, mejoras en el nivel educativo y el estatus de las mujeres, y seguridad en la vejez; aumentar el intervalo entre los nacimientos mediante la reducción de los embarazos no deseados a través de programas de planificación familiar fortalecidos. Se pretende con ello conseguir una reducción significativa de CO per cápita. Por otro lado, limitar el aumento de las emisiones de GEI en los países en desarrollo para limitar drásticamente el aumento de las emisiones de los países en desarrollo, ya que construir una infraestructura moderna y mejorar el nivel de vida de su población requieren una rápida transferencia de las tecnologías de uso final de la oferta y la energía más eficiente, ya que se mejoran constantemente por los países industrializados. También se requerirá una rápida eliminación de las subvenciones a los combustibles fósiles. Ver: Bush, E.; Harvey, L.; Slaghuis, B.; Te Giffel, M.; Beumer, R. y Andre, G. (1997) "Joint implementation and the ultimate objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change". *Global Environmental Change*. Vol. 7. Núm. 3. Págs. 265-285.

⁸⁴⁴ Michaelowa (1998) comenta que en los proyectos IC existen incentivos para "engañar", ya que las ganancias que derivan de las inversiones dependen de acreditar la reducción de

reducción de emisiones depende de las emisiones que se habrían producido sin el proyecto⁸⁴⁵.

El mecanismo de Implementación Conjunta es visto como iniciativa intergubernamental⁸⁴⁶ porque busca promover que los emisores GEI en los países desarrollados inviertan en actividades que reduzcan dichas emisiones en otros países, particularmente en los menos desarrollados, como una forma de lograr la estabilización de las concentraciones de estos gases en la atmósfera y de este modo frenar el calentamiento global⁸⁴⁷. El mecanismo permite promover el desarrollo conjunto de tecnología, así como su transferencia⁸⁴⁸. En la práctica, la implementación conjunta se realiza a través de asociaciones entre empresas inversoras de los países

emisiones. Por tanto, es posible exagerar las posibles reducciones de emisiones y las posibles estimaciones que se dan para garantizar proyectos futuros. Para ello es necesario un sistema de seguimiento. Ver: Michaelowa, A. (1998) "Joint Implementation the baseline issue: Economic and political aspects". *Global Environmental Change*. Vol. 8. Núm. 1. Págs. 81-92.

⁸⁴⁵ Señala la dificultad de su aplicación y pone énfasis en el diseño de incentivos compatibles, así como en el seguimiento y la determinación de quién negocia los beneficios. Sin embargo, subraya que los países ricos pueden ver el mecanismo como una forma de "escapar" de sus propias obligaciones. La cuestión de comprometerse seriamente invita a fortalecer los convenios existentes y generar otros nuevos que puedan tener mayores beneficios a los países en desarrollo. Ver: Pearce, D. (1995) *Joint Implementation: A General Overview*. Pág. 17.

⁸⁴⁶ Bush, Harvey, Slaghuis, Te Giffel, Beumer, y Andre (1997) comentan que, aunque los acuerdos IC se formalizan entre dos gobiernos se fomentan una serie de incentivos a nivel nacional para reducir sus propias emisiones GEI. Por tanto, los emisores individuales del sector privado tendrían un incentivo para invertir en proyectos de implementación conjunta, siempre que el costo por unidad de emisión sea menor que el costo que incurriría en la reducción de sus propias emisiones. También supone que el inversor podría pagar sólo el costo incremental de un proyecto de reducción de la emisión, es decir, del costo en el que, de otra manera, no hubiese incurrido. Ver: Bush, E.; Harvey, L.; Slaghuis, B.; Te Giffel, M.; Beumer, R. y Andre, G. (1997) "Joint implementation and the ultimate objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change". *Global Environmental Change*. Vol. 7. Núm. 3. Págs. 265-285.

⁸⁴⁷ Rodríguez (2006) analiza un ejemplo mediante programas para la promoción del desarrollo productivo y la economía social en la provincia de Buenos Aires. Apunta que este tipo de recursos pueden dejar capacidad instalada en el territorio "con la que diversos actores pueden continuar un proceso de desarrollo de forma más autónoma". Ver: Rodríguez, P. (2006) "Participación y descentralización en la implementación conjunta de los planes 'Manos a la obra' y 'El trabajo dignifica' en la provincia de Buenos Aires". *Gazeta de Antropología*. Vol. 22. artículo 34. Pág. 8.

⁸⁴⁸ Para Ramos (2001), la implementación conjunta es vista como un "crédito" de CO₂, que no fue emitido, y apunta que en la práctica esto implica un intercambio de reducción de emisiones entre países. Ver: Ramos, J. (2001) "De Kyoto a Marrakech: Historia de una flexibilización anunciada". *Ecología Política*. Vol. 22. Págs. 45-56.

industrializados y sus homólogas en países en vías de desarrollo⁸⁴⁹.

En diferentes países donde se han establecido proyectos de implementación conjunta, se ha visto, como comentan Shishlov, Bellassen y Leguet (2012), que hay que poner énfasis en la asignación de derechos de emisión, así como en la voluntad política⁸⁵⁰.

En la actualidad, la regulación del mecanismo se encuentra en un estadio incipiente. Pese a ello, se ha establecido un órgano supervisor, el Comité de Supervisión establecido en el Artículo 6 encargado de elaborar normas adicionales que permitan regular el funcionamiento del Mecanismo de Aplicación Conjunta, para la validación y verificación de los proyectos.

3.1.5.4 Proceso de validación de proyectos de MDL/AC

Según Burian (2006) existen tres criterios que los proyectos deben satisfacer como herramienta de análisis y evaluación de proyectos de sostenibilidad: resultados consistentes, exhaustividad y eficiencia. Con ello se da validez a los resultados mediante diferentes indicadores que muestren la eficiencia. Por lo anterior las metodologías de evaluación tienen que establecer criterios sociales, ambientales y económicos⁸⁵¹. Este autor sugiere herramientas que utilizan enfoques *Multi-criterio*, que permiten evaluar no sólo un único aspecto del desarrollo, sino varios.

⁸⁴⁹ Schneider y Samaniego (2009) comentan que la parte inversora suministra la tecnología requerida y el capital financiero, mientras que el país receptor aportará el sitio, el personal y la organización que se requiera para la puesta en marcha y continuidad del proyecto. Los autores apuntan que las actividades conjuntas que se realizan deben orientarse al apoyo de las prioridades ambientales y las estrategias de desarrollo sostenible de cada nación; se dará prioridad a aquellos proyectos que contribuyan a la disminución de GEI globales. Ver: Schneider, H. y Samaniego, J. (2009) *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios*. CEPAL. Pág. 24.

⁸⁵⁰ Shishlov, Bellassen y Leguet (2012) concluyen que se ha visto que, por un lado, hay algunos países que carecen del incentivo económico en su presupuesto de GEI y, por lo tanto, tienden a ser menos estrictos en el requisito de adicionalidad. Por otro lado, hay países que tienen el incentivo económico integrado para encontrar el equilibrio adecuado entre la adicionalidad y los costos de transacción. Por eso tiene gran relevancia la Asignación de derechos de emisión. Ver: Shishlov, I.; Bellassen, V. y Leguet, B. (2012) "Joint implementation: a frontier mechanism with the borders of an emissions cap". *Climate Report*. Núm. 33. Pág. 28.

⁸⁵¹ Ver: Burian, M. (2006) *The Clean Development Mechanism, Sustainable Development and its Assessment*. Hamburg Institute of International Economics. Págs. 64-67.

3.1.5.4.1 Herramienta *South North*

Esta metodología de evaluación se basa en tres principios fundamentales: la innovación, la comparabilidad internacional y el rigor; este rigor se fundamenta en monitoreo, conservación, iteración y aprendizaje del par. Toma el nombre de la organización *South South North* (SSN), que es una ONG especializada en la buena implementación del MDL⁸⁵².

El mecanismo utiliza una matriz creada con el fin de evaluar y clasificar los proyectos desde el momento del diseño hasta la aprobación del proyecto; para ello consta de distintos indicadores, un prueba de elegibilidad, una prueba de desarrollo sostenible y una prueba de adicionalidad⁸⁵³. Este concepto es entendido como los efectos que derivan de la implementación de política pública⁸⁵⁴. Por eso la herramienta, como comenta Burian (2006), tiene la ventaja de eliminar indicadores sin importancia aunque puede ignorar indicadores de relevancia, ya que no toma en cuenta que cada proyecto tiene unas particularidades en su implementación según el lugar en el que se desarrolla⁸⁵⁵.

Esta herramienta tiene un punto débil, como comenta Sutter (2003), que entiende que la ponderación explícita de los criterios no se ajusta a las distintas preferencias. Este autor agrega que la SSN utiliza una suma simple, con lo cual se otorga el mismo peso a cada uno de los criterios. Por tanto, se

⁸⁵² Esta organización tiene su oficina principal en Sudáfrica, aunque su principal fuente de financiación es Holanda. Sus actividades se encuentran diversificadas en África del Sur, Brasil, Bangladesh e Indonesia. Esta ONG se centra en la buena ejecución de proyectos MDL y ha cobrado relevancia por la metodología que propone. Ver: www.southsouthnorth.org. Consultado el 12/10/2015.

⁸⁵³ La adicionalidad es un criterio importante en el momento de elegir los proyectos en el mercado de carbono, porque implica que la implementación de dicho proyecto conlleva un nivel de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) más bajo que el que habría existido en el escenario más probable si no se hubiera implementado dicho proyecto. Como comenta Doyle (2011), está presente en el artículo 12 del Protocolo de Kioto. Ver: Doyle, G. (2011) *Adicionalidad y permanencia*, en Costenbader, J. [Ed.] *Marcos jurídicos en materia de REDD: diseño e implementación en el nivel nacional*. Pág. 91.

⁸⁵⁴ En comparación con los efectos si no se hubiera aplicado. Ver: Bañón, R. (2003) *La evaluación de la acción y de las políticas públicas*. Pág. 149.

⁸⁵⁵ La matriz está diseñada para establecer un análisis de arriba hacia abajo. Se compone de tres pilares que cubren lo social, lo económico y los impactos ecológicos que son examinados conforme a una lista de indicadores. Eso significa que la lista de indicadores no es ajustable a las situaciones ni a las necesidades específicas de evaluación de los diferentes proyectos CDM. Ver: Burian, M. (2006) *The Clean Development Mechanism, Sustainable Development and its Assessment*. Pág. 68.

dificulta la evaluación, porque no todos los criterios poseen la misma relevancia y pertinencia⁸⁵⁶.

3.1.5.4.2 The Gold Standard

Es una herramienta que fue promovida por el Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF) y que es una etiqueta para proyectos MDL. Es un sello de calidad independiente para las reducciones de emisiones de CO₂. El objetivo de este tipo de evaluación es el de lograr un balance entre el rigor ambiental y el beneficio de los desarrolladores de proyectos.

El proyecto que quiere ser recompensado con esta etiqueta debe, como comenta Sutter (2003), por un lado, cumplir los criterios del proceso de aprobación del país anfitrión, y, por otro, los requisitos propios de la etiqueta que se aquí se presentan:

- 1) Una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) debe cumplir con las normas legales nacionales, así como con normas mínimas establecidas por el WWF.
- 2) Debe llevarse a cabo una participación pública explícita. WWF define los elementos mínimos de dicha participación pública.
- 3) El proyecto se evalúa de acuerdo con diferentes criterios de las categorías ambiental, social y económico-tecnológico, por medio de indicadores predefinidos. Los proyectos tienen que demostrar los beneficios netos positivos en cada una de estas categorías⁸⁵⁷.

La metodología Gold Standard utiliza un enfoque de abajo hacia arriba y asume que existe información imperfecta, por lo que la comunidad debe participar intensamente en la definición de indicadores sociales, económicos y ambientales.

La herramienta establece criterios de elegibilidad de proyectos como ubicación, metodología y los tipos de gases GEI, además de indicadores como calidad del aire y del agua, condición del suelo, biodiversidad, empleo que se fomentará, forma de vida de la población, acceso a servicios de

⁸⁵⁶ El autor expone: “*This integrated normative element is likely to distort the overall results*”. Ver: Sutter, C. (2003) *Sustainability Check-Up for CDM Projects*. Swiss Federal Institute of Technology Zurich. Energy & Climate. Pág. 39.

⁸⁵⁷ Ver: Sutter, C. (2003) *Sustainability Check-Up for CDM Projects*. Pág. 44.

energía y transferencia tecnológica, entre otros. Con base en estos criterios e indicadores se realiza la evaluación pertinente.

3.1.5.4.3 Evaluación Multiatributo de Proyectos MDL (MATA-CDM)

Según Heuberger, Brent, Santos, Sutter e Imboden (2007) esta herramienta de evaluación fue desarrollada por el Departamento de Física Ambiental de la ETH Zurich⁸⁵⁸. Se aplicó por primera vez en Sudáfrica, en cooperación con la Universidad de Pretoria, Pricewaterhouse Co, así como con urbanizadores y desarrolladores del Departamento de Asuntos Ambientales y Turismo (DEAT). Se seleccionó un conjunto de criterios e indicadores de sostenibilidad, utilizando para ello el trabajo existente como referencia. La herramienta fue inspirada por la Teoría de Utilidad Multi-Atributo (TUMA). Su diseño contempla cinco pasos: Identificar los criterios de sostenibilidad; definir los indicadores especificando las funciones de los mismos; ponderar los criterios de evaluación; evaluar el proyecto MDL; y agregar e interpretar los resultados obtenidos⁸⁵⁹.

La diferencia en la metodología MATA-CDM se encuentra en la evaluación de las preferencias de los tomadores de decisiones, además de la incorporación de otros indicadores contenidos en la evaluación, para ello se realiza un promedio aritmético de las preferencias individuales. El método, como comenta Nussbaumer (2009), implica el diseño de una función de utilidad para cada criterio. El principio básico para el diseño de las funciones de utilidad es la utilidad máxima. Una utilidad cero caracteriza un estado neutral en la influencia del proyecto y una utilidad negativa significa un impacto negativo del proyecto para ese criterio en particular⁸⁶⁰.

Existen otras metodologías, como las propuestas por Olsen y Fenhann (2008), que se basan en una clasificación para evaluar los beneficios en sostenibilidad derivados de los proyectos MDL, por lo que se requiere un

⁸⁵⁸ Del alemán: *Eidgenössische Technische Hochschule Zürich* (ETH).

⁸⁵⁹ Ver: Heuberger, R.; Brent, A.; Santos, L.; Sutter, C. e Imboden, D. (2007) *CDM* "Projects under the Kyoto Protocol: A methodology for sustainability assessment. Experiences from South Africa and Uruguay". *Environment, Development and Sustainability*. Vol. 9. Núm. 1. Págs. 33-48.

⁸⁶⁰ Como comenta Nussbaumer (2009), esta metodología se adapta a las necesidades específicas de cada evaluación, con especial énfasis en el respeto del principio de la inconmensurabilidad de los diferentes indicadores. Ver: Nussbaumer, P. (2009) "On the contribution of labelled Certified Emission Reductions to sustainable development: A multi-criteria evaluation of CDM projects". *Energy Policy*. Vol. 37. Núm. 1. Págs. 94 y 99.

monitoreo equiparable a la verificación de reducción de emisiones de gases, es decir una medida cuantificable⁸⁶¹.

3.1.5.5 El Mercado de los Bonos de Carbono

Los mercados de bienes públicos, siguiendo a Vogel (2012), son los mercados de futuro. Así se cree que el mercado de carbono se convertirá en el mayor mercado de mercancías⁸⁶². Por ello comercializar bonos de carbono es comercializar un bien público global, aunque los estados se apropien de este derecho⁸⁶³. Cabe puntualizar que el término “Bonos de Carbono” es comúnmente utilizado para referirse a un conjunto de instrumentos y actividades que fomentan la reducción de emisiones. Vázquez (2011) comenta que, de acuerdo con la forma en que estos fueron generados, se pueden concentrar en Unidades de Remoción de Emisiones (RMU), Montos Asignados Anualmente (AAU) y Reducciones Certificadas de Emisiones (CER)⁸⁶⁴.

3.1.5.5.1 Unidades de Remoción de Emisiones (RMU)

Estas unidades corresponden a los créditos que fueron obtenidos por un país en concreto durante proyectos de captura de carbono. A estas unidades o créditos sólo pueden acceder los países contenidos en el Anexo I del Protocolo de Kioto. Pueden obtenerse también en proyectos de

⁸⁶¹ Como comentan Olsen y Fenhann (2008), su metodología es complementaria. A pesar de que utiliza el proyecto individual de MDL como su unidad de análisis, hay un amplio margen para analizar los niveles agregados. Entienden que la herramienta puede ser usada para monitorear los proyectos que utilizan el enfoque programático y medir los beneficios. Ver: Olsen, K. y Fenhann, J. (2008) “Sustainable development benefits of clean development mechanism projects A new methodology for sustainability assessment based on text analysis of the project design documents submitted for validation”. *Energy Policy*. Núm. 36. Pág. 2830.

⁸⁶² Ver: Vogel, J. (2012) *La Economía de la Iniciativa Yasuni-ITT: Cambio Climático Como Si importa la termodinámica*. Pág. 24.

⁸⁶³ Como señalan Capoor y Ambrosi (2007), la integridad del mercado se basa en la claridad y la simplicidad de sus reglas, y la transparencia de la información y de las instituciones que protegen contra el fraude y la manipulación. Por ello es necesario que diversos sectores se involucren, como la vivienda y el transporte. Establecen que se requiere un esfuerzo sostenido y no aislado. Ver: Capoor, K. y Ambrosi, P. (2007) *State and trends of the carbon market 2007*. World Bank. Pág. 42. Consultado el 20/03/2014 y disponible: <https://openknowledge.worldbank.com/handle/10986/13406>

⁸⁶⁴ Ver: Vázquez, A. (2011) “El mercado de bonos de carbono”. *Derecho Ambiental y Ecología*. Núm. 41. Pág. 51.

Implementación Conjunta. Estos créditos son utilizados para cumplir con los compromisos de reducción de emisiones y no pueden ser considerados en compromisos posteriores a los ya pactados.

3.1.5.5.2 Montos Asignados Anualmente (AAU)

Corresponden a la cantidad total de emisión (monto) de gases de efecto invernadero que un país puede emitir a la atmósfera durante el período 2008-2012, tal como queda establecido en el Protocolo de Kioto. Cada país divide y asigna su respectivo monto a empresas localizadas en su territorio, y la suma de las emisiones que asigna a cada empresa no debe rebasar el total al que se ha comprometido cada país⁸⁶⁵.

⁸⁶⁵ Para mayor detalle, ver: García, M.; Yépez, E.; Garatuza, J.; Encinas, D.; Pérez, E. y García, L. (2012) “Mecanismo de Desarrollo Limpio para el comercio de carbono en un proyecto productivo”. *Revista Conacyteg*, Núm. 7. Págs. 945-958.

3.1.5.5.3 Las Reducciones Certificadas de Emisiones (CER)

A estos Certificados de Reducción de Emisiones⁸⁶⁶ tienen acceso aquellos países del Anexo I del Protocolo de Kioto que inviertan en proyectos conforme al Mecanismo de Desarrollo Limpio. Con ellos pueden obtener un monto equivalente a la cantidad de dióxido de carbono que se dejó de emitir a la atmósfera como resultado del proyecto. Para ello la junta ejecutiva del proyecto debe registrar, ante el Administrador de Registro de Certificados (órgano interno de la Junta Ejecutiva), el proyecto, sus características y la cantidad prevista de dióxido de carbono con el fin de mantener un registro actualizado.

Cada propietario de las CER tiene la facultad de negociar directamente en los mercados internacionales mediante entidades comercializadoras de CER. Deben cumplir con los requisitos establecidos por el Consejo Ejecutivo del Mecanismo de Desarrollo Limpio⁸⁶⁷.

La institución financiera *Cantor Fitzgerald* establece algunos determinantes del precio de los bonos de carbono como son el tipo de instrumento, el segmento del mercado, la distribución del riesgo entre el ofertante y el demandante, la estabilidad financiera del proyecto y los trámites para iniciarlo⁸⁶⁸.

En la práctica, el comercio de emisiones se ha ceñido principalmente a las reducciones de CO₂. Aunque existe un movimiento importante de transacciones comerciales, relacionado con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero sin embargo, en algunos casos las reducciones

⁸⁶⁶ CER, por su sigla en inglés (*Certified Emission Reductions*), que representa una tonelada métrica de emisiones de dióxido de carbono no emitida a la atmósfera.

⁸⁶⁷ Ya que cada certificado tiene la propiedad de ser un contrato formal mediante el cual se establecen los derechos de cada una de las partes que se involucren en el proyecto. De acuerdo con los datos de Bauer (2005), América Latina representa el 35% de los Certificados de Reducción de Emisiones (CERs) generados a nivel internacional, después China e India ambos con 12% cada uno, África 8% y el 25% restante, diferentes países de Asia. Ver: Bauer, M. [Cord.] (2005) *Guía Latinoamericana sobre el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto: metodologías para la implementación de los Mecanismos Flexibles de Kioto–Mecanismo de Desarrollo Limpio en Latinoamérica*. España, Unesa. Pág. 11.

⁸⁶⁸ Institución que desde 1945 opera y promueve la inversión en diferentes instrumentos verdes, como son los bonos de carbono. Ver: <http://www.cantor.com/> Consultado el 12/10/2015.

son ficticias⁸⁶⁹.

Algunas organizaciones de ecologistas señalan que no se puede comparar las emisiones de Rusia y Ucrania, porque existen serias dudas acerca de si tuvieron lugar: hay un sistema que se conoce como comprar “aire caliente”, (financiar una instalación eólica para suministro eléctrico en una zona que carece de él), mediante la cual se obtienen notables mejoras ambientales⁸⁷⁰. Otra de las organizaciones que denuncian los escasos beneficios y el costo elevado de los proyectos es *International Rivers*, que establece que el 96% de los proyectos que se beneficiaron con créditos presentaban datos falsos⁸⁷¹.

El propio protocolo de Kioto, en el marco de los proyectos MDL, establece que, dentro del sistema de comercialización, pueden desarrollarse transacciones de las CER mediante tres tipos de modelos de comercialización: unilateral, bilateral y multilateral.

3.1.5.5.4 Modelo de Comercialización Unilateral

Según Arcila (2000), el modelo plantea la ausencia de países que integren el Anexo I en el desarrollo, la financiación y la implementación del proyecto MDL. Por tanto, corre por cuenta del huésped o país anfitrión. Independientemente de lo anterior, el proyecto MDL requiere que se apruebe el diseño, que es la línea base del mismo, para que una vez que sean certificadas las reducciones, el país anfitrión pueda negociarlas con los gobiernos del Anexo I⁸⁷².

⁸⁶⁹ Como comenta Tickell (2009), el Protocolo de Kioto ha estimulado un aumento de las emisiones, en vez de reducirlas, y apunta que en muchos sentidos es solo “aire caliente”. Ver: Tickell, O. (2009) *Kioto 2*. Pág. 49.

⁸⁷⁰ La organización “*ecologistas en acción*” rechaza los proyectos provenientes de Europa del Este, ya que hacia 1990 las emisiones de estos países disminuyeron de por sí radicalmente, aspecto que fue tomado por Kioto para establecer la línea base para las mediciones y criterios de reducción de emisiones. Ver *Ecologistas en Acción*. <http://www.ecologistasenaccion.org/article1087.html>. Consultado el 28/09/2013.

⁸⁷¹ La organización hace un recuento en prensa de diferentes diarios como *The Guardian*, *The Newsweek* o el *Wall Street Journal* en los que se evidencian incompetencias y fraudes en la ejecución del MDL. Así apunta a establecer un límite máximo de emisiones vinculantes para todos los países desarrollados, además de poner énfasis en el proceso de validación de proyectos, pues esta etapa de seguimiento es vital para el buen funcionamiento de cada proyecto. Ver: McCully, P. [Ed.] (2008) *La gran estafa de las compensaciones de carbono. Por qué no funcionan las compensaciones de carbono*. *International Rivers*. Págs. 2, 10 y 13.

⁸⁷² Ver: Arcila, D. (2000) *Negociación de Servicios Ambientales en Las Bolsas de Productos Agropecuarios*. VII Encuentro de la Asociación Panamericana de Bolsas de Productos. Pág. 20.

3.1.5.5 Modelo de Comercialización Bilateral

En este modelo se permite que uno o más países del Anexo I o entidades públicas o privadas autorizadas por él, puedan, bajo su responsabilidad, desarrollar un proyecto en un país anfitrión como participantes directos en la implementación de un proyecto MDL, como establecen los Artículos 12.3 y 9 del Protocolo de Kioto. De este modo la selección del proyecto, la financiación y el beneficio de los créditos se hacen de modo conjunto entre las partes. Desde la perspectiva de los países desarrollados, la formulación bilateral impone costos de transacción más altos que las demás opciones de cumplimiento. Esto los obliga a buscar un socio dentro de los países en vías de desarrollo, a estudiar y negociar su participación en un proyecto, a asumir los costos legales y a administrar el proyecto conjuntamente⁸⁷³.

3.1.5.6 Modelo de Comercialización Multilateral

En este tipo de modelo los recursos financieros de los países del Anexo I están centralizados en un fondo de inversión y son intercambiados por el de los países que no forman parte del Anexo I mediante el intercambio de los CER. Así, en este modelo se distingue un actor no tradicional, el “fondo de carbono”⁸⁷⁴ que, como comenta Lozano (2009), actúa como intermediario, al

⁸⁷³ Debido a que los países desarrollados son “el socio inversor” adquieren un control sobre el proyecto, por lo que tienen la facultad de valorar previamente sus intereses particulares en relación con el tipo de proyectos que se pretendan ejecutar y el lugar dónde se realice. Esto ha propiciado una distribución desequilibrada de proyectos MDL. El modelo bilateral ha recibido muchas críticas, generalmente por no beneficiados, ya que entienden que prevalecen criterios financieros o estratégicos. Ver: *La Estructura del Mecanismo de Desarrollo Limpio*. Center for Sustainable Development in the Americas (CSDA). Washington, D.C. Octubre, 2000. Págs. 7-8. Consultado el 12/07/2013 en: <http://www.figueresonline.com/publications/modelos.pdf>.

⁸⁷⁴ Los Fondos de Carbono son mecanismos de inversión que permiten financiar la compra de emisiones en proyectos que contribuyen con la reducción de GEI en países en desarrollo. Estos Fondos pueden ser públicos o privados, o ambos. Fueron diseñados para el mercado de carbono y prestan diversos servicios con una variedad de actores para identificar proyectos y acordar contratos para la compra de los créditos: inversores (inversionistas institucionales públicos y privados, empresas, etc.), propietarios de proyectos, abogados, sociedades de gestión y los corredores, con el fin de promover, como comentan Alberola y Stephan (2010), el desarrollo de proyectos MDL locales, en los países de destino. Ver: Alberola, E. y Stephan, N. (2010) *Carbon Funds in 2010: Investment in Kyoto credits and emissions reductions*. Climate Report. Policy Measures. Pág. 6.

proveer asesoría financiera, así como el arreglo de los precios de las CER⁸⁷⁵. Fue el Banco Mundial la primera entidad en establecer este tipo de fondos⁸⁷⁶. Los créditos pueden venderse a través de un mercado centralizado a los inversionistas, por lo que la oportunidad se centra en consolidación de este mercado.

Podemos señalar algunos de los Fondos de Carbono, como *Prototype Carbon Fund* (PFC), *Community Development Carbon Fund* (CDCF), *BioCarbon Fund*, todos ellos promovidos por el Banco Mundial o el Fondo Holandés CERUPT, la *International Finance Corporation* (IFC), el Fondo Alemán del Carbono, el Fondo Japonés de Carbono, el Programa Latinoamericano de Carbono, el Fondo Europeo de Carbono, el Fondo Comunitario de Desarrollo, el Fondo Italiano de Carbono, el Fondo Español de Carbono, el Fondo Danés del Carbono, los Fondos de México, Argentina y Perú, entre otros. Todos ellos están diseñados para promover la ejecución de proyectos, al captar y transmitir recursos según sus propios criterios, para lo cual se transfieren los derechos de CER a cada Fondo de inversión⁸⁷⁷.

Las transacciones de CER pueden clasificarse por la forma y tipo de pago. La más directa es “por adelantado”⁸⁷⁸; después están los contratos “forward”, que pueden ser de dos tipos: a precio fijo o a precio variable⁸⁷⁹. Además de las anteriores, se contempla la modalidad de prepago con la opción de mantener el precio fijo, y por último, el llamado “mercado

⁸⁷⁵ Ver: Lozano, B. (2009) *Derecho ambiental administrativo*. Dykinson. Madrid. Pág. 558.

⁸⁷⁶ Como comentan Hernández y Del Río (2007), la participación gubernamental ira decreciendo a medida que aumenta la participación privada, permitiendo así reducir riesgos y aumentar inversiones. Ver: Hernández, F. y Del Río, P. (2007) *El protocolo de Kioto y su impacto en las empresas españolas*. CSIC. Pág. 149.

⁸⁷⁷ Al respecto ver: Wilder, M. y Willis, M. (2007) “Carbon contracts, structuring transactions: practical experiences”. *Environmental Liability*. Núm. 15. Pág. 101.

⁸⁷⁸ Es el comprador quien paga la totalidad de los certificados que se emiten durante el plazo del contrato. El comprador asume los riesgos del proyecto, obteniendo a cambio precios bajos de las CER. Sin embargo, como señalan Neeff y Henders (2007), los perfiles de riesgo de los CER dependen del estado de ciclo del proyecto: cuanto más adelantado este el proyecto, más factible será su expedición; por tanto el comprador asume un riesgo bajo. Ver: Neeff, T. y Henders, S. (2007) *Guía Sobre Los Mercados y la Comercialización de Proyectos Mdl Forestales*. Centro Agronómico Forestal de Capacitación y Enseñanza. Costa Rica. Pág. 25.

⁸⁷⁹ Parte, como comenta Fernández (2011), de un contrato mercantil que contempla la entrega con un plazo definido. La entrega tiene dos divisiones: a precio fijo, en la que el comprador acuerda un precio, fijo para todo el período del contrato; el vendedor asume el riesgo de cumplir con las CER al precio acordado. En la modalidad precio variable, en cambio, el comprador se compromete a adquirir las CER generadas en el período del contrato considerando una variación en los precios. Evidentemente, existe un riesgo debido a la fluctuación en los precios, así como por el número de CER acordadas. Ver: Fernández, R. (2011) *La dimensión económica del desarrollo sostenible*. Pág. 233.

spot”⁸⁸⁰.

El mecanismo de flexibilidad utilizado en la ejecución de proyectos de reducción de emisiones de GEI o su remoción mediante el secuestro de carbono a través de “sumideros” o captura y almacenamiento de CO₂, que abordaremos más adelante, es promovido desde los Estados. Sin embargo, esta tarea no está reservada exclusivamente a los países desarrollados, por lo que las empresas que se encuentren debidamente autorizadas por dichos países podrán ejecutar proyectos, siempre que cuenten con una “carta de aprobación”⁸⁸¹. Pero es la empresa quien asume los costos, riesgos y responsabilidades del proyecto⁸⁸². Independientemente de las acciones que los Estados realicen para cumplir con los compromisos, las empresas privadas que participen como actores deberán cumplir las obligaciones estatales.⁸⁸³

⁸⁸⁰ En la modalidad de prepago, se realiza un anticipo del CER con la finalidad de mantener el precio de los certificados. El comprador adquiere un número determinado de CER y recibe el derecho de hacer una compra a futuro. El vendedor asume el riesgo de no obtener los CER pactados, aunque al contar con un comprador fijo, tiene una ventaja. En el caso del “mercado spot”, recibe un solo pago de la entrega y, como comentan Méndez y Perugache (2012), es un mercado pequeño en comparación con el mercado de futuros: no alcanza el 10% de todo el mercado. Esta pequeña participación se entiende porque en el mercado de emisiones, los compromisos son verificados anualmente. Ver: Méndez, J. y Perugache, C. (2012) “Causalidad y sensibilidad entre precios de los derechos de emisión europeos y los certificados de reducción de emisiones de mecanismos de desarrollo limpio en el mercado europeo de transacción de emisiones”. *Revista Estudios Gerenciales*. Vol. 28. Núm. 124. Págs. 141-167.

⁸⁸¹ Así en el Protocolo de Kioto se establece: “Podrán participar en el mecanismo para un desarrollo limpio, en particular en las actividades mencionadas en el inciso a) del párrafo 3 supra y en la adquisición de unidades certificadas de reducción de emisiones, entidades privadas o públicas, y esa participación quedará sujeta a las directrices que imparta la junta ejecutiva del mecanismo para un desarrollo limpio” Ver: artículo 12.9 del Protocolo de Kioto

⁸⁸² Las empresas que participan dentro del MDL adquieren obligaciones de reducción o limitación de emisiones de GEI frente a los gobiernos de los países donde operan. Como comenta Lafferriere (2008), buscan alternativas atractivas a la sola reducción de emisiones, los proyectos MDL dan la oportunidad de trasladar las reducciones a territorios extranjeros que son más baratas. Ver: Lafferriere, R. (2008) *El Mecanismo de Desarrollo Limpio Del Protocolo de Kyoto*. Pág. 56.

⁸⁸³ Esta acción se ve en el régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea, que no es un mecanismo sustitutivo o excluyente de políticas fiscales medioambientales. Como comenta Sanz (2007), permite a los Estados autorizar a terceros no estatales la adquisición de créditos de carbono a efectos de ser comerciados en el mercado de emisiones europeo. Con ello se posibilita que las empresas puedan acudir al MDL con proyectos o mediante la adquisición de RCE o URE. Ver: Directiva 2004/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE, en la que se establecía un régimen para el comercio de derechos de

Las limitaciones de emisiones GEI en proyectos orientados a secuestrar, fijar o capturar CO₂ propiciaron una nueva clasificación de los proyectos MDL. Esta categorización no fue desarrollada en el Protocolo de Kioto, ni deriva de los Acuerdos de Marrakech, sino que más bien fue la Junta Ejecutiva del MDL quien estableció una lista de sectores o “categorías” donde los proyectos del MDL pueden ser desarrollados para cumplir sus objetivos. Algunas de las principales categorías son la modernización o expansión de las estructuras existentes, las actividades de secuestro natural de CO₂, además de su captura y almacenamiento en formaciones geológicas⁸⁸⁴.

Según lo anterior, podemos identificar los sectores más importantes en que se desarrollan estos proyectos de captura GEI: industrias manufactureras, industria química, industria minera, industria metalúrgica, emisiones fugitivas de combustibles (sólidos, petróleo y gas), emisiones fugitivas de la producción y consumo de HFC, PFC, SF₆, gestión y almacenamiento de residuos, industria agrícola, así como industrias energéticas⁸⁸⁵.

Por otra parte, los proyectos del MDL en los que la contribución al objetivo de la CMNUCC no se produce por la reducción o limitación de emisiones de GEI, sino por la vía secuestro y/o absorción mediante sumideros biológicos o su captura y almacenamiento en formaciones geológicas, como comentan Amescua y Sandoval (2004), tienen como complejidad el hecho de que intervienen diferentes actores: los emisores GEI, los que llevan a cabo el proyecto de captura, las autoridades nacionales y los organismos internacionales⁸⁸⁶. Así estos proyectos tienen dos principales variantes: por un lado, los proyectos que permiten el secuestro natural de CO₂ y, por otro, los proyectos de captura y almacenamiento de CO₂ en formaciones geológicas.

emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad, con respecto a los mecanismos de proyectos del Protocolo de Kioto. Así como: Sanz, I. [dir.] (2007) *El mercado de derechos a contaminar: régimen jurídico-público del mercado comunitario de derechos de emisión en España*. Pág. 100.

⁸⁸⁴ Figueroa y Redondo (2007) señalan que el 25% de las emisiones procedentes de las centrales térmicas de carbón y su inyección en formaciones geológicas para su almacenamiento sería posible con un sistema de producción que debe permitir el secuestro del dióxido de carbono previo a su almacenamiento. Esto ayudaría a retrasar las emisiones a la atmósfera. Ver: Figueroa, M. y Redondo, S. (2007) *Los sumideros naturales de CO₂: una estrategia sostenible entre el cambio climático y el protocolo de Kyoto desde la perspectiva urbana y territorial*. Universidad de Sevilla. Secretariado de Publicaciones. Sevilla. Pág. 81.

⁸⁸⁵ Para mayor detalle sobre la distribución de proyectos del MDL por sectores, ver: <http://cdm.unfccc.int/Statistics/Registration/RegisteredProjByScopePieChart.html>. Consultado el 03/04/2014.

⁸⁸⁶ Ver: Vargas, A. y Yáñez, A. (2004) “La captura de carbono en bosques: ¿una herramienta para la gestión ambiental?”. *Gaceta Ecológica*. Núm. 70. Págs. 5-56.

- 1) Proyectos de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura, limitados a la forestación y reforestación “LULUCF”⁸⁸⁷. El Protocolo de Kioto permite, en su artículo 3.3, contabilizar la absorción verificable de carbono que se obtiene en actividades de cambio del uso de la tierra y la silvicultura. Sin embargo, esta posibilidad no fue incluida en dicho instrumento, pues el incremento de la absorción de GEI por sumideros como una categoría de proyectos certificables dentro del MDL fue omitido, y con ello se han suscitado diversos debates.

Siguiendo a Höhne, Wartmann, Herold y Freibauer (2007), durante tres años se generó una “ambigüedad constructiva” que produjo un fuerte debate: por una parte, se reconocen las actividades de forestación, reforestación y deforestación incluidas como importantes sumideros de GEI, ya que aumenta el número de hectáreas forestales. Por otra parte, se cree que la utilización de los sumideros naturales como un medio para absorber los GEI es una medida no exenta de riesgos, por no haber sido probada, y de difícil medición⁸⁸⁸.

Por su parte Schlamadinger, Bird, Johns, Brown, Canadell, Yamagata, y Ciccarese (2007) comentan que el sistema permite incluir las actividades LULUCF en las cuentas de los esfuerzos de mitigación GEI, pero apuntan a que no es un sistema perfecto y concluyen que existe una oportunidad de mejorar el mecanismo del acuerdo climático post-2012⁸⁸⁹. Otro de los aspectos que está en discusión es la temporalidad de los bosques, la permanencia del CO₂ secuestrado o los mecanismos de control; algunas

⁸⁸⁷ Por sus siglas en inglés “*Land Use, Land-Use Change and Forestry*”. Para mayor detalle: La Decisión 5/CMP.1 “*Modalidades y procedimientos para las actividades de proyectos de forestación y reforestación del mecanismo para un desarrollo limpio en el primer período de compromisos del Protocolo de Kyoto*” En anexo FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.1 de 30 de marzo 2006. Pág. 72 Consultado 20/04/2014 y disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2005/cmp1/spa/08a01s.pdf>

⁸⁸⁸ Estos autores comentan la labor del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (SBSTA por sus siglas en inglés) que interpretó los artículos de Kioto y con ello se alinea al objetivo de reducción de emisiones. Ver: Höhne, N.; Wartmann, S.; Herold, A. y Freibauer, A. (2007) “The rules for land use, land use change and forestry under the Kyoto Protocol-lessons learned for the future climate negotiations”. *Environmental Science & Policy*. Vol. 10. Núm. 4. Págs. 353-369.

⁸⁸⁹ Los autores presentan las actividades de LULUCF que derivan del Protocolo de Kioto y los Acuerdos de Marrakech. Puntualizan las dificultades asociadas con el acuerdo actual, y proponen seis criterios de evaluación de las propuestas para la inclusión de LULUCF en un futuro acuerdo. Ver: Schlamadinger, B. y Bird, N. [Eds.] (2007) “A synopsis of land use, land-use change and forestry (LULUCF) under the Kyoto Protocol and Marrakech Accords”. *Environmental Science & Policy*. Vol. 10. Núm. 4. Págs. 271-282.

organizaciones no gubernamentales, como *Climate Action Network*⁸⁹⁰, pone énfasis en la vigencia de los sumideros biológicos, ya que un sumidero de hoy puede convertirse en una fuente de emisión en el futuro.

Siguiendo a Saura (2003), observamos otro aspecto a debate, el impacto socioeconómico que los proyectos forestales generan, sobre todo en comunidades locales. Ha sido cuestionado para su admisión en los proyectos MDL⁸⁹¹. Estos debates han generado diversas visiones: algunos países muestran su apoyo a la admisibilidad general de proyectos de cambio de uso de la tierra y silvicultura, pero otros condicionan su decisión en función de menor grado de incertidumbre⁸⁹².

- 2) Proyectos de captura y almacenamiento de CO₂ en formaciones geológicas “CAC”⁸⁹³. El otro tipo de proyecto que ha generado debate es la captura y almacenamiento de CO₂ en formaciones geológicas⁸⁹⁴. La discusión se produjo cuando los Estados resolvieron la evaluación de las consecuencias de la posible inclusión de la CAC dentro del MDL⁸⁹⁵. Más adelante, en la

⁸⁹⁰ Climate Action Network es una organización no gubernamental que aglutina a más de 400 organizaciones en 85 países, con el compromiso es limitar el cambio climático. Para mayor detalle: www.climatenetwork.org. Consultado el 06/04/2014.

⁸⁹¹ Ver: Saura, J. (2003) *El cumplimiento del Protocolo de Kioto sobre cambio climático*. Universitat de Barcelona. Centro de Estudios Internacionales. Págs. 95-100.

⁸⁹² Siguiendo a Sanz (2007), los efectos negativos sobre la biodiversidad, con la puesta en marcha de este tipo de proyectos, propiciaba la animadversión de diversos grupos ecologistas y comunidades locales; sin embargo con la decisión 19/CP.9, los estados pueden evaluar los proyectos de forestación y reforestación, y si existen efectos negativos en especies autóctonas el Estado puede renunciar a los créditos obtenidos. Ver: Sanz, I. [Dir.] (2007) *El mercado de derechos a contaminar: régimen jurídico-público del mercado comunitario de derechos de emisión en España*. Pág. 442.

⁸⁹³ La Captación y el Almacenamiento de Carbono (CAC), “constituyen un proceso consistente en la separación del CO₂ emitido por la industria y fuentes relacionadas con la energía, su transporte a un lugar de almacenamiento y su aislamiento de la atmósfera a largo plazo”. Por tanto, es una medida de mitigación para la estabilización de las concentraciones atmosféricas de GEI. Ver: Metz, B.; Davidson, O.; Coninck, H.; Loos, M. y Meyer, L. (2005) *La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono. Resumen para responsables de políticas*. Informe del Grupo de Trabajo III del IPCC. Pág. 2.

⁸⁹⁴ La captación de CO₂ puede aplicarse a grandes fuentes puntuales. Así, el CO₂ sería comprimido y transportado para ser almacenado en formaciones geológicas, en el océano, en carbonatos minerales, o para ser utilizado en procesos industriales. Ver: Metz, B.; Davidson, O.; Coninck, H.; Loos, M. y Meyer, L. (2005) *La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono. Resumen para responsables de políticas*. Pág. 2.

⁸⁹⁵ En este sentido Salgado (2004) comenta que no existió consenso mundial en la metodología a utilizar para la contabilidad del carbono, aunque apunta que genera sesgos en las comparaciones. Sin embargo, en la Conferencia de las Partes se evaluaron las consecuencias de la posible inclusión de la CAC como actividades de proyectos del MDL, teniendo en cuenta los aspectos técnicos, metodológicos y jurídicos, dando lugar a la Decisión 2/CMP.4. De ella se desprende que el almacenamiento puede no ser permanente, y que las evaluaciones ambientales quedan a cargo del país de acogida. Ver: Salgado, L. (2004) *El mecanismo de desarrollo limpio en actividades de uso de la tierra, cambio de uso*

Decisión 2/CMP.5 la COP/MOP puntualizó la no permanencia; la medición, notificación y verificación; las actividades de proyectos; los efectos ambientales; la regulación dentro del derecho internacional; la responsabilidad; la seguridad; los seguros y la indemnización por daños⁸⁹⁶.

En el desarrollo de los proyectos CAC se gestan incertidumbres y lagunas de conocimiento sobre los costos, los efectos del ciclo de vida, la capacidad de almacenamiento y la permanencia. A pesar de estas incertidumbres y barreras, la comunidad de investigación es optimista. Por ejemplo, Hanssona y Bryngelssonc (2009) enfatizan la flexibilidad interpretativa de los proyectos CAC; afirman que es esencial explicar la variedad de perspectivas que permiten estas tecnologías, aunado a la urgencia por mitigar el cambio climático. Por ello, concluyen que resulta esencial contar con un marco que genere certidumbre⁸⁹⁷.

Los proyectos CAC, como comenta Coninck (2008), han suscitado gran debate porque no queda claro la contabilidad de emisiones, el beneficio de los países en desarrollo, el comercio y el mercado de estos proyectos, cuestiones de seguridad y orden y limpieza en los lugares de almacenamiento de CO₂, y el ciclo de vida de proyectos de CAC⁸⁹⁸. Sin embargo, tienen un gran potencial para promover la cooperación⁸⁹⁹, a través

y forestería (LULUCF) y su potencial en la región latinoamericana. Pág. 18, así como: el *Informe anual de la Junta Ejecutiva del mecanismo para un desarrollo limpio a la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto.* Págs. 30-31.

⁸⁹⁶ Ver: Decisión 2/CMP.5 Nueva orientación relativa al mecanismo para un desarrollo limpio. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kioto, disposiciones de los artículos 3 y 12 del Protocolo de Kioto. Las decisiones: 7/CMP.1, 1/CMP.2, 2/CMP.3 y 2/CMP.4. Págs. 4-12.

⁸⁹⁷ Ver: Hanssona, A. y Bryngelssonc, M. (2009) "Expert opinions on carbon dioxide capture and storage-A framing of uncertainties and possibilities". *Energy Policy*. Vol. 37. Págs. 2273-2282.

⁸⁹⁸ La autora identifica seis convicciones que creen permiten llegar a acuerdos: 1) CAC está listo para su despliegue en el mercado. 2) La tecnología primero debe ser desarrollada y probada en los países industrializados, para después aplicarla en los países en desarrollo. 3) Los proyectos CAC desplazarán a otros proyectos. 4) No está clara su contribución al desarrollo sostenible. 5) La recuperación de hidrocarburos dará lugar a más emisiones de GEI. 6) La energía renovable es preferible a la CAC, pero el mercado opina lo contrario. Ver: Coninck, H. (2008) "Trojan horse or horn of plenty? Reflections on allowing CCS in the CDM". *Energy Policy*. Vol. 36. Págs. 929-936.

⁸⁹⁹ La aplicación de la captura y almacenamiento de carbono (CAC) requiere, como condición previa, un apoyo social. Van Alphen, Van Voorst tot Voorst, Hekkert y Smits (2007) comentan que el gobierno, la industria y las organizaciones ambientales no gubernamentales tienen una actitud positiva hacia las tecnologías de CAC, pero que, sin embargo, su aceptación depende de sectores "reacios" que plantean condiciones para su apoyo. La financiación debe acompañar a las inversiones previstas y por supuesto debe

de la transferencia tecnológica⁹⁰⁰, porque los países anfitriones de proyectos muestran una tendencia en el consumo de combustibles fósiles, buscando nuevos niveles de desarrollo, lo que repercutiría en el incremento de emisiones de CO₂, por ello estos proyectos podrían ser una alternativa⁹⁰¹.

3.1.6 Protocolo de Cartagena

El 29 de enero del 2000 se adoptó un acuerdo suplementario conocido como el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica⁹⁰². Este acuerdo tiene “*el objetivo del presente Protocolo es contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización*

asumir los riesgos asociados a este tipo de proyectos. Ver: Van Alphen, K.; Van Voorst tot Voorst, Q.; Hekkert, M. y Smits, R. (2007) “Societal acceptance of carbon capture and storage technologies”. *Energy Policy*. Vol. 35. Págs 4368-4380.

⁹⁰⁰ Siguiendo a Bäckstrand (2011), observamos que la adopción de nuevas tecnologías depende en gran medida de los procesos sociales. Teóricamente, los proyectos CAC pueden ser la tecnología puente entre los gobiernos y la industria; sin embargo, los movimientos ambientalistas han expresado su escepticismo. Hay que tener en cuenta, además, los costos e inversión; por ello se requiere un esfuerzo político que cambie la percepción de los impactos y riesgos. Ver: Bäckstrand, K. (2011) “The politics and policy of carbon capture and storage: Framing an emergent technology”. *Global Environmental Change*. Vol. 21. Págs. 275-281.

⁹⁰¹ En este sentido observamos, siguiendo a Jung (2006), que la mayoría de los países anfitriones del MDL se encuentran en América Latina y Asia. En estas regiones se espera una mayor inclusión de proyectos forestales en el MDL, ya que estos proyectos, si son bien coordinados y planificados en los países de acogida, contribuyen a las políticas mundiales contra el cambio climático, y se espera que lo hagan también en el desarrollo sostenible. Ver: Jung, M. (2006) “Host country attractiveness for CDM non-sink projects”. *Energy Policy*. Vol. 34. Págs. 2173-2184.

⁹⁰² Comúnmente llamado Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad o simplemente Protocolo de Cartagena, que fue firmado en febrero de 1999 en la ciudad colombiana del mismo nombre, aunque se adoptó en Montreal, Canadá en enero de 2000. Es el resultado de numerosas negociaciones iniciadas en los años 70 que se cerraron 3 décadas después en las conclusiones del Grupo de Trabajo especial de composición abierta sobre Seguridad de la Biotecnología (BSWG, en sus siglas en inglés), grupo constituido desde 1995 en Yakarta (Indonesia), en la Decisión II/5, UNEP/CDB/COP/2/19. Para mayor detalle sobre las negociaciones ver, por ejemplo: Gupta, A. (2000) “Governing Trade in Genetically Modified Organisms: the Cartagena Protocol on Biosafety”. *Environment*. Vol. 42. Núm. 4. Págs. 23-33, así como: Falkner, R. (2002) *Negotiating the biosafety protocol: the international process*. En Bail, C.; Falkner, R. y Marquard, H. [Eds.] (2002) *The Cartagena Protocol on Biosafety: Reconciling Trade in Biotechnology with Environment and Development?* Royal Institute for International Affairs. Págs. 3-22, además: Newell, P. y Mackenzie, R. (2000) “The 2000 Cartagena Protocol on Biosafety: Legal and Political Dimensions”. *Global Environmental Change*, Vol. 10. Núm. 4. Págs. 313-317, y, por último, Falkner, R. (2000) “Regulating biotech trade: The Cartagena Protocol on Biosafety”. *International Affairs*. Vol. 76. Núm. 2. Págs. 299-313.

*seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos*⁹⁰³. Por ello se enfatiza la protección de la diversidad biológica⁹⁰⁴ de los potenciales riesgos ocasionados por los organismos genéticamente modificados⁹⁰⁵.

El Protocolo de Cartagena pone especial atención, como ya se mencionó, en la regulación de los Organismos Genéticamente Modificados (OGM)⁹⁰⁶ que son manipulados con el propósito de introducirse en el ambiente, como por ejemplo las plantas. El Protocolo de Cartagena fue el primer instrumento legal en reconocer a los organismos genéticamente modificados como una nueva categoría. Algunos autores, como Halffer y Ezcurra (1992), mencionan que a finales de los años 90 se hizo manifiesta la preocupación por la conservación de la Biodiversidad⁹⁰⁷.

A este propósito Jeffries (1997) señala que la biodiversidad resulta de procesos y patrones ecológicos irrepitibles y añade que puede explicarse históricamente mediante el análisis de los procesos que le han dado origen⁹⁰⁸. Es imprescindible detenerse en el concepto biodiversidad⁹⁰⁹, por

⁹⁰³ Artículo 1 del Protocolo de Cartagena. Conforme al enfoque de precaución que figura en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

⁹⁰⁴ La diversidad biológica o biodiversidad se puede definir, siguiendo a Wilson (1997), como toda información genética de una población local o especie que compone toda o una parte de una comunidad local; estas comunidades cuentan con múltiples ecosistemas que se interconectan con el mundo. Ver: Wilson, E. (1997) Introduction. En: Reaka, M.; Wilson, D. y Wilson, E. [Eds.] (1997) *Biodiversity II: Understanding and Protecting Our Natural Resources*. Joseph Henry Press. Washington DC. Págs. 1-3.

⁹⁰⁵ El propio Protocolo, en su artículo 6, establece: “*son cualquier organismo vivo que posea una combinación nueva de material genético que se haya obtenido mediante la aplicación de la biotecnología moderna*”.

⁹⁰⁶ El Consejo Directivo de la Comunidad Europea lo define como “*an organism in which the genetic material has been altered in a way that does not occur naturally by mating and/or natural recombination*”. Ver: Consejo Directivo 90/220/EEC, 23 abril 1990.

⁹⁰⁷ Los autores puntualizan que para ecologistas y conservacionistas la importancia radica en la riqueza en especies; sin embargo, el énfasis está en la heterogeneidad de las mismas especies, es decir en la variación genética de cada especie. Por ello, apuntan que es el patrimonio natural lo que a finales del siglo XX ha despertado interés derivado de la sobreexplotación. Ver: Halffer, F. y Ezcurra, E. (1992) *¿Qué es la biodiversidad?*, en Halffer, G. [Comp.] “La diversidad biológica de Iberoamérica I.” *Acta Zoológica Mexicana*. Volumen Especial. Pág. 4.

⁹⁰⁸ Ver: Jeffries, M. (1997) *Biodiversity and conservation*. Psychology Press. Londres. Págs. 4-6.

su importancia en el Protocolo y porque no es estática: en diferentes momentos los grupos humanos han influido y alterado los ecosistemas de muy diferentes maneras. Sin embargo, como comentan McNeely, Miller, Reid, Mittermeier y Werner (1990), no debe verse como un proceso negativo, ya que en muchas regiones del planeta la biodiversidad ha aumentado por la acción humana⁹¹⁰.

Siguiendo a Heywood & Watson (1995) es posible inferir que la gran riqueza cultural ha influido en la percepción, uso, valoración y conservación de la biodiversidad⁹¹¹. Según Kitano (2007) se constata que existe un esfuerzo por parte de la comunidad científica, así como de los gobiernos, por traducir la Convención sobre la Diversidad Biológica de 1992 en medidas y acciones concretas en diferentes países⁹¹².

En relación con todo esto, el principal debate que existe sobre la biodiversidad deriva de si los OGM pueden perjudicar al ambiente o a la salud humana. Por un lado, hay quién resalta los riesgos, y por otro, quienes destacan sus ventajas, que radican principalmente en las mejoras de la productividad de los campos, no requieren insecticidas y permiten la uniformidad⁹¹³. En el seno de este debate entró en vigor el Protocolo de Cartagena⁹¹⁴, pasando por diversos foros en los que tomaba importancia la biotecnología, como, por ejemplo, el capítulo 16 de la agenda 21. En el

⁹⁰⁹ Núñez, González y Barahona (2003) realizan un análisis sobre la evolución del concepto. Ver: Núñez, I.; González, E. y Barahona, A. (2003) "La biodiversidad: Historia y contexto de un concepto". *Revista Interciencia*. Vol. 28. Núm. 7. Págs. 387-393.

⁹¹⁰ Ver: McNeely, J.; Miller, K.; Reid, W.; Mittermeier, R. y Werner, T. (1990) *Conserving the world's biological diversity*. IUCN. Gland. Suiza. Págs. 7-36.

⁹¹¹ Ver: Heywood, V. y Watson, R. [Eds.] (1995) *Global biodiversity assessment*. UNEP. Cambridge University Press. Cambridge. Págs. 5-28.

⁹¹² El investigador japonés menciona cuatro aspectos que han influido en esta "conciencia" sobre la biodiversidad. Resalta primero una perspectiva a largo plazo, es decir, la responsabilidad con las generaciones futuras. En segundo lugar, apunta a una sociedad y a una cultura que profundiza lazos y conexiones con la tierra. En tercer lugar, subraya nuevos caminos que mejoren la sostenibilidad mediante la eliminación de residuos y cumplan con las necesidades básicas de los humanos. Por último, señala que se ha de promover una coalición entre las personas en diferentes posiciones en la sociedad a través de la participación, la cooperación o el intercambio de roles. Este autor comenta que, según estos roles, las políticas públicas japonesas se han alineado a la Convención sobre Seguridad Biológica. Ver: Kitano, H. (2007) *Environmental Education and Biodiversity: Creating a Society in Symbiosis with Nature*. The Institute of Oriental Philosophy. Pág. 61.

⁹¹³ Al respecto, Corti (2010) aborda los fundamentos de las regulaciones, partiendo de la imposibilidad de separar los contextos sanitarios y los medioambientales. Por ello apunta que es necesario una regulación conjunta. Ver: Corti, J. (2010) *Organismos genéticamente modificados y riesgos sanitarios y medioambientales. Derecho de la Unión Europea y de la Organización Mundial de Comercio*. Pág. 33.

⁹¹⁴ La fecha exacta fue el 11 de septiembre de 2003, después de once años y muchas negociaciones.

Convenio sobre la diversidad biológica se advierte que los OGM pueden tener efectos devastadores en la conservación. De ahí la importancia de su utilización y comercialización⁹¹⁵.

El convenio es el antecesor inmediato al Protocolo de Cartagena. Este establece un acuerdo de consentimiento que permite a los países contar con la información necesaria para poder tomar decisiones antes de aceptar la importación de OGM a su territorio, facilitando así el intercambio de información⁹¹⁶. Por ello, Ahmed (2002) comenta que la legislación derivada del protocolo para regular la presencia de OGM en los cultivos y alimentos propició el desarrollo de métodos fiables y sensibles para su detección⁹¹⁷. Por eso, como comenta Sarrillo (2000), los acuerdos comerciales, las medidas sanitarias y las especificaciones técnicas de los productos importados y exportados deben satisfacer a cada país. El Protocolo de Cartagena es la respuesta multilateral que pretende conciliar intereses legítimos del comercio y la bioseguridad⁹¹⁸.

⁹¹⁵ El artículo 19.3 establece que “*Las Partes estudiarán la necesidad y las modalidades de un protocolo que establezca procedimientos adecuados, incluido en particular el consentimiento fundamentado previo, en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización de cualesquiera organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica.*” Convenio sobre diversidad biológica, firmado el de junio de 1992, en vigor en 1993. La página web del convenio es <http://www.biodiv.org>.

⁹¹⁶ Esta información es clave ya que, como comentan Holst-Jensen, Rønning, Løvseth y Berdal (2003), los métodos de detección, validación y escrutinio tienen alta complejidad al extraer el ADN con el fin de identificar los genes de referencia específicos en plantas y cultivos, sin mencionar sus elevados costes. Ver: Holst-Jensen, A.; Rønning, S. B.; Løvseth, A. y Berdal, K. G. (2003) “PCR technology for screening and quantification of genetically modified organisms (GMOs)”. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. Vol. 375. Págs. 985-993.

⁹¹⁷ La eficacia de las estrategias de detección, identificación y confirmación debe ser examinada en contraparte de las tasas de falsos positivos, la desaparición de los genes marcadores y el uso de secuencias reguladoras específicas, debido al creciente número de alimentos modificados genéticamente. El autor propone varios métodos de detección. Ver: Ahmed, F. (2002) “Detection of genetically modified organisms in foods”. *Trends in Biotechnology*. Vol. 20. Núm. 5. Págs. 215-223.

⁹¹⁸ La complejidad radica en quienes ven la biotecnología como el camino hacia la seguridad alimentaria, mientras que otras voces argumentan razones éticas, ambientales, sociales y de salud que intentan limitar los usos alimentarios de la biotecnología moderna. Ver: Zarilli, S. (2000) *International Trade in Genetically Modified Organisms and Multilateral Negotiations: A New Dilemma for Developing Countries*. United Nations Conference on Trade and Development. UNCTAD/DITC/TNCD/1. Págs. 1-47.

3.1.7 Cumbre de Monterrey

La Conferencia Internacional sobre Financiación para el Desarrollo, realizada en la ciudad de Monterrey, México, del 18 al 22 de marzo del 2000, fue, como comenta Ocampo (2002), un proceso preparatorio. De ella derivan dos documentos: uno presentado por el Secretario General de la ONU, en cuya elaboración participaron entidades de Naciones Unidas -el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU, la UNCTAD, el PNUD y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)- al lado del Banco Mundial, el FMI y la OMC, y otro elaborado por el panel de expertos del que había sido Presidente mexicano Ernesto Zedillo⁹¹⁹.

La cumbre de Monterrey fue la primera conferencia patrocinada por las Naciones Unidas para abordar cuestiones decisivas para las finanzas y el desarrollo; el importe que se acordó fue de 12.000 millones de dólares anuales a partir de 2006⁹²⁰. Estos acuerdos no se habrían logrado sin el gran número de participantes con 50 Jefes de Estado o de Gobierno y de más de 200 ministros, además de dirigentes del sector privado y de la sociedad civil⁹²¹.

Ramos (2003) señala que, dejando atrás la cumbre de Río y analizando avances y retrocesos, en Monterrey se puso énfasis en las desigualdades, es decir, en el gran número de personas que vive en pobreza y situaciones de escasez. Por ello se puso el acento en el acceso a la financiación; sus participantes tienen así la oportunidad de establecer compromisos políticos beneficiosos⁹²².

La concreción de compromisos de financiamiento fue, como señala Gligo (2006), el avance significativo de la Cumbre. Esto dio un gran impulso a la

⁹¹⁹ La declaratoria fue equilibrada y comprensiva, porque aborda temas nacionales e internacionales relativos al comercio y al financiamiento de largo plazo, pero también el manejo de las crisis financieras y sus mecanismos de seguimiento. Dentro de este conjunto, Ocampo (2002) apunta que los elementos más criticados han sido el tratamiento de los temas nacionales y los mecanismos de seguimiento: el primero, porque algunos lo consideran demasiado cercano a las visiones ortodoxas del desarrollo, y el segundo, porque carece de fechas y compromisos concretos. Ver: Ocampo, J. (2002) *La Cumbre de Monterrey*. Columna de opinión del Secretario Ejecutivo de la CEPAL. Pág. 1.

⁹²⁰ Las cifras acordadas representaron un incremento del 50% en el caso del financiamiento estadounidense, y del 39% del financiamiento europeo que en 1999 se tenía previsto. Ver: Bárcena, A. y de Miguel, C. (2003) *Financiamiento para el desarrollo sostenible. Visiones y acciones desde la perspectiva de América Latina y el Caribe*. CEPAL. Pág. 14.

⁹²¹ El informe de la Cumbre consultado el 10/03/ 2014 y disponible en: <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N02/392/70/PDF/N0239270.pdf?OpenElement>

⁹²² Ver: Ramos Castellanos, P. [Ed.] (2003) *Residuos: alternativas de gestión*. Pág. 10.

consideración del desarrollo como elemento destacado de la agenda global, por lo que destaca que se llamara a una alianza mundial a favor del desarrollo⁹²³.

3.1.8 Cumbre del Milenio

Los líderes mundiales se reunieron en la ciudad de Nueva York en septiembre de 2000 para establecer un compromiso, es decir, una nueva alianza mundial para reducir la pobreza extrema⁹²⁴. Para poder lograrlo, establecieron una serie de metas⁹²⁵ con plazos concretos; en este marco se fijó el año 2015 como fecha límite para cumplir los siguientes objetivos:

- 1) Erradicar la pobreza extrema y el hambre.
- 2) Lograr la enseñanza primaria universal.
- 3) Promover la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer.
- 4) Reducir la mortalidad de los niños menores de 5 años.
- 5) Mejorar la salud materna.
- 6) Combatir el VIH / SIDA, la malaria y otras enfermedades.
- 7) Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.

⁹²³ Ver: Gligo, N. (2006) “Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina, un Cuarto de Siglo después”. *Cuadernos de la CEPAL* Núm. 126. Serie medioambiente y desarrollo. Pág. 76.

⁹²⁴ Al respecto, Aguilar (2006) comenta que la cumbre no solo sirvió para analizar los desafíos globales, ratificar los tratados y adquirir compromisos. Además sirvió para reforzar a las instituciones multinacionales (como la ONU), pero el autor resalta las iniciativas ciudadanas encaminadas a un Parlamento mundial y comenta que la Asamblea global de pueblos es un buen ensayo. Ver: Aguilar, J. (2006) *Ciudadanía y gobernabilidad democrática mundial*. Págs. 39-40.

⁹²⁵ Los compromisos asumidos en la Cumbre del Milenio se expresaron en un conjunto de metas denominadas “Metas del Milenio”, que buscaban dar respuesta a las necesidades básicas de salud, alimentación y factores mínimos de bienestar social. Las metas son el punto de partida y la base de la discusión de las dos cumbres subsiguientes; con ello se establecieron metas complementarias con el fin de garantizar, por un parte, el financiamiento y, por otra, la sostenibilidad. Ver: Ver: Bárcena, A. y de Miguel, C. (2003) *Financiamiento para el desarrollo sostenible. Visiones y acciones desde la perspectiva de América Latina y el Caribe*. CEPAL. Pág. 12.

- 8) Fomentar una alianza mundial para el desarrollo⁹²⁶.

Sobre la protección del medio ambiente, la Declaración del Milenio señaló que no se deben ahorrar esfuerzos para contrarrestar el deterioro ambiental que deriva de las actividades humanas. Por tanto, los participantes en la Cumbre decidieron adoptar una nueva ética de conservación y cuidado del medio ambiente.

3.1.9 Cumbre de Johannesburgo

En la ciudad sudafricana de Johannesburgo tuvo lugar la tercera edición de la Cumbre de la Tierra⁹²⁷, que tenía como objetivo la ratificación de varios tratados internacionales como el Protocolo de Kioto, el Protocolo de Cartagena, el Convenio de Estocolmo, el Convenio de Rotterdam, e Acuerdo de la ONU sobre recursos pesqueros, que incluye varios planes de la FAO, el Convenio de Basilea y el Convenio Europeo Aarhus.

La Cumbre de Johannesburgo se celebró diez años después de la Cumbre de la Tierra en Río y veinte años después de la primera Conferencia sobre Medio Ambiente en Estocolmo. Como comenta Garrido (2005), con el ánimo de preparar la cumbre se llevaron a cabo actividades a escala local, subregional, regional, nacional y mundial⁹²⁸.

⁹²⁶ Estos objetivos fueron plasmados en la “Declaración del Milenio” y son sumamente ambiciosos, aunque pueda cuestionarse su metodología. Así, a manera de ejemplo, en cuanto a la pobreza se establece reducir a la mitad el número de pobres en “pobreza extrema” de 1999 a 2015, pero se utilizó la medida de un dólar al día para establecer la metas. Por otra parte, la pobreza extrema es un fenómeno social-económico complejo que ofrece diferentes facetas. Ver: *Hacia el objetivo del milenio de reducir la pobreza en América Latina y el Caribe. Publicaciones de Naciones Unidas*. CEPAL. Chile. Pág. 16.

⁹²⁷ Del 26 de agosto al 4 de septiembre de 2002 se reunieron Jefes de Estado, representantes del mundo empresarial, organizaciones no gubernamentales, sociedades conservacionistas y representantes de la comunidad científica para evaluar y hacer un balance de todos aquellos acuerdos y compromisos ambientales de carácter mundial vigentes hasta el momento. Como comentan Guerreño, Velazco y Maldonado (2002), la cumbre logró conjuntar diferentes voces y visiones del problema ambiental. Ver: Guerreño, E.; Velazco, A. y Maldonado, G. [Eds.] (2002) *Voces para un dialogo futuro. El debate sobre el desarrollo sostenible en América Latina*. UICN. Págs. 97-104.

⁹²⁸ Las actividades fueron encaminadas hacia la coordinación de los gobiernos y comisiones nacionales; para ello se establecieron cinco regiones (África, Europa, América del Norte, América Latina y el Caribe, Asia Occidental y Asia Pacífico) con el fin de llegar a consensos, identificando áreas de acción y resaltando ejemplos locales de buenas prácticas. Ver: Garrido, F. [Coord.] (2005) *Desarrollo sostenible y Agenda 21 local: Prácticas, metodología y teoría*. IEPALA. Págs. 24-25.

El entonces Secretario General de las Naciones Unidas, Kofi Annan, esbozó cinco objetivos que esperaba que se abordaran en la cumbre:

- 1) Agua y saneamiento: poner el agua potable al alcance de, por lo menos, 1.000 millones de personas que carecen de agua para el consumo. Enfatizó que el agua contaminada, la falta de higiene y el saneamiento inadecuado causan más del 80% de las enfermedades en los países en desarrollo.
- 2) Energía: otorgar acceso a la energía a 2.000 millones de personas que carecen de ella, así como promover las fuentes de energía renovables, reducir el consumo y ratificar el Protocolo de Kioto.
- 3) Salud: reducir la contaminación del aire, que mata a tres millones de personas todos los años, y el paludismo, asociado con el agua contaminada y la falta de saneamiento.
- 4) Productividad agrícola: frenar la erosión y la desertificación, que afectan aproximadamente a dos tercios de las tierras agrícolas del mundo.
- 5) Diversidad biológica y ecosistemas: revertir los procesos que amenazan y destruyen bosques, manglares, arrecifes de coral y especies.

Para abordar estos objetivos se requiere que las naciones, como comenta Guimarães (2001), tengan un desempeño internacional más proactivo con el fin de proteger los bienes públicos globales sobre la base de esquemas multilaterales innovadores⁹²⁹. Lo que se aprobó en la Cumbre de Johannesburgo fue una Declaración Política (*The Johannesburg Declaration on Sustainable Development*) de 32 puntos y un Plan de Acción (*WSSD Plan of Implementation*) con 153 puntos en 10 capítulos. Estos dos documentos buscan, como comenta Provencio (2002), por una parte, reafirmar compromisos políticos, y, por otra, precisar acciones para avanzar en el cumplimiento de la agenda trazada en Río⁹³⁰.

Por su parte, Urquidí (2007) apunta que Johannesburgo rescató el concepto de desarrollo sostenible y equitativo, ya que hasta ese momento el concepto no había alcanzado la importancia ni el compromiso de los gobiernos ni de

⁹²⁹ Ver: Guimarães, R. (2001) “La sostenibilidad del desarrollo entre Río-92 y Johannesburgo 2002: éramos felices y no sabíamos”. *Ambiente & Sociedade*. Núm. 9. Págs. 5-24. Consultado en mayo de 2014, y disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2001000900002&lng=en.

⁹³⁰ Ver: Provencio, E. (2002) *La cumbre de Johannesburgo o el desarrollo de la defensiva*. Revista Economía Informa. UNAM. México Págs. 1-6.

la sociedad civil, ni se había concretado en compromisos firmes⁹³¹.

Son pocos los temas y regiones que han mostrado una tendencia positiva en la adquisición de compromisos. Lo anterior queda de manifiesto en el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente⁹³². En este documento se muestra un deterioro de los principales procesos socio-ambientales. Según Vitalis (2002) existe una mayor preocupación por la vulnerabilidad humana, se puntualiza en la crisis del agua, la depredación mayor de las pesquerías, el acelerado crecimiento de los consumos energéticos y la pérdida de la biodiversidad⁹³³. Quizá por ello, Najam y Cleveland (2003) comentan que en Johannesburgo el término “desarrollo sostenible” contaba con una aceptación política, por lo que entiende que la cumbre retomó la agenda que se despreció en Río y le atribuye cierta innovación, sobre todo en los acuerdos informales, en los que ONG, las empresas y la sociedad civil juegan un papel preponderante. Una muestra son los más de 220 acuerdos que se alcanzaron, que representaron unos 235 millones de dólares en recursos –de los cuales treinta y dos se refieren a la energía–. Esta sería su aportación⁹³⁴.

Folke, Carpenter, Elmqvist, Gunderson, Holling y Walker (2002) apuntan que en la cumbre quedó de manifiesto el reconocimiento de dos errores fundamentales de las políticas ambientales y por ello se impone la necesidad de un cambio fundamental en el pensamiento y en la práctica de la gestión ambiental. Los autores mencionan que es un error, por un lado, suponer que los ecosistemas responden de manera lineal, predecible y controlable. Por otro, es igualmente errónea la hipótesis de que los sistemas humanos y naturales se pueden tratar de forma independiente⁹³⁵. Sin embargo, a raíz de

⁹³¹ Ver: Nadal, A. [Ed.] (2007) *Desarrollo sustentable y cambio global*. Obras escogidas de Víctor Urquidi. Colegio de México. Págs. 52-53.

⁹³² Ver: UNEP, 2002. *Global Environmental Outlook 3. Past, present and future perspectives*. Consultado en Mayo 2014 y disponible en: <http://www.unep.org/geo/geo3.asp>

⁹³³ Ver: Vitalis, V. (2002) *Preparing for the World Summit: Some Information about Sustainable Development*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Págs. 3-26. Consultado mayo/2014 y disponible en: <http://www.oecd.org/sd-roundtable/papersandpublications/39365131.pdf>

⁹³⁴ Los autores resaltan que el aporte de la Cumbre de Johannesburgo en la agenda de la energía es en términos conceptuales, ya que se da importancia a la política energética en las tres dimensiones del desarrollo sostenible. Ver: Najam, A. y Cleveland, C. J. (2003) “Energy and sustainable development at global environmental summits: an evolving agenda”. *Environment, Development and Sustainability*. Vol. 5. Núm. 1. Págs. 117-138.

⁹³⁵ Los autores establecen que los sistemas naturales y sociales se comportan de manera no lineal: los sistemas socio-ecológicos actúan en conjunto, de forma compleja, como sistemas integrados. Ver: Folke, C.; Carpenter, S.; Elmqvist, T.; Gunderson, L.; Holling, C. S. y Walker, B. (2002) “Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations”. *AMBIO: A journal of the human environment*. Vol. 31. Núm.5. Págs. 437-440.

la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, se utiliza el concepto de *resiliencia* como un marco para la comprensión de cómo mantener y mejorar la capacidad de adaptación en un complejo mundo de rápidas transformaciones⁹³⁶.

3.1.10 Cumbre de Bali

Como resultado de las conclusiones del Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, y asumiendo que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero seguirán aumentando, se celebró la XIII Conferencia Internacional sobre Cambio Climático de la ONU, con 10.000 participantes de 180 países. El evento se realizó en la ciudad de Bali, Indonesia del 3 al 15 de diciembre de 2007. Se iniciaron negociaciones en el “*Grupo de Trabajo Ad-Hoc sobre Cooperación a Largo Plazo (AWG-LCA)*”⁹³⁷ para la constitución del Plan de Acción de Bali⁹³⁸, que se centró en los compromisos de mitigación medibles, informables y verificables. Además, fue la primera vez que los países en desarrollo participaron mediante acciones concretas a seguir, por

⁹³⁶ La resiliencia, para los sistemas socio-ecológicos, está relacionada con la magnitud que el sistema puede absorber y permanecer dentro de un estado determinado. Cada sistema debe ser capaz de auto-organizarse y adaptarse. Los sistemas socio-ecológicos más resistentes son capaces de absorber los impactos más grandes sin tener que cambiar de manera fundamental. Cuando la transformación masiva es inevitable, los sistemas resistentes contienen los componentes necesarios para la renovación y la reorganización. En otras palabras, pueden hacer frente a las amenazas aunque se entiende que esta capacidad de renovación y restauración se realiza lentamente, como reservorios de nutrientes del suelo, la heterogeneidad de los ecosistemas en un paisaje o variedad de genotipos y especies. Ver: Folke, C.; Carpenter, S.; Elmqvist, T.; Gunderson, L.; Holling, C. S. y Walker, B. (2002). *Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations*. Pág. 438.

⁹³⁷ Por sus siglas en inglés “*The Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action*”, que estableció en la decisión 1 CP/13 publicada en el “*Report of the Conference of the Parties on its thirteenth session*” el Plan de Acción de Bali en FCCC/CP/2007/6/Add.1. Consultado 17/05/2014 y disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06a01.pdf#page=3>

⁹³⁸ Como señalan Hoppstock, Pérez, Tempone y Galperín (2009), el grupo AWG-LCA tenía como fin apoyar la implementación plena, efectiva y sostenida de la Convención, pero añaden que junto a este grupo el *Ad Hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the Kyoto Protocol (AWG-KP)* se logró una simbiosis y, por ello, las consecuencias comerciales de las posibles medidas de respuesta no se encuentran totalmente alejadas de los debates y de la negociación. Ver: Hoppstock, J.; Pérez, C.; Tempone, E. y Galperín, C. (2009) “Comercio y cambio climático: El camino hacia Copenhague”. *Serie de Estudios del CEI*, Núm. 13. Pág. 12.

ello también estuvo en la mesa la transferencia tecnológica y de financiamiento para la respuesta al cambio climático.

Derivado del Plan, se identifican cinco pilares fundamentales:

- 1) Visión compartida en la cooperación a largo plazo, incluido un objetivo global de reducción de emisiones.
- 2) Acciones y/o compromisos de mitigación medibles y verificables⁹³⁹, así como incentivos forestales por la degradación de los bosques, mediante enfoques sectoriales cooperativos, y las consecuencias económicas y sociales de las medidas de respuesta.
- 3) Acciones de cooperación internacional en el manejo de riesgos, así como medidas para la diversificación económica.
- 4) Transferencia tecnológica, incluido el proceso de adaptación, despliegue y difusión.
- 5) Incremento de las labores de financiación de inversiones⁹⁴⁰.

Siguiendo a Macey (2008), entendemos que los acuerdos de Bali tienen una dosis de ambigüedad necesaria para el consenso en la necesidad de recortes globales en las emisiones. Quizá la novedad es establecer contribuciones cuantificables en la adaptación tecnológica y su financiamiento. El autor apunta que la OCDE debería seguir abordando la modelización de los impactos macro y microeconómicos. Por ello es importante observar el comportamiento del comercio y los instrumentos financieros, así como la evaluación de los costos de la mitigación derivados de los posibles acuerdos entre los diferentes países⁹⁴¹.

Para muchos, la Cumbre de Bali fue gris, al no cumplir con las expectativas públicas de acción urgente contra el cambio climático, aunque, como menciona León (2013), se puede decir que la cumbre fue exitosa en cuanto a que esbozó el camino a seguir y estableció un plazo para llegar a un acuerdo para el período post-2012, además de por su significativa difusión mediática⁹⁴². A este respecto, Müller (2008) comenta que fue un paso

⁹³⁹ A través de las “*nationally appropriate mitigation actions*” (NAMAs).

⁹⁴⁰ Un análisis detallado del Plan de Acción de Bali lo encontramos, entre otros en: Spence, C.; Kulovesi, K.; Gutiérrez, M. y Muñoz, M. (2008) “Great Expectations: Understanding Bali and the Climate Change Negotiations Process”. *Review Of European Community & International Environmental Law*. Vol. 17. Núm. 2. Págs. 142-153.

⁹⁴¹ Ver: Macey, A. (2008) “The Bali road map”. *OECD Observer*. Vol. 265. Págs. 9-10.

⁹⁴² Ver: León, A. (2013) “De Kyoto a Bali: ¿cuáles son los avances en la lucha contra el cambio climático?” *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*. Núm. 1. Pág. 14.

positivo: subraya que se debe complementar con acciones de gobierno que garanticen la adaptación⁹⁴³.

Por su parte, Boston (2007) lo explica como un proceso complejo, ya que los 192 países miembros del UNFCCC deben llegar a un acuerdo. Subraya el desafío de acordar un sistema de clasificación de compromisos que permita atribuir responsabilidades⁹⁴⁴. Otros autores, como Narain (2008), ponen el énfasis en la vaguedad del acuerdo, a pesar de que con ello se logró cierto margen de maniobra⁹⁴⁵.

Como contribuciones de Bali se puede resaltar el *Forest Carbon Partnership Facility*, que para impedir la deforestación establece una serie de compensaciones por la conservación de los bosques, así como el *Carbon Partnership Facility*, que permite obtener ingresos y tecnología a cambio de la venta de créditos por la reducción de GEI⁹⁴⁶.

3.1.11 Conferencia de Copenhague

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático se celebró en la ciudad de Copenhague, Dinamarca, entre el 7 y el 18 de diciembre del 2009. Su objetivo fue dar continuidad a las estrategias para frenar el cambio climático del planeta. Para ello se propuso que del año 2009 hasta el año 2050 la temperatura media del planeta no aumente más de dos grados⁹⁴⁷.

⁹⁴³ Ver: Muller, B. (2008) *Bali 2007: on the road again!* Oxford Energy Forum. Pág. 6.

⁹⁴⁴ Ver: Boston, J. (2008) "Global Climate Change Policies: From Bali to Copenhagen and Beyond". *Policy Quarterly*. Vol. 4. Núm 1. Pág. 57.

⁹⁴⁵ Dada la negativa estadounidense de firmar, la posición de diversos sectores se polarizó, ya que el acuerdo parecía que no concretaba compromisos. Ver: Narain, S. (2008) *Bali: the mother of all no-deals*. Consultado y disponible. 13/05/2014 en:

http://www.downtoearth.org.in/content/bali-mother-all-no-deals?quicktabs_1=0

⁹⁴⁶ Caro, Ortiz y Rábago (2010) opinan que, a diferencia de intercambios similares establecidos en el Protocolo de Kioto, las reducciones de las emisiones podrían provenir de varios proyectos. Ver: Caro, R.; Ortiz, S. y Rábago, J. (2010) "Economía Sostenible: Retos y Oportunidades". *Revista cuatrimestral de las Facultades de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales*. Núm. 81. Pág. 224.

⁹⁴⁷ Como sabemos, Copenhague no dio lugar al éxito que se esperaba, principalmente porque la agenda estadounidense y china van a otro ritmo. Guzmán (2010) menciona que la Unión Europea se ha mantenido firme, pero existen dudas derivadas de lograr que se comprometan los estadounidenses. Ver: Guzmán, M. (2010) *La generación del cambio climático. Una aproximación desde el enfoque del caos*. Colección cultura, educación y ciudadanía de la Universidad de Rosario. Argentina. Pág. 146.

En el encuentro se buscó repartir esfuerzos para lograr un comienzo en torno a reglas obligatorias que permitiesen luchar contra el calentamiento planetario. Quizá por ello el Secretario General de las Naciones Unidas, Ban Ki-Moon, comentó: “*Reconocemos que lo acordado no responde a la evaluación científica de mantener la elevación global de la temperatura por debajo de 2 grados Celsius. Pero sin ese compromiso, nos enfrentaríamos a perspectivas de elevación de la temperatura de hasta 6 grados*”⁹⁴⁸.

Según Vich (2010), podemos resumir las contribuciones del Tratado de Copenhague diciendo que son una prolongación del Protocolo de Kioto. La principal contribución es la reducción de emisiones globales, buscando mantener el incremento de la temperatura global por debajo de 2°C. Además, prevé una revisión de este objetivo en 2015. Incita a todos los países a comprometerse con objetivos cuantificados y de acuerdo con sus propias exigencias. Establece tanto los compromisos de los países desarrollados, como la financiación que de ellos salga, y las acciones de mitigación de los países en desarrollo. Estarán todos sujetos a un sistema internacional de medición, información y verificación cuyas líneas generales habrán de establecer. Pone énfasis en los incentivos para la reducción de emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques, con el llamado REDD Plus (*Reduce Emissions from Deforestation and Forest Degradation*), que fomenta la movilización de recursos financieros.

Además, implanta las bases para crear un mecanismo que promueva la transferencia tecnológica y los recursos financieros oportunos. Establece un compromiso conjunto de los países desarrollados por un importe de 30.000 millones de dólares para el período 2010-2012, los cuales serán destinados de forma proporcional a la mitigación y adaptación. El importe se elevará a 100.000 millones de dólares anuales a partir de 2020⁹⁴⁹. Con estos compromisos, Fredrik Reinfeldt, el primer ministro sueco, a dos días del final de la cumbre, aseguraba que el cambio climático es el mayor reto en la historia de la humanidad⁹⁵⁰.

⁹⁴⁸ Subrayó la gran importancia del establecimiento de un fondo para ayudar a los más vulnerables, que incluía el compromiso de recabar para ese fin 30.000 millones de dólares anualmente hasta 2012, y posteriormente 100.000 millones anuales hasta 2020. Ver: *Cambio climático: Ban considera un éxito la Conferencia de Copenhague*. Centro de Noticias de la ONU. Consultado el 15/05/2014 y disponible en: <http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=17332#.U3Tjg62Sw1c>

⁹⁴⁹ Esta financiación multilateral, que será destinada a la adaptación, se desarrollará a través de efectivos y eficientes acuerdos de fondos, con una estructura gubernamental equitativa en su representación de países desarrollados y en desarrollo. Ver: Vilch, A. (2010) *La Conferencia de Copenhague sobre cambio climático: resultados y retos*. SG de Análisis Sectorial - Boletín ICE Económico. Pág. 6.

⁹⁵⁰ En ese momento había en la mesa algunas predicciones sobre los efectos del cambio climático, por lo que los 115 mandatarios de todo el planeta que Asistieron a esta cumbre se

En las negociaciones llevadas a cabo en Copenhague, quedaron en evidencia las divergencias entre los países desarrollados y los países en desarrollo, sobre todo en las consecuencias económicas y sociales de las medidas de respuesta, y en particular, de aquellas medidas vinculadas al comercio⁹⁵¹. Fue enorme la decepción generalizada tras concluir la cumbre, ya que lo conseguido estuvo lejos incluso del acuerdo político que se esperaba. Lara (2010) resalta que la principal deuda del acuerdo es no ser vinculante legalmente. Por eso apunta que los compromisos no se recogieron en el núcleo del acuerdo sino, en su anexo⁹⁵². Además, quedó marcada una oposición de Bolivia, Cuba, Nicaragua, Sudán y Venezuela. Estrada (2010) señala que sólo se establecieron promesas de mitigación, condicionadas recíprocamente, y que no garantizan que el aumento de la temperatura media en la superficie del planeta no perturbe el sistema climático. Concluye que es vital la necesidad de adaptar las condiciones de vida y los métodos de producción y consumo a las circunstancias⁹⁵³.

Es de resaltar otro aspecto a raíz de la Cumbre de Copenhague que, que es la Declaración Interreligiosa sobre el Cambio Climático⁹⁵⁴ (*Interfaith*

impregnaron de estas predicciones. Además estuvieron presentes Barack Obama y Wen Jiabao, mandatarios de los dos países más importantes en lo relativo a emisiones de gases de efecto invernadero. Para un listado de los Asistentes a la cumbre, ver el sitio oficial consultado 22/03/2014 y disponible en: http://en.cop15.dk/files/pdf/HoSG_List_161209.pdf

⁹⁵¹ Hoppstock (2010) apunta que el punto más controvertido del debate, aún sin resolver, consiste en la posible adopción por ciertos países desarrollados de medidas de respuesta relacionadas con el comercio. En particular, subraya el artículo 3.5 de la Convención, y los artículos 2.3 y 3.14 del Protocolo de Kioto, que promueven objetivos en dichas disposiciones, que resultan compatibles con los de la Organización Mundial del Comercio, para evitar restricciones encubiertas al comercio. Ver: Hoppstock, J. (2010) “Comercio y cambio climático: perspectivas y posiciones en Copenhague”. *Revista del CEI. Comercio Exterior e Integración*. Núm. 8. Pág. 94.

⁹⁵² Con ello se supone que sólo aquellos que se han “asociado bajo el acuerdo” están sujetos a los requerimientos del mismo. Pero lo que quedaba pendiente era decidir cómo se Asignarían los 30.000 millones de dólares del fondo de arranque (*fast-start fund*) entre 2010 y 2012. Ver: Lázaro, L. (2010) *Cambio climático: frenazo en Copenhague; próxima estación: México 2010 (COP 16)*. Real Instituto Elcano. Área: Economía y Comercio Internacional. Núm. 9. Pág. 11.

⁹⁵³ Ver: Estrada, R. (2010) “Acuerdo de Copenhague: las negociaciones sobre el cambio climático después de la XV Conferencia”. *Revista del CEI. Comercio Exterior e Integración*. Núm. 17. Pág. 120.

⁹⁵⁴ La cual fue solicitada por Yvo de Boer, director de Clima de la ONU, como aportación de las tradiciones religiosas al debate sobre el problema del calentamiento global.

*Declaration on Climate Change*⁹⁵⁵) apoyada por instituciones como: el *World Council of Religious Leaders*, *Pax Christi International* y la *Interfaith Power and Light*, así como diversos representantes del cristianismo católico, ortodoxo, anglicano y luterano, y el Islam, el hinduismo, el budismo y otras creencias religiosas.

Según García (2010), todas las religiones del mundo comparten un principio básico en la doctrina central de sus cosmovisiones, y así lo señala la Declaración: “*el cuidado de las criaturas y el respeto por la vida*”. Por ello, en orden a proteger el planeta común como un bien de todos y para todos en cuanto patrimonio de la humanidad, también perteneciente a las generaciones futuras y a los demás seres vivos, se piensa que el cambio climático “*no es meramente un problema económico o técnico, sino que en su núcleo es una cuestión moral, cultural y espiritual*”⁹⁵⁶.

Se desprende de esto que solamente mediante el respeto hacia las personas y al ambiente que deriva de las cosmovisiones de cada religión, se garantizará un cambio verdadero que atenúe los conflictos humanos e impulse una conciencia y sensibilidad ecológicas que fortalezcan la alianza entre el ser humano y el ambiente. De ahí que las religiones tengan una gran importancia para el desarrollo de una comunidad humana en las tareas de proteger la Tierra de los perjuicios que el cambio climático puede causar en ella⁹⁵⁷.

La Cumbre de Copenhague consiguió plasmar, en su texto final, un acuerdo de mínimos, que fue asumido por la mayoría de los países como mera

⁹⁵⁵ Es en Montreal, sin embargo, donde se presenta por vez primera un texto interreligioso en la “*Declaración Espiritual sobre Cambio Climático*”, dentro del contexto de las conferencias organizadas por la ONU.

⁹⁵⁶ Se entiende que la humanidad, para proteger a las personas, cuenta con una serie de resortes económicos, sociales, tecnológicos y científicos, que son insuficientes. De ahí la importancia de resortes culturales, espirituales y éticos que den equilibrio a las decisiones basadas en la ideología mercantilista, que mantienen su engranaje en el sistema productivo de consumo. Ver: García, S. (2010) *La Conferencia de Copenhague sobre el Clima y la Declaración Interreligiosa sobre el Cambio Climático: un acercamiento a la aportación de las religiones a la crisis atmosférica*. Real Instituto Elcano. Área: Economía y Comercio Internacional. Documento de Trabajo 18/2010.

⁹⁵⁷ García (2010) comenta que las convicciones religiosas, deben de ofrecer un liderazgo creativo en la defensa del clima y el ambiente, y apunta “*cooperando junto con instituciones y organismos sociales de otra índole en la salvaguardia de planeta como casa común de la entera familia humana. El cuidado de la salud de la atmósfera exige preguntarse permanentemente por los factores que la perturban y dañan, por aquellos que impiden contrarrestar con eficacia los elementos que le son nocivos*”. Ver: García, S. (2010) *La Conferencia de Copenhague sobre el Clima y la Declaración Interreligiosa sobre el Cambio Climático: un acercamiento a la aportación de las religiones a la crisis atmosférica*. Pág. 20.

declaración de intenciones. No fue adoptado como un plan vinculante, sino que dejó el asunto pendiente, para la Conferencia sobre el Cambio Climático de Cancún, México, en el año 2010.

3.1.12 La Conferencia de Cancún

La XVI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático, celebrada del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010 en la ciudad caribeña de Cancún, México, tuvo el objetivo de concluir un acuerdo jurídicamente vinculante sobre el clima, que se aplicaría a partir de 2012⁹⁵⁸. La atmósfera y el contexto de la conferencia sobre el clima de Cancún eran muy diferentes en comparación con las reuniones fallidas, un año antes, en Copenhague. En 2009, las expectativas eran muy altas: parecía que había un amplio apoyo. Sin embargo, como comentan Streck, Meijer, Conway, Von Unger, O'Sullivan y Chagas (2011), una combinación de maniobras por parte de la presidencia danesa derivó en posiciones encontradas entre bloques de países⁹⁵⁹.

En la cumbre se comentó el informe *The Emissions Gap Report* del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente presentado en noviembre de 2010, renovando la urgencia de llegar a acuerdos internacionales⁹⁶⁰. Otras voces, como Anderson (2010), apuntan que Cancún representó una plataforma para futuros acuerdos de mayor profundidad. Sin embargo, la Cumbre establecía que, ante el problema de las emisiones que se acumulan en la atmósfera se planteaban “soluciones” mediante tecnologías

⁹⁵⁸ Para Fuentes (2011), en Cancún se desbloquearon las negociaciones internacionales para lograr un acuerdo en materia de adaptación y mitigación al cambio climático. Aunque apunta que su implementación requerirá de la buena voluntad de los distintos actores. Ver: Fuentes, R. (2011) *Impactos, políticas y posiciones de los países latinoamericanos rumbo a COP17 (ARI)*. Real Instituto Elcano. Área: Economía y Comercio Internacional/Cambio climático. Pág. 10.

⁹⁵⁹ Los autores comentan que la falta de tacto en la presidencia danesa, sumada a la falta de control sobre las decisiones posteriores, llevó a que el acuerdo informal que estaba al punto de terminar con el apoyo de 114 Estados, se viniera abajo en la Conferencia de las Partes. Ver: Streck, C.; Meijer, E.; Conway, D.; Von Unger, M.; O'Sullivan, R. y Chagas, T. (2011) “The Results and Relevance of the Cancun Climate Conference”. *Journal European Environmental & Planning Law*. Pág. 167.

⁹⁶⁰ El informe establece distintos escenarios que indican que es técnicamente posible reducir las emisiones de la actualidad mediante planes nacionales en 2020. El informe muestra una brecha que podría ser cerrada con una amplia gama de medidas de mitigación, entre las que destacan la eficiencia energética, la conservación, las energías renovables, la energía nuclear, la captura y almacenamiento de CO₂, así como con programas de forestación. Ver: *The Emissions Gap Report 2010*. Pág 44.

de bajo consumo de carbono que no podían sustituir a las tecnologías tradicionales a una velocidad suficiente. Por consiguiente, las tecnologías que son un requisito previo para una transición son inadecuadas hoy en día⁹⁶¹.

Como comentan Campbell, Klaes y Bignell (2010), en la Cumbre de Cancún se reiteró la retórica aspiracional de la CMNUCC y el Protocolo de Kioto, aunque no se hablaba de imponer obligaciones concretas de reducción. Sí se reafirmaban las prioridades establecidas en la Convención Marco, y, de hecho, los autores citados comentan que Cancún podía llegar a ser visto como el lugar donde el Protocolo de Kioto fue aceptado gracias a una evaluación más profunda, teniendo en cuenta términos económicos racionales ante un proceso de negociación democrática⁹⁶².

En la cumbre de Cancún podemos identificar dos vertientes; por un lado, los que apostaban por el éxito en las negociaciones, y, por otro, los que anunciaban un nuevo fracaso que mermaría la esperanza de la comunidad internacional, lo que, como comenta Villavicencio (2011), provocaría que el problema del cambio climático perdiera el peso que había adquirido en las agendas⁹⁶³.

Los Acuerdos de Cancún, como se llamó a los documentos clave⁹⁶⁴, hicieron justo lo que se necesitaba, firmar un paquete equilibrado en el que las principales economías del mundo se comprometían a reducir los gases de efecto invernadero. Para ello, se establecía un fondo de ayuda a los países más vulnerables, con lo que sorteaban obstáculos políticos que entorpecían las negociaciones. Stavins (2011) esboza algunas claves importantes.

⁹⁶¹ El autor considera que se requieren mayores estudios científicos sobre las consecuencias del cambio de temperatura. Subraya que el trabajo científico debe imponerse al político. Ver: Anderson, K. (2010) *Kevin Anderson's Response to Cancun*. Tyndall Centre for Climate Change Research. Consultado el 24/05/2014 y disponible en: <http://www.tyndall.ac.uk/communication/news-archive/2010/kevin-andersons-response-cancun>

⁹⁶² Ver: Campbell, D.; Klaes, M. y Bignell, C. (2010) "After Cancun: The Impossibility of Carbon Trading". *University Of Queensland Law Journal*. Vol. 29. Núm. 2. Pág. 189.

⁹⁶³ La autora comenta que, paradójicamente, se vivía un ambiente de recelo y desconfianza; ello propició el compromiso de los países en la COP16 de Cancún. En el debate se abordaron temas que habían sido analizados y acordados en Copenhague, lo que generó cierto conflicto. Sin embargo, apunta que el país sede tuvo la habilidad y determinación para inspirar confianza, y con la sola palabra "equilibrio" se destrabaron las negociaciones. Ver: Villavicencio, P. (2011) "Los acuerdos de Cancún: un nuevo impulso a las negociaciones internacionales sobre cambio climático". *Revista Catalana de Dret Ambiental*. Vol. 2. Núm. 1. Pág. 5.

⁹⁶⁴ Acuerdos que derivan de los trabajos del *Grupo de Trabajo Ad Hoc Sobre la Acción de Cooperación a Largo Plazo* y del *Grupo de Trabajo Ad Hoc sobre Futuros Compromisos para las partes del Anexo 1 del Protocolo de Kioto*.

Primero, se concluyó el proceso iniciado en Copenhague en un acuerdo oficial, con el compromiso de 2 grados Celsius⁹⁶⁵. Segundo, se amplían los mecanismos de monitoreo y verificación; se resalta que ahora incluyen un área de consulta y análisis de las medidas de mitigación. Tercero, se establece un Fondo Verde para el financiamiento de la adaptación y mitigación. Para ello se nombró al Banco Mundial como fideicomisario temporal del Fondo, estableciendo que los países desarrollados aporten 100.000 millones de dólares para el año 2020. Cuarto, se promueven la protección de la selva tropical. Quinto, se establece una estructura para evaluar las políticas y necesidades en la transferencia de tecnología para hacer frente al cambio climático. Para ello se piensa vincular a los proveedores de tecnología con las necesidades mediante un Centro y Red de Tecnología Ambiental⁹⁶⁶.

Los Acuerdos de Cancún fueron adoptados en contra de las objeciones reiteradas y persistentes de Bolivia, mientras que hubo un amplio apoyo entre las demás Partes de los Acuerdos. La Presidencia mexicana interpretó que el consenso no requeriría la unanimidad y, por tanto, las objeciones de Bolivia no se interpondrían en el camino de la adopción de los acuerdos. Dado que el consenso se entiende comúnmente como la ausencia de objeción formal, y Bolivia se opuso formalmente, la validez de la adopción de los Acuerdos de Cancún podría ser discutible desde un punto de vista legal. A este respecto Streck, Meijer, Conway, Von Unger, O'Sullivan y Chagas (2011) mencionan que los acuerdos fueron válidamente adoptados entre las Partes que no se oponen, y, por tanto, Bolivia no está obligado por ellos; apuntan asimismo que esto genera una situación jurídica nueva: se entiende que, por ejemplo, Bolivia no podría participar de los 30 mil millones de dólares en financiamiento⁹⁶⁷.

⁹⁶⁵ Para Stavins es un éxito precisamente porque no buscó modificar los acuerdos de Copenhague, que implicarían nuevas negociaciones, sino que simplemente selló el compromiso. Apunta que las iniciativas más importantes para resolver el cambio climático ocurrirán fuera del proceso de Naciones Unidas (a pesar de lo importante de dicho proceso). Ver: Stavins, R. (2011) “¿Qué sucedió (y por qué)?” *Foreign Affairs Latinoamérica*. Vol. 11. Núm. 1. Págs. 42-49.

⁹⁶⁶ Ver: Stavins, R. (2011) *¿Qué sucedió (y por qué)?* Pág. 44.

⁹⁶⁷ Los autores exponen que un desafío a la validez de la adopción de los Acuerdos de Cancún es, y sigue siendo, infructuoso; además, subrayan que con su adopción se marcó una nueva regla del consenso. En lo que respecta a la decisión de Bolivia de interponer un recurso en la Corte Internacional de Justicia, apuntan que todo indica que ese órgano no tiene facultades para resolver el conflicto. Para más detalle, ver: Streck, C.; Meijer, E.; Conway, D.; Von Unger, M.; O'Sullivan, R. y Chagas, T. (2011) “The Results and Relevance of the Cancun Climate Conference”. *Journal European Environmental & Planning Law*. Pág. 170.

3.2 Riesgos y miedos ambientales

3.2.1 Respuestas a la escasez, contaminación y degradación del ambiente

Como ya hemos mencionado en apartados anteriores con relación al informe Meadows encargado por el Club de Roma, se cuestiona la idea generalizada de progreso ilimitado; las conclusiones del informe tienen una fuerte inspiración en la predicción de Malthus⁹⁶⁸, y, de hecho, ambos concluyen en la insostenibilidad⁹⁶⁹, con lo que se fomenta la idea alarmista de crisis ecológica que nos llevará a la catástrofe. El efecto invernadero, el calentamiento global, el agotamiento del ozono, la lluvia ácida, la escasez de alimentos, la contaminación atmosférica, la extinción de especies y la explosión demográfica son formas de nombrar a estas amenazas que nos llevan al desastre. Pero, curiosamente, parece que estas amenazas sólo pueden contener la catástrofe reduciendo el crecimiento económico y el demográfico⁹⁷⁰.

Son muy relevantes los trabajos de Julian Simon, quien sostiene que los datos de producción y consumo mundial permiten afirmar que existen mejoras en la obtención de bienes y un mayor acceso a todo tipo de recursos, con lo cual no hay evidencias de escasez. Además, afirma que no hay evidencia que muestre que el crecimiento de la población constituya un obstáculo al crecimiento económico; el autor realizó diferentes análisis econométricos sin encontrar ninguna correlación⁹⁷¹. En “*El último recurso*”,

⁹⁶⁸ Simón Lorda (2004) comenta que fueron los trabajos de William Godwin (1756-1836) los que generaron una influencia en Malthus, quien escribe su ensayo sobre población; este tuvo gran impacto, por las contradicciones económicas y sociales de la revolución industrial a lo largo del siglo XIX. Sin embargo, las ideas malthusianas fueron incorporando nuevos elementos derivando, por ejemplo, en las pretensiones de la ideología nazi de hacerse con un “espacio vital” imprescindible para el crecimiento de la población, el llamado *Lebensraum*, que esta ideología consideraba como un derecho. Fue Malthus el primero en vincular, mediante una proporción inversa, el tamaño de la población y el bienestar económico, idea aún vigente en diferentes esferas. Ver: Simón Lorda, P. (2004) “Conflictos éticos del control demográfico de la población”. *Cuadernos de Bioética*. Núm. 4.

⁹⁶⁹ En el informe se identifica, por un lado, el control demográfico y, por otro, la tecnología como claves para el crecimiento económico, pero como sabemos no es el único. Ver: *Factor 4, Sustainable Technology Development* o más antiguamente *Blueprint for Survival*.

⁹⁷⁰ Sobre crecimiento de la población se pueden consultar entre otros: Sánchez, J. (2008) *El crecimiento de la población mundial. Implicaciones socioeconómicas, ecológicas y éticas*, así como: d’Entremont, A. (2001) *Diez temas de demografía*

⁹⁷¹ Simon demostró en diversos trabajos esta hipótesis. En: *Población y desarrollo en países pobres* (1992) el autor va desmintiendo la tesis malthusiana; en “*El crecimiento demográfico puede ser bueno para los países menos adelantados en el largo plazo: un*”

por ejemplo, comenta cómo el crecimiento de la población es causante de grandes mejoras⁹⁷² en infraestructura social, especialmente en el transporte y las comunicaciones, cruciales para el desarrollo económico. En este sentido subraya: “Una población más grande también supone un mercado más grande... Mercados más grandes también sostienen mayor variedad de servicios...Cuanto mayor es la población, mayor es la cantidad de cada cosa que se produce y lo que promueve el aprender haciéndolo”⁹⁷³. La idea clave que sustenta lo anterior es la capacidad de la mente humana; por ello apunta, una relación entre escolaridad y tecnología: la cantidad de mejoras dependerá del número de personas capaces de usar su cerebro; una población grande dotada de conocimiento útil compensará los costes de crecimiento demográfico.

Simon subraya que la innovación desempeña un papel protagónico en el desarrollo económico y son las personas las únicas que lo proveerán. Pero además de poner énfasis en los efectos que la población tiene en la tecnología, la productividad y la educación, aborda el crecimiento de la población y sus efectos en los recursos naturales, resaltando las razones por las cuales el crecimiento demográfico no inhibe el crecimiento económico. Comenta: “Hay, ciertamente, evidencia de que las personas hacen esfuerzos especiales cuando detectan una necesidad especial”⁹⁷⁴. Al referirse a los efectos macroeconómicos, pone como ejemplo que los niños consumen, pero no producen, por lo que niños adicionales significan un esfuerzo adicional para cada persona de la generación paterna. Sin embargo, es una inversión: en un futuro el niño adicional será positivo. Simon enfatiza que las poblaciones jóvenes producen más que las envejecidas, porque los incrementos salariales se corresponden con la productividad y no con la antigüedad; el crecimiento de la población facilita la renovación de

modelo de simulación más rico”, utiliza regresiones de sección cruzada y datos para 66 países (con ingreso *per capita* menor a 1.000 dólares) para demostrar la relación entre población y crecimiento económico, sin encontrar asociación. La ausencia de correlación parecería negar la tesis de Simon, quien entiende que en el largo plazo, el crecimiento poblacional ejerce una influencia positiva en el crecimiento económico. Pero argumenta que la asociación positiva entre densidad de población y crecimiento económico es una prueba indirecta. Ver: Simon, J. (1992) *Population and Development in Poor Countries. Selected Essays*. Princeton University Press. New Jersey.

⁹⁷² En este aspecto Simon (1986) utiliza, para ejemplificar estadísticas sociales, la ciudad de Chicago y de Champaign-Urbana, una pequeña ciudad de Illinois. Muestra cómo la densidad de la población lleva consigo una sensible mejora en la eficiencia en las comunicaciones, y enfatiza que el tamaño de la población es determinante. Ver: Simon, J. (1986) *El último recurso*. Madrid. Pág. 231.

⁹⁷³ Ver: Simon, J. (1986) *El último recurso*. Págs. 244 y 245.

⁹⁷⁴ Ver: Simon, J. (1986) *El último recurso*. Pág. 311.

estructuras económicas y sociales.

Independientemente del debate ético sobre el crecimiento de la población que Warwick (1995), entre otros, aborda⁹⁷⁵, Simon no utiliza argumentos éticos; en realidad utiliza el mismo lenguaje “científico” que sus opositores. En su libro: “*El estado de la humanidad*” realiza diversos análisis de los principales indicadores de salud, esperanza de vida y mortalidad, calidad de vida, productividad y pobreza, examina sus causas, utiliza diversas comparaciones y lo hace en con series a corto y largo plazo. Con ello analiza el impacto en los recursos naturales, la agricultura, los alimentos, la tierra, el agua, la contaminación y el ambiente. Una de las premisas del libro es la comparación del estado actual de los asuntos con la forma en que era antes. Esa es la comparación que suele ser relevante para los efectos de la política, porque mide el progreso⁹⁷⁶.

Pero además, Simon distingue tres tipos de cambio económico⁹⁷⁷. Comenta que es importante examinar el movimiento en el largo plazo. Pero las comparaciones a corto plazo –entre los sexos, grupos de edad, razas, grupos políticos, que suelen ser puramente relativos– producen noticias más llamativas. Subraya que es a largo plazo donde se verán tendencias representativas y hallazgos indiscutibles, asentados por economistas y otros

⁹⁷⁵ Este investigador entiende que existen tres posiciones diferenciadas sobre el análisis ético. En la primera posición todas las políticas, los planes, las leyes, los decretos y las estrategias de los gobiernos que abordan el crecimiento poblacional deben ser filtrados por los estándares éticos que marcan la Declaración Universal de los Derechos Humanos, los Convenios Internacionales sobre Derechos Civiles y Políticos, y Económicos y Sociales. La segunda posición afirma que las políticas que emita cada gobierno deberán ser juzgadas por cada pueblo, con su propia escala de valores. La tercera posición es prudencial, ya que acepta las Declaraciones Universales, pero deja que cada gobierno las aplique con sus propias circunstancias y recursos. Ver: Warwick, D. (1995) *Population Ethics: Elements of Population Ethics: Is there a Population Problem?* En: Reich, W. [Ed.] *Encyclopedia of Bioethics*. New York: Simon & Schuster Macmillan. Págs. 1954-1961.

⁹⁷⁶ Simon comenta que existen diversas discusiones públicas y privadas en las que se compara el estado de la situación actual de otros grupos como una supuesta medida de “equidad”, o como base para la indignación y la justicia, o para apoyar posiciones políticas. Ver: Simon, J. (1995) *The state of humanity*. University of Maryland. Cambridge Massachusetts. Pág. 4.

⁹⁷⁷ Distingue el cambio que es absoluto en lugar de relativo. Utiliza como ejemplo la mejora de la salud, que beneficia a todos en todo el mundo, un cambio que es principalmente relativo, pero que también tiene un importante efecto general. Como ejemplo menciona que la mejora en la productividad por parte de la gente más inteligente que trabaja en un país, permite a ese país aumentar en gran medida sus exportaciones, en beneficio de los exportadores e importadores, pero causa problemas a algunos otros países, cambio que es totalmente relativo. Usa como ejemplo el cambio en el precio que se cobra entre un socio comercial y otro, o en los términos de intercambio entre materias primas y bienes de consumo, o el tipo de cambio dólar-yen; en todas estas situaciones no hay ningún cambio en el balance de mala o buena. Ver: Simon, J. (1995) *The state of humanity*. Pág. 7.

expertos. En esta línea comenta que “*un recurso ha mostrado una tendencia de creciente escasez en lugar de aumentar la abundancia. Es el recurso más importante y valioso de todos –los seres humanos*”⁹⁷⁸. Ciertamente, comenta, ahora hay más gente en la tierra que nunca antes, y puntualiza que debemos medir la escasez de personas de la misma forma en que se mide la escasez de otros bienes económicos. En este sentido apunta: “*Añadir más gente causa problemas. Pero las personas también son los medios para superar las dificultades. El principal combustible para acelerar el progreso es nuestra reserva de conocimientos y los frenos son nuestra falta de imaginación y las regulaciones sociales desacertadas. Los seres humanos son el recurso más importante, especialmente las personas capacitadas y con pujanza, los jóvenes esperanzados y dotados de libertad que quieren aplicar su voluntad e imaginación a su propio beneficio y que de ese modo inevitablemente lo aplican también en beneficio de todos nosotros*”⁹⁷⁹.

Podemos apuntar otras voces como la llamada escuela francesa de crecimiento demográfico; así Paul Leroy-Beaulieu apunta que el problema real de los países civilizados es el estancamiento o descenso de su población. Por su parte, Adolphe Laudry señala que la despoblación, a lo largo de la historia de la humanidad, ha tenido consecuencias nefastas. Su libro más conocido es *la revolución demográfica*. Otra visión es la de Alfred Sauvy, que en su *Crecimiento cero*, cuestiona a quienes defienden el estancamiento de la población y la economía como solución. Sostiene que crecer demasiado rápido acarrea importantes cargas, pero que crecer lentamente provoca muchos desarreglos estructurales. En esta escuela, el historiador Pierre Chaunu apunta que la supervivencia de la especie humana depende de que se proteja a la familia para lograr la restauración social. Propone medidas legislativas en pro del número de hijos, es decir incentiva a la familia a procrear. También hay que mencionar al geógrafo Gerard-François Dumont, que rechaza las tesis *neomalthusianas* y a quien preocupa si algunos países europeos tendrán posibilidad de remplazo generacional, que, de darse, sería por la inmigración.

En esta línea Jean-Claude Chesnais desmonta las bases teóricas en las que se basan el Club de Roma y otros; detalla los efectos del crecimiento demográfico sobre el económico. Para él, tiene efectos negativos y positivos. Los primeros, si el crecimiento es muy acelerado, obligan a gran parte de la sociedad a dedicar esfuerzos domésticos. Los segundos son un estímulo valioso para incrementar el nivel de vida, ya que se explotan mejor los

⁹⁷⁸ Ver: Simon, J. (1995) *The state of humanity*. Pág. 13.

⁹⁷⁹ Ver: Simon, J. (1995) *The state of humanity*. Pág. 27.

recursos, y se amplían los mercados y la demanda de infraestructura. Expone que el crecimiento demográfico y económico van de la mano, están unidos por el cambio institucional o el progreso técnico, pero que será positivo o negativo, dependiendo de la capacidad gubernamental en políticas que permitan ramificar el desarrollo o difundir la tecnología⁹⁸⁰.

Otros autores estudian el crecimiento demográfico y el económico, destacamos a Friedrich August Von Hayek, que en su libro *La fatal arrogancia. Los errores del socialismo*, dedica un capítulo que se denomina, en la versión castellana, *El orden extenso y el aumento de la población*. Señala que cuando “*la mano de obra deja de ser factor homogéneo de producción no pueden aplicarse las conclusiones malthusianas*”⁹⁸¹. El trabajo diversificado y especializado generado por el aumento demográfico permite que las sociedades puedan aprovechar recursos económicos que antes no existían y así aumentar la productividad del sistema. Apunta que la subsistencia de la población actual depende de la rica variedad de individuos que poseen diferentes habilidades. Señala los beneficios y nuevas oportunidades que ofrece el aumento de la población; el aprendizaje se realiza mediante múltiples canales y exige un sin número de conexiones e interacciones entre grupos e individuos que propician el progreso. Así señala que es frecuente plantear el problema demográfico en términos globales cuando debe plantearse en forma regional; se deben tener en cuenta los aspectos del área en cuestión. Pero, además, comenta que poner a las personas en una escala de coste nos hace olvidar algo obvio: que son vidas humanas. Invita a la reflexión moral: “*está en nuestra mano, sin embargo, dilucidar cuál, entre las muchas y conflictivas normas que la tradición nos presenta como buenas, contribuye en determinadas condiciones a preservar y multiplicar los grupos que las observan*”⁹⁸².

En este mismo sentido, Peter Thomas Bauer entiende que la densidad demográfica y el nivel de pobreza no están correlacionados. Señala directamente que la crisis de la superpoblación es una crisis inventada, ya que el número de personas no añade logros económicos o progreso, éstos dependen de la conducta de la gente. Comenta que “*las personas difieren en aptitudes y cualidades artísticas, intelectuales, musicales, atléticas y en particular difieren en la habilidad de percibir y utilizar las oportunidades*

⁹⁸⁰ Esta escuela tiene muchos exponentes. Sin embargo, se presenta como común denominador el énfasis pro-natalista y, en muchos casos, centrado en las familias, que son las iniciadoras de la creatividad y del espíritu emprendedor. Ver: Sánchez Barricarte, J. (2008) *El crecimiento de la población mundial. Implicaciones socioeconómicas, ecológicas y éticas*. Págs. 110-118.

⁹⁸¹ Ver: Hayek, F. (1990) *La fatal arrogancia. Los errores del socialismo*. Obras completas. Vol I. Unión editorial. Pág. 194.

⁹⁸² Ver: Hayek, F. (1990) *La fatal arrogancia. Los errores del socialismo*. Pág. 208.

económicas. La disposición de aprovechar estas oportunidades económicas es de gran importancia al explicar las sociedades”⁹⁸³. Pone como ejemplo a Ford, Edison y Northcliffe, que tuvieron gran influencia. Señala que el bienestar de una población debe medirse mediante indicadores que contemplen, por ejemplo, la satisfacción, y apunta que el ingreso per cápita limita el análisis: “*si nace un ternero el ingreso de un país aumenta, mientras que si nace un niño se computa como una reducción*”⁹⁸⁴. Pone énfasis en que constantemente se contabilizan riquezas naturales y la disponibilidad de la tierra o el capital como los detonantes del desarrollo económico y señala que “*el logro económico depende de las personas de su capacidad y disposición, no de los recursos naturales*”⁹⁸⁵. Importan las políticas económicas que establezcan los gobiernos y la preparación de la gente, y es determinante el trabajo, la inversión, la ciencia y la tecnología.

En esta línea, Gary Stanley Becker y Theodore William Schultz, con sus aportaciones sobre el capital humano, dan una interpretación distinta a los gastos de capital humano. Subrayan que es una inversión y sostienen que son lo más importante para el crecimiento económico, más que la simple acumulación de bienes. Por lo que, para Becker (1983), el conjunto de las capacidades productivas que un individuo acumula es una opción individual, una inversión. Se evalúa por la diferencia entre los costes y las rentas futuras; el individuo valora continuar su formación, que en el futuro le permita incrementar sus ingresos⁹⁸⁶. En su libro sobre el capital humano, detalla la importancia de la inversión en educación desde la teoría económica, investiga empíricamente los efectos de su teoría en la educación formal –universitaria–, y además puntualiza factores que modifican las tasas de rendimiento. Se centra en los beneficios sociales que produce la educación al individuo⁹⁸⁷, así, propone relacionar la familia con el

⁹⁸³ Ver: Bauer, P. (1981) *Equality, the Third World, and Economic Delusion*. Harvard University Press. Cambridge. Pág. 10.

⁹⁸⁴ Ver: Bauer, P. (1981) *Equality, the Third World, and Economic Delusion*. Pág. 21.

⁹⁸⁵ Ver: Bauer, P. y Sen, A. (2004) *From Subsistence to Exchange*. Princeton University Press. New Jersey. Pág. 87.

⁹⁸⁶ Señala que la mayor parte de las inversiones en capital humano –tales como la educación formal, la formación en el trabajo o las migraciones– elevan las retribuciones observadas a edades avanzadas, debido a que los rendimientos son parte de las retribuciones, por lo que se reducen a edades tempranas. Puntualiza que si algunos individuos ganan más que los demás, es porque invierten en sí mismos; que los más aptos tienden a invertir más que los demás. Ver: Becker, G. (1983) *El capital humano*. Versión castellana. Alianza Universidad. Madrid. Pág. 251.

⁹⁸⁷ La teoría del capital humano distingue dos posibilidades de formación. Por un lado, la formación general, adquirida en el sistema educativo. Por otro, la formación específica, adquirida en el seno de la unidad de producción.

crecimiento económico. Lo novedoso de su modelo fue asumir la tasa de retorno a las inversiones en capital humano, cuando se incrementan las existencias de este capital. Son las familias las que invierten en la educación de sus hijos. En *Tratado sobre familia*, Becker (1987) analiza, entre otras cuestiones, la división del trabajo en los hogares y en las familias – especialmente el rol de la mujer⁹⁸⁸, la demanda de hijos⁹⁸⁹, los antecedentes socioeconómicos de la familia⁹⁹⁰, la desigualdad y la movilidad intergeneracional⁹⁹¹, el altruismo en la familia⁹⁹², entre otros factores.

Por su parte, Schultz entiende que los gastos en educación y sanidad son inversiones en la capacidad productiva del trabajador. En su obra *El valor económico de la educación*, aborda los componentes económicos de la educación y sus costes⁹⁹³. Detalla los valores de la educación, o instrucción como él le llama, que para el productor constituyen una inversión en las capacidades futuras que le permiten producir y percibir ingresos. Analiza el establecimiento educativo, la educación como fuente de desarrollo económico, la formación de capital por medio de la educación y la relación coste-beneficio, por lo que señala que para muchos “invertir en seres humanos resulta ofensivo”⁹⁹⁴. Los valores y creencias impiden ver al ser humano como capital. Aborda el desarrollo económico a partir de capital

⁹⁸⁸ Comenta que las mujeres casadas se han especializado en la crianza de los hijos y las labores domésticas y han exigido contratos de larga duración para protegerse, y señala que el matrimonio se define como uno de esos contratos. Ver: Becker, G. (1987) *Tratado sobre familia*. Pág. 31.

⁹⁸⁹ Analiza la interacción entre la cantidad de hijos, en zonas rurales y urbanas, asume la renta como factor de fecundidad desde una perspectiva trans- generacional, y comenta: “los hijos en la generación siguiente, permite que la pareja invierta más en educación, formación y potencial de cada hijo”. La demanda de hijos hace referencia a la cantidad de hijos que la familia desea tener cuando no hay obstáculos en el procreación ni en el control de la natalidad. Ver: Becker, G. (1987) *Tratado sobre familia*. Pág. 130.

⁹⁹⁰ Analiza sistemáticamente la influencia de los gastos y de las dotaciones de la familia en la renta de los hijos. Puntualizar que las herencias no se contemplan por no ser consideradas un capital humano. Ver: Becker, G. (1987) *Tratado sobre familia*. Págs. 153-179.

⁹⁹¹ Estudia cómo la desigualdad de la renta difiere entre una generación y otra, tarea que tradicionalmente realizan los sociólogos, y señala que “la teoría del capital humano muestra que la desigualdad puede ser el resultado del comportamiento maximizador sin que existan fuertes dependencias de la suerte y otra variables estocásticas”. Ver: Becker, G. (1987) *Tratado sobre familia*. Pág. 181.

⁹⁹² Matemáticamente establece que el altruismo se realiza mediante la protección que la familia otorga a cada uno de sus miembros en situaciones de desgracia económica o de incertidumbre. Ver: Becker, G. (1987) *Tratado sobre familia*. Pág. 231.

⁹⁹³ Al respecto comenta: “si la educación fuera gratuita la gente la consumiría hasta saciarse e invertiría en ella hasta que ya no proporcione una ganancia”. Ver: Schultz, T. (1968) *Valor económico de la educación*. Unión tipográfica editorial hispano-americana. México. DF. Pág. 30.

⁹⁹⁴ Ver: Schultz, T. (1968) *Valor económico de la educación*. Pág. 133.

humano⁹⁹⁵ y puntualiza el alcance y la esencia de estas inversiones⁹⁹⁶. Para Schultz, la inversión en educación permite el aprendizaje en grados crecientes, que detonará el proceso de acumulación de capital humano, en el que los conocimientos y destrezas evolucionan en consonancia a los progresos tecnológicos y científicos.

Es curioso considerar que Simon hizo una apuesta, en 1980, con el neomalthusiano Paul Ehrlich⁹⁹⁷. La confrontación era básicamente: por un lado, la mejoría, el desarrollo y el crecimiento (la posición de Simon) y, por otra, el agotamiento y la escasez (la posición de Ehrlich). Simon dio a escoger a Ehrlich cinco materias primas y le aseguró que bajarían su precio en un período de diez años⁹⁹⁸. Ehrlich aceptó la apuesta y eligió 5 minerales. En 1990 perdió la apuesta, ya que los precios de los productos habían bajado; la tesis de Simon desmentía que el agotamiento de recursos causara encarecimiento o catástrofe⁹⁹⁹. Las aseveraciones de Simon generaron eco.

⁹⁹⁵ Además muestra, mediante ejemplos, que los ingresos están relacionados con grado de educación; señala que no son las preferencias sociológicas de edad, sexo, o étnicas de los patrones –aunque pueden estar presentes–, lo que determina que una persona esté en el mercado laboral o no, es decir sea contratado; es la educación el factor clave. Ver: Schultz, T. (1968) *Valor económico de la educación*. Págs. 136-144.

⁹⁹⁶ Podemos destacar cinco factores que, para Schultz, contribuyen en la inversión en capital humano: 1) Servicios de salud, todos los que estén relacionados con la expectativa de vida, resistencia y vitalidad de sociedad. 2). Formación laboral, el organizado por las empresas o por terceros. 3). La educación formal según las necesidades de la empresa. 4). Los programas de acceso al estudio para adultos. 5). La libre movilidad de individuos y familias para ajustarse a las distintas oportunidades de trabajo. Ver: Schultz, T. (1968) *Valor económico de la educación*. Pág. 147.

⁹⁹⁷ Paul Ralph Ehrlich es un biólogo americano y profesor de estudios de población en el departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Stanford y presidente del Centro de Stanford para Biología de la Conservación. Su especialidad es la entomología en lepidópteros. También es considerado ecologista y demógrafo. Ehrlich es muy conocido tras publicar *The Population Bomb*.

⁹⁹⁸ La apuesta se realizó entre Simon por un lado y Ehrlich con sus colegas John Harte y John Holdren, por otro. Seleccionaron cinco materias primas (cobre, cromo, níquel, estaño y tungsteno) que ellos pensaban que subiría de precio a medida que aumentara la escasez y el agotamiento.

⁹⁹⁹ Los partidarios de la posición de Ehrlich sugieren que gran parte de esta caída de los precios se debió a las fluctuaciones en el petróleo que derivaron en una recesión, haciendo que bajaran los precios. Lo cierto es que el precio del estaño bajó debido a un mayor uso del aluminio, un material mucho más abundante, útil y de bajo costo. También se produjo una mejora en la tecnología minera que permitió el descubrimiento de vastas vetas de níquel, con lo que se agotó el monopolio existente. Por su parte, el tungsteno cayó debido al aumento del uso de la cerámica en los utensilios de cocina. El precio de cromo cayó debido a mejores técnicas de fundición. El precio del cobre comenzó a caer debido a la invención del cable de fibra óptica (que se deriva de la arena), que desempeña un número de las funciones antes reservados sólo para el alambre de cobre. En todos estos casos, las mejoras

La revista *The Wired*¹⁰⁰⁰ le dio difusión y llegaría a las manos del danés Bjorn Lomborg, un activista de *Greenpeace*, que mientras estaba en Los Ángeles, leyó la publicación. En su libro *El ecologista escéptico* comenta que quedó encandilado con los argumentos de Simon y se propuso reproducirlos.

Para ello, Lomborg se dispuso a repetir los trabajos de Simon. Lo que fue descubriendo es que existe un progreso en todas las áreas importantes de la actividad humana: la esperanza de vida ha crecido a más del doble en los últimos 100 años, y la mortalidad infantil ha descendido drásticamente, y si bien ahora somos más, no se debe a que “*nos hayamos empezado a reproducir como conejos, sino porque hemos dejado de morir como moscas*”¹⁰⁰¹. Tenemos más comida ahora: la proporción de personas hambrientas ha bajado del 35% al 18% en el año 2010. La ingesta calórica en los países en desarrollo se ha incrementado un 38%, los ingresos, tanto en los países desarrollados como en los de en vías de desarrollo, se ha triplicado, el número de alumnos en los países en desarrollo se ha multiplicado por cinco, y así sucesivamente. Evidentemente, las cosas no van bien en todas partes, pero sí van mejor que antes.

En cuanto al análisis que realiza de la energía, Lomborg apunta que los combustibles fósiles no se van a agotar en un futuro predecible, y es de destacar la visión de Solow respecto a la utilización de los recursos por su posible agotamiento, el cual menciona: “*No se trata de asegurar todos y cada uno de los recursos existentes para las generaciones venideras, sino de aportar a esas generaciones futuras el suficiente capital y conocimientos para que puedan obtener una calidad de vida al menos tan buena como la nuestra*”¹⁰⁰².

Además, Solow subraya que existen mejoras tecnológicas¹⁰⁰³ que permiten

en la tecnología proporcionaron un uso más eficiente de los recursos existentes, o la sustitución con un recurso más abundante y menos costosos, situación que se mantuvo, como Simon predijo, hasta 2011.

¹⁰⁰⁰ En esta revista de California, Ed Regis publicó un amplio artículo sobre la obra de Simon que causó gran difusión porque estaban muy presentes las predicciones catastróficas de algunos ecologistas. Ver: Regis, E. (1997) *The Doomslayer. The environment is going to hell, and human life is doomed to only get worse, right? Wrong. Conventional wisdom, meet Julian Simon, the Doomslayer*. The Wired.

¹⁰⁰¹ Ver: Lomborg, B. (2003) *El ecologista escéptico*. Versión castellana. Espasa. Madrid. Pág. 147.

¹⁰⁰² Ver: Robert Solow, citado por Lomborg, B. (2003) *El ecologista escéptico*. Pág. 187.

¹⁰⁰³ Es ilustrativa la cita del jeque Yamani, ministro del petróleo y fundador de la OPEC: “*La edad de piedra no terminó por la escasez de piedras...la piedra dejó de ser utilizada porque el hierro y el bronce resultaron ser materiales superiores, del mismo modo*”

una obtención eficiente de las materias primas, así como nuevos progresos en la utilización de las mismas. Por ejemplo, en la industria petrolera, hasta hace poco se cerraban pozos no por su agotamiento, sino porque no se contaba con la tecnología que facilitara una mayor extracción, o porque su coste superaba el precio del barril de petróleo. Se perdía el 60% de la producción posible por no contar con métodos de extracción adecuados. Los avances tecnológicos han permitido recuperar lo que antes se perdía, y por el lado del consumo, los coches y otros aparatos de combustión son mucho más eficientes que antes, y además menos contaminantes. El número de kilómetros por litro que los vehículos actuales son capaces de recorrer es una prueba de este aspecto.

Otras voces, como las de Xavier Sala-Martín, se unen a la visión en la que apunta que se ha mejorado conforme al pasado. En *Globalización y reducción de la pobreza*, apunta errores de fondo y de forma en los informes de la ONU; en su análisis construye una distribución mundial de la renta para poder saber cuánto se quedan los ricos y cuánto los pobres. Con datos ajustados por la paridad y por el poder de compra¹⁰⁰⁴.

Lomborg rechaza la visión catastrófica fatalista, ya que conduce al miedo y por tanto fomenta tanto demagogias como fundamentalismos. En este sentido comenta que el Protocolo de Kioto fija objetivos de reducción de las emisiones de gas con efecto invernadero, que son muy caros en términos de inversión, y la ganancia resultante se estima en 0,15 grados sobre la temperatura media del planeta. A su parecer, el coste no justifica la ganancia. Además, apunta que no se ha logrado justificar plenamente la relación entre estos gases y la subida de la temperatura; cita a Nigel Calder, quien, con su obra *The Manic Sun: Weather Theories Confounded*, introduce un enfoque original, según el cual el astro solar es el causante del calentamiento¹⁰⁰⁵.

Alcalde (2007), en su libro *Las mentiras del cambio climático*, comenta que quienes han puesto en duda o simplemente cuestionado la catástrofe ecológica en la que vivimos, han sido objeto de numerosas agresiones¹⁰⁰⁶.

dejaremos de utilizar el petróleo cuando otras tecnologías energéticas nos proporcionen mayores ventajas". Ver: Lomborg, B. (2003) *El ecologista escéptico*. Pág. 187.

¹⁰⁰⁴ En este trabajo se muestra que el nivel de pobres ha decrecido. Existen aún muchos retos, pero se observa una tendencia positiva. Ver: Sala-i-Martin, X. (2006) *Globalización y reducción de la pobreza*. FAES. Ávila. Págs. 15-45.

¹⁰⁰⁵ Ver: Lomborg, B. (2003) *El ecologista escéptico*. Pág. 385.

¹⁰⁰⁶ Que van desde recibir cartas incendiarias hasta actos vandálicos a sus coches, e incluso amenazas.

Cuestiona los planteamientos del Protocolo de Kioto, siguiendo la crítica de Lomborg, y establece el coste que supondrían las modificaciones para dar solución a algunos de los problemas más urgentes a los que se enfrenta la humanidad en unos 150.000 millones de dólares al año. Pero entonces se pregunta, ¿es el calentamiento global la amenaza más dura a la que enfrenta la humanidad? ¿Es el clima el que debe aglutinar todos nuestros esfuerzos de naciones, empresas y ciudadanos? Alcalde apunta, por ejemplo, “*Si hablamos de fallecimientos anuales, el cambio climático (en el peor de los panoramas propuestos por el IPCC) provocaría 137.000. En 2002, el tétanos produjo 213.000; la desnutrición, 484.000; el sarampión, 607.000; la malaria, 911.000; la tuberculosis, 1.565.000; las diarreas, 1.868.000 y el SIDA, 2.917.000*”. La clave será enfocar bien nuestras prioridades¹⁰⁰⁷.

Para este autor, Lomborg resalta las afirmaciones demagógicas y terroríficas que buscan generar miedo. Comenta que estos “asustadores” profesionales, los científicos y las organizaciones ecologistas que les sustituyen, dando paso al “*mercado de las catástrofes y de las amenazas ecologistas*”, son subvencionados por los sectores público y privado, así que resaltan o en algunos casos inventan catástrofes y nuevos problemas mediante su influencia en los medios, conforme al principio de que las malas noticias tienen mayor difusión, la postura más adecuada para seguir ganándose la vida¹⁰⁰⁸.

La cuestión de la seguridad ha estado en boca de todos en los últimos años. Un ejemplo son los desastres naturales, los ataques terroristas, las pandemias de impacto global, etc. La sensibilidad moderna parece encadenada a la inseguridad, muy similar al entendimiento medieval por miedo al infierno. En esta tesitura Klein (2008) comenta que en un clima de desastre, las oportunidades y la flexibilización de las condiciones de trabajo se pueden modificar, ya que se anula la rigidez ante la amenaza. Este autor analiza que mediante el “shock” se manipula a la ciudadanía y se aprueban leyes o

¹⁰⁰⁷ Ver: Alcalde, J. (2007) *Las mentiras del cambio climático*. Libros libres. Madrid. Pág. 207.

¹⁰⁰⁸ Recientemente, en España, Carmen Pérez-Lanzac (2008) escribió en el diario *El País* el artículo “*Cambio climático: ¿La nueva religión?*” en el que apunta que el clima y sus efectos han movilizado a científicos, ingenieros y economistas. Pero empieza a esbozarse también una dimensión espiritual, es decir la nueva religión del siglo XXI: “*Una nueva espiritualidad ecológica. El lenguaje mesiánico y los instrumentos casi religiosos que se utilizan rompen los esquemas discursivos y calan en una opinión pública más escéptica ante causas del pasado*”. Cita a Miguel Delibes de Castro que señala: “*Al Gore ha vuelto a demostrar que moviliza mucho más algo parecido a la fe que la racionalidad*”. Por lo que subraya que hay frases como: “Hay que salvar el planeta”, “Tenemos una misión”, “La culpa es del hombre (¿el pecador?)”, “Llega el cambio climático (¿el castigo?)”.

condiciones laborales que en otro escenario sería impensable¹⁰⁰⁹. Por todo esto, es preciso abordar los conceptos de riesgos, miedos, y vulnerabilidades con el fin de contar con elementos suficientes que nos permitan analizar la problemática ambiental.

3.2.2 Riesgos, peligros y vulnerabilidades. Conceptos clave

3.2.2.1 Riesgos

Partimos de una simple pregunta: ¿Qué entendemos por Riesgo? Siguiendo a Sunstein (2006), podemos entenderlo como un peligro concreto o simplemente parte de la “heurística de la probabilidad”¹⁰¹⁰ donde sus efectos son magnificados. Robbins, Hintz y Moore (2010) mencionan que el riesgo es frecuentemente sobreestimado y es muy difícil establecer un punto medio, ya que es una percepción individual. Por ello, apuntan la complejidad en la toma de decisiones; estos investigadores consideran que sólo mediante información relevante y suficiente se puede acertar en los mecanismos de respuesta¹⁰¹¹.

Slovic y Weber (2002) subrayan que la percepción es determinante a la hora de definir un riesgo, pero no siempre se tiene conciencia del riesgo¹⁰¹². Zinn (2010) resalta esta misma idea, enfatizando que los riesgos son simples probabilidades ante la percepción de un peligro: los grupos humanos utilizan el riesgo como un mecanismo de retorno hacia los textos míticos fundacionales, reforzando su propia estructura jerárquica. De ahí la importancia de comprender el problema desde una manera biográfica y cualitativa en donde convergen agente y estructura¹⁰¹³. Diversas

¹⁰⁰⁹ Ver: Klein, N. (2008) *La Doctrina del Shock. El Auge del Capitalismo del Desastre*. Paidós.

¹⁰¹⁰ Ver: Sunstein, C. (2006) Riesgo y Razón: seguridad, ley y medioambiente.

¹⁰¹¹ Ver: Robbins, P.; Hintz, J. y Moore, S. (2010) *Environment and Society: A Critical Introduction*. Pág. 78.

¹⁰¹² Por ejemplo, cuando alguien decide incursionar en deportes de montaña, puede no comprender a qué tipo de peligros se va a enfrentar hasta que no experimenta las consecuencias de su acción. Por otra parte, quien sufre alguna fobia puede magnificar los peligros en forma imaginaria. Ver: Slovic, P. y Weber, E. (2002) *Perception Risk posed by Extreme Events*. Conference. Risk Management Strategies in an Uncertain World.

¹⁰¹³ Ver: Zinn, J. (2010) “Biography, Risk and Uncertainty –is there common ground for biographical Research and Risk Research. FQS”, *Forum, Qualitative Social Research*. Vol. 11. Núm. 1. Consultado 23/06/2013 y disponible en: <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/1512/3030>.

investigaciones vinculan las emociones y la percepción de los riesgos¹⁰¹⁴. Tierney (1994) hace referencia al riesgo como la probabilidad de concreción de consecuencias indeseadas que se producen por fuerzas ajenas al sujeto, por lo que su integridad se puede afectar en forma parcial o total. El riesgo debe ser definido como socialmente impuesto y no como una evaluación previa del sujeto con arreglo a un beneficio¹⁰¹⁵.

Para Beck (1998), en la sociedad actual se puede constatar que la modernidad¹⁰¹⁶ se ha transformado en sus “consecuencias” –que no han sido planificadas ni deseadas, pero que, están redefiniendo la sociedad–. Este investigador social entiende que en esta sociedad se configura un cambio de dinámica, pasando de una “modernización simple” a una “modernización reflexiva”¹⁰¹⁷, que deriva en lo que él llama “sociedad del riesgo” como caracterizadora de la sociedad actual.

El papel que juega el riesgo en el aparato económico es específico de cada nación. Como comenta Skoll (2011), los términos comunismo, terrorismo y crimen han tenido diferente impacto y entendimiento en la sociedad estadounidense. En parte, la aversión (que raya en la paranoia) al “comunismo”, nace en su día tras la Segunda Guerra Mundial, para combinar dos ideologías antagónicas en la superficie, como el neo-conservadurismo que promueve el keynesianismo puro y el neo-liberalismo. Por este motivo se busca resolver situaciones aparentemente infranqueables, para reducir el conflicto social. Este autor comenta que el principio de seguridad es una construcción derivada de la vulnerabilidad del hombre frente a la escasez, la guerra, el destino. Por lo que se debe subrayar que mediante la guerra, se permite hacer una elección entre quiénes son el blanco y a quiénes se debe proteger¹⁰¹⁸.

¹⁰¹⁴ Resaltamos, entre otros, a: Hogarth, R.; Portell, M.; Cuxart, A. y Kolev, G. (2008) *Emotion and Reason in Everyday Risk Perception*. Social Science Electronic Publishing.

¹⁰¹⁵ Ver: Tierney, K. (1994) *Sociology's Unique Contributions to the Study of Risk*. Disaster Research Center.

¹⁰¹⁶ Para un análisis más profundo de la modernidad como proceso de rupturas y continuidades que tiene como objetivo una sociedad en la que se cumplan las metas fijadas, en materia de desarrollo económico, justicia social y libertad, se puede consultar el texto de Solé, C. (1998). *Modernidad y modernización*. Anthropos. Barcelona.

¹⁰¹⁷ Entendemos, como modernidad reflexiva, “la capacidad de auto-destrucción de las formas y las estructuras tradicionales de la sociedad industrial y creadora de nuevas estructuras y dinámicas sociales, en donde el fenómeno del riesgo social cobra sentido”. Ver: Giddens, A.; Bauman, Z.; Luhmann, N.; Beck, U.; [Beriaín, J. Compilador.] (1996). *Las consecuencias perversas de la modernidad*. Anthropos. Barcelona. Pág. 223, así como: Ballesteros, J. (2000) *Posmodernidad: Decadencia o Resistencia*. Tecnos. Madrid.

¹⁰¹⁸ Por tanto, se puede utilizar el terrorismo para “justificar” la vulneración de los derechos humanos e incluso tergiversar el conteo de bajas en un conflicto bélico. Para más detalle ver: Skoll, G. (2011) “Commodification of Concepts: communism, crime and terrorism in 300

Beck (2001) subraya que vivimos en un momento en el cual la modernidad reflexiva ha modificado el sentido de todas las instituciones, pero ha dejado intacta la fachada. Por eso mediante la simulación asistimos a un escenario ficticio en el que las instituciones que antes fueron garantes, por ejemplo, la Iglesia o la familia, e incluso la política, han mutado a algo nuevo que define al riesgo como su principal eje fundante, cuando en el fondo las reglas que le dieron origen ya no se pueden aplicar¹⁰¹⁹.

Korstanje (2009) realiza una recopilación abundante para explicar que el riesgo es funcional respecto del orden económico de una sociedad. Así el investigador apunta que el riesgo no sólo pone en funcionamiento toda la economía por el principio de escasez, sino que provee de una protección simbólica a ciertos bienes y servicios que son manipulados y monopolizados, por lo que toman mayor o menor valor dependiendo de los circuitos por los que transitan¹⁰²⁰.

3.2.2.2 Vulnerabilidad

Siguiendo a Turner et al. (2003), se puede decir que el uso común de la palabra “vulnerabilidad” se refiere a la capacidad de ser herido, es decir, el grado de probabilidad de que un sistema experimente un daño debido a la exposición a un peligro¹⁰²¹. Andrew Maskrey (1993) define la vulnerabilidad

the post WWII United States”. En *In Terrorism, Tourism and Economy*. Special issue edited by Maximiliano Korstanje [Eds.]. *Economía Autónoma*. Universidad Autónoma Latinoamericana. Págs. 75-96.

¹⁰¹⁹ Ver: Beck, U. (2001) *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*. Edición castellana. Paidós. Barcelona.

¹⁰²⁰ El sentido último del riesgo es la restricción de ciertas prácticas para crear bienes inalienables. Aquellos que puedan acaparar mayores “bienes inalienables” tendrán mayor poder político, en comparación con otros grupos. Por ese motivo, la distinción opera de forma paralela a la masividad de ciertos productos. Al respecto se puede consultar: Korstanje, M. (2009) “La Desrutinización del Eje Civilizatorio: riesgo, miedo, angustia y fobia a los viajes modernos”. *Nómadas: Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*. Núm. 23. Págs. 215-249; Korstanje, M. (2010) “Economía del Riesgo”. *Economía, Sociedad y Territorio*. Núm. 32. Págs. 275-281; Korstanje, M. (2010) *El miedo político en C. Robin y M. Foucault*. International Society of Philosophers; Korstanje, M. (2012) “Bases para comprender la economía del riesgo”. *Revista Austral de Ciencias Sociales*. Vol. 22. Núm. 1. Págs. 5-24; Korstanje, M. (2013) “Preemption and Terrorism. When the Future Governs”. *Cultura*. Vol. 10. Núm. 1. Págs. 167-184.

¹⁰²¹ Ver: Turner, B.; Christensen, L.; Corell, R.; Eckley, N.; Kasperson, J.; Kasperson, R.; Luers, A.; Martello, M.; Matson, P.; McCarthy, J.; Polsky, C.; Pulsipher, A. y Schiller, A. (2003) “A framework for vulnerability analysis in sustainability science”. *Proceedings of*

como “la incapacidad de una comunidad para absorber, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio”¹⁰²².

El uso científico del término “vulnerabilidad” tiene sus raíces, como comenta Füssel (2007), en la geografía y en la investigación de peligros naturales, pero ahora es un concepto central en otros contextos de investigación, tales como la ecología, la salud pública, la pobreza y el desarrollo; es utilizado también en referencia a medios de vida seguros y en los efectos climáticos¹⁰²³. Pero también es entendida de forma distinta según las circunstancias de cada persona o grupo social, ya que la vulnerabilidad se entiende como el grado con base en el cual los grupos, las clases, las regiones o los países se comportan y sufren de manera distinta entre sí; quizá por ello está conceptualizada de maneras muy diferentes por los estudiosos de diferentes ámbitos de conocimiento, e incluso dentro del mismo dominio¹⁰²⁴.

Destacan los trabajos de Kasperson et al. (2005), que asumen que no existe una única o “mejor” conceptualización “correcta” de la vulnerabilidad que se ajustara a todos los contextos de evaluación. En su lugar, la diversidad de las conceptualizaciones se ve principalmente como consecuencia del término “vulnerabilidad” que se utiliza en diferentes contextos políticos en referencia a los diferentes sistemas expuestos a diferentes riesgos¹⁰²⁵. La vulnerabilidad se entiende, según Blaikie, Cannon, Davis y Wisner (2004), como las

the National Academy of Sciences of the United States of America. Vol. 100. Núm. 14. Págs. 8074-8079.

¹⁰²² El autor distingue diversos tipos de vulnerabilidad, entre los que destacan: Económica, Social, Natural, Física, Política, Cultural, Ideológica. Ver: Maskrey, A. (1993) [Comp.] *Los desastres no son naturales*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Pág. 22.

¹⁰²³ Ver: Füssel, H. (2007) “Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research”. *Global Environmental Change*. Núm. 17. Pág. 155.

¹⁰²⁴ Timmermann (1981) comenta que la vulnerabilidad es un término muy amplio y que, por ello, es casi inútil la descripción cuidadosa en la actualidad. Por su parte Liverman (1990) señaló que la vulnerabilidad “se ha relacionado o equipara a conceptos como la resiliencia, la marginalidad, la susceptibilidad, la adaptabilidad, la fragilidad y el riesgo”. Ver: Timmermann, P. (1981) “Vulnerability, resilience and the collapse of society”. *Environmental Monograph*. Vol. 1. Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Toronto, Canada, así como: Liverman, D. (1990) *Vulnerability to global environmental change*, en: Kasperson, R.; Dow, K.; Golding, D. y Kasperson, J. [Eds.] *Understanding Global Environmental Change: The Contributions of Risk Analysis and Management*. Págs. 27-44.

¹⁰²⁵ Ver: Kasperson, J.; Kasperson, R.; Turner B.; Schiller, A. y Hsieh, W. (2005) *Vulnerability to global environmental change*, en: Kasperson, J. y Kasperson, R. [Eds.] *Social Contours of Risk. Vol. II: Risk Analysis Corporations and the Globalization of Risk*. Earthscan, London. Pág. 245-285.

características de una persona o grupo de ellas en relación con su capacidad de anticipar, enfrentar, resistir y recuperarse de un desastre¹⁰²⁶.

Adger (2006) entiende que el concepto de vulnerabilidad ha sido una poderosa herramienta de análisis para la descripción de los estados de la susceptibilidad de los daños, la impotencia y la marginalidad de los sistemas físicos y sociales, y para orientar el análisis normativo de las acciones para mejorar el bienestar a través de la reducción del riesgo. Así, el autor argumenta que las ideas emergentes en la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos se complementan y pueden contribuir significativamente a una agenda de investigación en la que convergen los desafíos que enfrenta la humanidad como resultado de las interacciones ambientales¹⁰²⁷.

El concepto de un sistema socio-ecológico refleja la idea de que la acción humana y las estructuras sociales son una parte integral de la naturaleza y, por lo tanto, ninguna distinción entre los sistemas sociales y naturales es arbitraria. Los sistemas naturales se refieren a los procesos biológicos y biofísicos, mientras que los sistemas sociales se componen de reglas e instituciones que intervienen en el uso humano de los recursos, así como de los sistemas de conocimiento y la ética que interpretan los sistemas naturales desde una perspectiva humana¹⁰²⁸. En el contexto de estos sistemas socio-ecológicos, la resiliencia se refiere a la magnitud de la perturbación que se puede absorber antes de que un sistema cambie a un estado radicalmente diferente, así como la capacidad de auto-organizarse y la capacidad de adaptación a las circunstancias emergentes¹⁰²⁹.

¹⁰²⁶ El concepto de vulnerabilidad abarca los siguientes aspectos: a) las condiciones físicas peligrosas, es decir, el grado de exposición al peligro; b) las condiciones socioeconómicas, es decir, las relaciones sociales de producción; y c) la capacidad de recuperación individual o general de la sociedad afectada. La vulnerabilidad es también la condición por la cual los asentamientos humanos o edificaciones se encuentran en peligro por su exposición y su fragilidad a una amenaza. Está en constante cambio, es dinámica. Ver: Blaikie, P.; Cannon, T.; Davis, I. y Wisner, B. (2004) *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*. New York. Págs. 49-68.

¹⁰²⁷ Ver: Adger, N. (2006) "Vulnerability". *Global Environmental Change*. Vol. 16. Núm. 3. Pág. 268.

¹⁰²⁸ Ver: Berkes, F. y Folke, C. [Eds.] (1998) *Linking Social and Ecological Systems*. Cambridge. University Press. Cambridge. Págs. 1-25.

¹⁰²⁹ Podemos resaltar, entre otros, a: Carpenter, S.; Walker, B.; Anderies, J. y Abel, N. (2001) *From metaphor to measurement: resilience of what to what?* *Ecosystems*. Vol. 4. Págs. 765-781, Así como: Berkes, F.; Colding, J. y Folke, C. [Eds.] (2003) *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change*. Cambridge University Press, Cambridge, y: Folke, C. (2006) "Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses". *Global Environmental Change*. Vol. 16. Núm. 3. Págs. 253-267.

La investigación de las vulnerabilidades busca contribuir a los debates sobre la capacidad de recuperación y adaptación en el manejo de la percepción del riesgo y en la gestión pública. Uno de los principales retos pasa por medir la vulnerabilidad dentro de un marco conceptual robusto. Siguiendo a Carpenter et al. (2001), la vulnerabilidad, así como la adaptación y la resiliencia, dan nuevas formas de entendimiento a los ecosistemas de los que el bienestar humano depende en última instancia¹⁰³⁰. Sin la interdisciplinaridad, se dota a la vulnerabilidad y a la resiliencia de diferentes visiones respecto de los sistemas sociales y naturales capaces de afrontar las tensiones socio-políticas. Las implicaciones políticas de la vulnerabilidad y la resiliencia son profundas y controvertidas. Las políticas y las estrategias que reducen la vulnerabilidad y promueven la resiliencia cambian el *status quo* para muchas agencias e instituciones que frecuentemente se resisten¹⁰³¹.

3.2.2.3 Peligros

El sociólogo alemán Luhmann (1992) hace una distinción entre los términos peligro y riesgo. Piensa que es el nivel de observación lo que permite diferenciar cada uno de ellos. En ambas clases de situaciones se alude a una inseguridad con relación a daños futuros, para lo cual supone dos posibilidades:

- 1) Si el daño es provocado externamente, o sea, cuando se atribuye al medio ambiente, estamos hablando de peligro.
- 2) Si se considera que el daño es una consecuencia de una acción propia, estamos hablando de riesgo¹⁰³².

Otros autores¹⁰³³ utilizan indistintamente peligro y amenaza¹⁰³⁴. Ambos términos implican una valoración sobre un hecho que, de ocurrir, le puede

¹⁰³⁰ Ver: Carpenter, S.; Walker, B.; Anderies, J. y Abel, N. (2001) "From metaphor to measurement: resilience of what to what?" *Ecosystems*. Vol. 4. Págs. 765-781.

¹⁰³¹ Ver: Adger, N. (2006) *Vulnerability*. Global Environmental Change. Vol. 16. Pág. 280.

¹⁰³² Diferenciamos dos tipos de concepción: por un lado, la concepción pre-moderna y, por otra, la que se hace desde la modernidad. Sobre esta distinción Beck comenta que los primeros contienen expresiones de coraje y aventura y no de amenaza, mientras que en los segundos el discurso contiene concepción de autodestrucción de la vida en su totalidad. En este sentido Luhmann considera que en la modernidad se da una institucionalización del riesgo. Ver: Luhmann, N. (1992) *Sociología del riesgo*. Universidad Iberoamericana/ Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México y Beck, U. (2001) *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*. Edición castellana. Paidós. Barcelona.

afectar al ser humano. Los fenómenos naturales no son en sí mismos perjudiciales¹⁰³⁵, y quizá por ello Burton, Keates y Whites (1993) definen el peligro ambiental como “*aquellos elementos del ambiente físico nocivos para el hombre y causados por fuerzas ajenas a él*”¹⁰³⁶. Para interpretar esta definición hay que tener en cuenta que estos autores y muchos otros pioneros en el tema no distinguen entre peligro, peligro natural y peligro ambiental, que son usados como sinónimos. Con el transcurso del tiempo y la evolución de los estudios, los conceptos se separaron, por lo que los peligros provocados por el hombre se hicieron cada vez más notables y hubo que incorporar matices¹⁰³⁷.

Para Cardona y Sarmiento (1989) la amenaza es “*la probabilidad de ocurrencia de un evento o resultado no deseable, con una cierta intensidad*”

¹⁰³³ Bravo (2013), desde el punto de vista psicológico, distingue principalmente entre miedo y peligro, enfatizando el carácter emotivo de estos términos y la presencia de la amenaza como desencadenante. Por su parte Gaytán (2004) piensa que riesgo es el daño que se pudo evitar tomando otras decisiones. En cambio el peligro es un daño o amenaza proveniente del exterior y que el afectado no pudo evitar. Ver: Bravo, C. (2013) *La narrativa del miedo. Terror y horror en el cuento de Puerto Rico*. Págs. 11-18, Así como: Gaytán, F. (2004) *Las semánticas de lo sagrado*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. México. D.F. Pág. 234.

¹⁰³⁴ El término del latín *periculum*: “*contingencia inminente de perder una cosa o de que suceda un mal*”. Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana. Madrid. Espasa Calpe. Pág. 57.

¹⁰³⁵ A manera de ejemplo, sabemos que en la antigüedad los egipcios no vislumbraban las inundaciones del Nilo como hechos peligrosos. Smith (1992) apunta: “*Los peligros naturales resultan de los conflictos de los procesos geofísicos con la gente*”. La idea aquí es que un fenómeno natural que se da, pero no hace daño a la humanidad o a sus construcciones –como una erupción volcánica en una isla desértica, o un terremoto en una región deshabitada–, no puede considerarse un riesgo ni propiciador de desastre alguno. Es simplemente una de las maneras en que se “manifiesta” la Tierra en momentos y lugares puntuales. Ver: Smith, K. (1992) *Environmental hazards*. London and New York: Routledge. Pág. 9.

¹⁰³⁶ Ver: Burton, I.; Kates, R. y White, G. (1993) *The environment as hazard*. New York: Oxford University Press. Segunda Edición. Pág. 10.

¹⁰³⁷ De ese modo la idea de peligro ambiental original incluye peligros naturales agravados por acción del hombre, peligros antrópicos agravados por la naturaleza, peligros antrópicos que afectan a la naturaleza, etc. Siguiendo a García, Gil y Valero (2007) distinguimos Peligro natural: cuando el fenómeno que produce el daño tiene su origen en la naturaleza; Peligro antrópico: cuando el fenómeno que produce la pérdida tiene su origen en acciones humanas, y peligro ambiental: cuando el evento que causa el perjuicio tiene causas combinadas, es decir naturales y/o antrópicas. Ver: García, M.; Gil, J. y Valero, M. (2007) *Psicología y desastres: aspectos psicosociales*. Universitat Jaume I. Observatorio psicosocial de recursos en situaciones de desastres. Castellón de la Plana. Pág. 37.

en un cierto sitio y en un cierto periodo de tiempo”¹⁰³⁸. Así comentan que se constituye mediante diferentes factores externos. El grupo de investigación de las Naciones Unidas *GRAVITY*¹⁰³⁹ (2001) define la amenaza como un fenómeno potencial que amenaza al ser humano y su entorno. Los autores precisan que, en el caso de una amenaza de origen natural, dicha amenaza corresponde a la interacción potencial entre el hombre y eventos naturales externos y representa la probabilidad de un evento¹⁰⁴⁰.

Es interesante destacar las particularidades que toma el tema al analizar las catástrofes; Natenzon (1995) resalta que estos eventos se expresan en varios planos de espacio y tiempo: a escala local y de aparición súbita, por lo tanto, breves y acotados geográficamente; y también a escala global, aunque como ya hemos mencionado, en la modernidad el nexo entre los desastres naturales y la sociedad mundial trastoca los conceptos de “riesgo”, la “fiabilidad” y la falta de “certidumbre”.

Esta misma autora distingue entre peligrosidad, vulnerabilidad, exposición e incertidumbre. Las más estudiadas son la peligrosidad (por las ciencias físicas y naturales) y la exposición (como distribución de usos del suelo). Apunta que el componente de vulnerabilidad es aquel en el que las ciencias sociales pueden hacer un aporte fundamental para el conocimiento y la gestión de los riesgos, puesto que lo entiende como la capacidad diferencial de las personas de hacer frente a la ocurrencia del evento catastrófico¹⁰⁴¹.

3.2.2.4 Distinción con miedo

Malinowski (1957) entiende que el miedo o temor se asimila como parte de nuestra vida, fomentado por la estructuración política de las sociedades. La seguridad se ubica, dentro de las necesidades básicas, en cuarto lugar, comenta este conocido antropólogo polaco. Por lo que da como resultado que los hombres utilicen diferentes elementos culturales para su propia

¹⁰³⁸ Ver: Cardona, O. y Sarmiento-Prieto, J. (1989) *Análisis de vulnerabilidad y riesgo para la salud de poblaciones potencialmente sometidas a desastre*. Cruz Roja Colombiana, Bogotá. Pág. 3.

¹⁰³⁹ Por sus siglas en inglés: Global Risk And Vulnerability Index Trend per Year.

¹⁰⁴⁰ GRAVITY, (2001) Feasibility Study Report on Global risk and vulnerability index Trends per year. UNEP, DEWA. GRID. Pág. 76.

¹⁰⁴¹ Ver: Natenzon, C. (1995) *la capacidad diferencial de las personas para hacer frente a la ocurrencia del evento catastrófico*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Serie Documentos e Informes de Investigación. Núm. 197. Pág 2, así como: Barrenechea, J.; Gentile, E.; González, S. y Natenzon, C. (2003) *Una propuesta metodológica para el estudio de la vulnerabilidad social en el marco de la teoría social del riesgo*, en: Lago, S.; Gómez, G. y Mauro, M. [Coord.] *En torno de las metodologías: abordajes cualitativos y cuantitativos*. Buenos Aires, Proa XXI. Pág. 3.

protección. Se materializa en la defensa del territorio o en las previsiones ante peligros externos, como pueden ser los cataclismos naturales, las invasiones, etc.¹⁰⁴².

Algunos autores, como Ferraro (2002), entienden que el miedo es una experiencia psicológicamente diferente del riesgo percibido. Mientras que el riesgo implica un juicio cognoscitivo, el miedo es mucho más emotivo en carácter. El miedo activa una serie de transformaciones corporales complejas que alertan al actor de la posibilidad de peligro¹⁰⁴³.

Por ello ¿podemos entender el miedo como el gran fundador del orden social, tal y como sostenía Thomas Hobbes? Con sus ideas, se presenta en el debate una naturaleza dual, en la que, por un lado, el hombre desea los bienes del prójimo, a la vez que teme ser despojado de los propios por un tercero. El resultado es conferir, por medio de un pacto común, el uso de la fuerza contra el *Leviatán*¹⁰⁴⁴. Esto supone una transferencia de derechos que sugiere la idea de que los hombres no puedan acceder, todos ellos, a lo mismo. Mediante el temor el otro rompe con su parte del trato y el poder coercitivo del estado, sin el cual se retornaría a su estado inicial. Se entiende que la obediencia se da por el temor a ser castigado más que por el beneficio esperado por esa acción.

Como comenta Soyinka (2007), el miedo es relativo al poder, pero no lo constituye como tal. En su naturaleza de auto-suficiencia, el poder emplea al miedo como una metodología para subsistir. Por tanto, el poder no se debe entender como un mediador de fines políticos, sino como un acto por dominar al otro despojándolo de su libertad. El hombre se debate entre el miedo a ser controlado y el propio ejercicio de la libertad¹⁰⁴⁵. Como propone Manning (1989), la estructura social se sustenta por el mandato que da legitimidad a las creencias individuales, por lo que la autoridad se asocia

¹⁰⁴² Para este autor, la protección se entiende como el proceso de planear y prever. Comenta que incluso se ejecutan adiestramientos en los que se prepara a los jóvenes a hacer frente a las amenazas. Ver: Malinowski, B. (1957) *Man and Culture*. London.

¹⁰⁴³ Ver: Ferraro, K. citado en: Altheide, D. (2002) *Creating fear. News and the Construction of Crisis*. Aldine de Gruyter. New York. Pág. 188.

¹⁰⁴⁴ El motivo es simple: evitar la “guerra de todos contra todos” y establecer un estadio civil que garantice cierta estabilidad. Ver: Hobbes, T. (1998) *Leviatán o la materia, forma y poder de una República Eclesiástica y Civil*. Fondo de Cultura Económica. México.

¹⁰⁴⁵ Soyinka entiende el poder como una mutación de la ambición. Así, cualquier grupo o persona puede transformarse en agente de poder. Soyinka, W. (2007) *Clima de Miedo*. Tusquets. Barcelona.

directamente a la confianza, el discurso y el poder. El grupo crea su propia narrativa acerca de la seguridad¹⁰⁴⁶.

En su *Diccionario de Geografía Física* (1988), Whittow define el riesgo como “hecho percibido que amenaza la vida o el bienestar de un organismo, especialmente el hombre. Una catástrofe o un desastre es la materialización de un riesgo”¹⁰⁴⁷. Pero, como advierte Taussig (1987), el miedo “no sólo es un estado fisiológico, sino también social”¹⁰⁴⁸. Diversos autores señalan la importancia cultural del miedo y del terror. Rossana Reguillo, por ejemplo, comenta que aunque son las personas concretas las que sienten miedo, “es la sociedad la que construye las nociones de riesgo, amenaza, peligro y genera unos modos de respuesta estandarizada, reactualizando ambos, nociones y modos de respuesta, según los diferentes periodos históricos”¹⁰⁴⁹.

3.2.3 Globalización de los riesgos

Desde la conformación de la sociedad humana se ha desarrollado un deseo que a lo largo de la historia se ha incrementado y se traduce en reducir la incertidumbre, lograr un camino lo menos riescoso¹⁰⁵⁰ posible. Por eso la búsqueda de escenarios de certidumbre y seguridad es casi una obsesión¹⁰⁵¹.

¹⁰⁴⁶ Ver: Manning, P. (1989) *Semiotics and Social Theory*. In *Action and Structure: research methods and social theory*. London.

¹⁰⁴⁷ El autor realiza una clasificación de los riesgos del medio ambiente en: “riesgos naturales (aludes, terremotos, etc.); riesgos casi-naturales (contaminación, smog); riesgos sociales (tráfico, crimen); riesgos provocados por el hombre (fuego, explosiones, accidentes industriales) y riesgos de la salud (enfermedad, desnutrición)”. Por eso se entiende el riesgo como peligro. Ver: Whittow, J. (1988) *Diccionario de Geografía Física*. Versión castellana. Alianza Editores. Madrid. Pág. 442.

¹⁰⁴⁸ Ver: Taussig, M. (1987) *Shamanism, Colonialism, and the Wild Man. A Study in Terror and Healing*. The University of Chicago Press. Chicago, Pág. 5.

¹⁰⁴⁹ Ver: Reguillo, R. (2000) “Los laberintos del miedo. Un recorrido para fin de siglo”. *Revista de Estudios Sociales*. Núm. 5. Facultad de Ciencias Sociales/Fundación Social, Bogotá. Pág. 65.

¹⁰⁵⁰ Lugar cortado y fragoso, que impone discontinuidades y no permite vislumbrar horizontes. Siguiendo a Díez (1968), en castellano antiguo reseque (resecar, cortar) es sinónimo de lucha, contradicción y división. Esta acepción lleva a pensar que riesgo-risco procede del latín *resecare*, cortar, que tiene doble significado: por un lado, discordia, división, y, por otro, lugar quebrado y fragoso. Etimológicamente, riesgo proviene de *risico* o *rischio* (peligro). Se cree que puede tener origen común con la palabra castellana ‘risco’: peñasco escarpado, escollo, promontorio, antiguamente ‘riesco’, y que se aplicaba también al peligro que corría quien transitaba por escollos o promontorios escarpados (*rhizicare*). Ver: Díez, F. (1968) *Diccionario español etimológico*. Mayfe, Así como: Corominas, J. (1987) *Breve diccionario etimológico de la lengua castellana*. Gredos. Madrid.

¹⁰⁵¹ Existen diferentes ejemplos, a lo largo de la historia, que han quedado plasmados en diferentes narrativas que intentaban dar coherencia y delimitación al mundo, es decir dar

En la antigüedad, el imperio romano proveía “protección”, seguridad y orden. Con su caída se estructura un nuevo orden en el que el señor feudal se establecerá como el garante de la seguridad del vasallo, a cambio de su trabajo. El régimen estamental, definido por un común estilo de vida o función social, responde a unos criterios propios, el Feudalismo¹⁰⁵². Aunque no nos detendremos en el tema, hay que decir que la religión aportó certidumbre y seguridad a este tipo de sociedades que gozaban de la tranquilidad de estar bajo la protección de Dios. La modernidad da a la ciencia este papel de generador de certezas¹⁰⁵³ y se generan nuevos entendimientos del mundo en los que se abandona el hombre como centro.

orden y sentido a las creencias humanas. Fuera de esos límites, todo era riesgo. Sin embargo, en la polis, los mitos pierden terreno ante la filosofía y el diálogo sobre el vivir común, influencia que se extenderá hasta el Senado romano, encargado de la administración de la *res publica*. Las ideas que están presentes son que fuera de la polis, o fuera del imperio, todo es caos y barbarie. Un claro ejemplo es la figura de Ulises, también llamado Odiseo, que se enfrentó a las fuerzas sobrenaturales.

¹⁰⁵² Está basado en la desigualdad de condiciones, instrumentado mediante un sistema jurídico-político y legitimado tradicional y teológicamente (por la costumbre y por una ideología de base religiosa), en el que los individuos permanecen adscritos a diferentes categorías (estamentos), ordenados jerárquicamente dentro de su grupo humano. En él hay una independencia de las acciones o logros (económicos, políticos, militares, intelectuales) de los individuos. Ver: Roche, D. y Labrousse, C. [Eds.] (1978) *Órdenes, estamentos y clases*.

¹⁰⁵³ La modernidad es entendida como esa etapa de la civilización occidental que se consolida como forma cultural hegemónica hacia el siglo XVIII. Siguiendo la caracterización que hace Gianni Vattimo de la modernidad, podríamos sintetizar sus principales rasgos en los siguientes puntos: a) Un proceso de racionalización en el que se va configurando un tipo de hombre orientado al dominio del mundo, con un estilo de pensamiento formal, una mentalidad funcional, un comportamiento austero y disciplinado, y unas motivaciones morales autónomas, junto con un modo de organizar la sociedad alrededor de la institución económica y la burocracia estatal. b) Un centro productor de relaciones sociales: la economía. La religión, que tradicionalmente había ocupado este lugar, es desplazada hacia la periferia y se recluye, cada vez más, en la esfera privada. c) Una razón que muestra varias dimensiones o esferas (ciencia, moral, arte, política) que tienen su propia autonomía. Cada vez aparece más difícil la posibilidad de una unificación e incluso de una interacción mutua. d) Una de estas dimensiones de la razón, la científico-técnica, adquiere una preeminencia social tal que tiende a oscurecer la validez de las demás dimensiones de la razón. La razón tiende a confundirse con la razón científico-técnica. e) Un tipo de hombre celoso de su autonomía individual pero con ambivalentes manifestaciones de hiperindividualismo narcisista. Además de estas características, podemos resaltar la idea de la historia como progreso, que es distintiva de la cultura occidental. En esta tradición, el sentido de la historia se entiende como un incesante e ilimitado avance, tanto de las facultades humanas para conocer el mundo que le rodea, como del dominio y control que pueda tener de éste en función de satisfacer sus necesidades materiales y espirituales. Ver: Vattimo, G. (1986) *El fin de la modernidad. Nihilismo y modernidad en la cultura pos-moderna*.

Según Arendt (1998) se produce la necesidad de nuevas explicaciones que den sentido al mundo humano; La naciente burguesía comercial urbana se desvinculará de la palabra de Dios. La razón pretende dar una explicación a todas las causas últimas¹⁰⁵⁴.

Diversos pensadores han estudiado los mecanismos que permiten funcionar a la sociedad; se pone énfasis en que los sujetos conforman un todo y no sólo una mera aglutinación. Podemos resaltar, de Thomas Hobbes, la idea del lazo social entre los mecanismos que mantienen unida a la sociedad; se subraya el poder del Estado (dueño de la fuerza), cuya legitimidad radica en la ley¹⁰⁵⁵. Bajo este esquema, los estados-nación recogen la intencionalidad de proveer certidumbre; son ellos quienes reducen los riesgos, las amenazas a las que se enfrentan las sociedades.

Este lazo social configura las relaciones del ser humano con la cultura y el orden¹⁰⁵⁶. Por tanto, el trabajo otorga a cada individuo un rol específico, una función en el grupo que, como comenta Durkheim (1982), dependiendo del tipo de trabajo, desarrollaría una solidaridad primitiva y orgánica. Pero apunta que el lazo que mantiene unida a la sociedad se explica a través de la religión. Se resalta la modernidad como el espacio en el cual se genera la desintegración del vínculo social, que sólo podía ser regulado y contrarrestado por el socialismo, expresado en las incipientes uniones colectivas de trabajadores¹⁰⁵⁷.

En estos cambios sociales se producen un sin número de avances tecnológicos que han ido modificando la relación hombre y su medio, por lo que el hombre incrementó el poder de transformación de la naturaleza. Delgado (2000) comenta que en el siglo XX se produce un cuestionamiento de la visión mística y cosmológica de la naturaleza sobre el destino del

¹⁰⁵⁴ Ver: Arendt, H. (1998) *La condición humana*. Pág. 287.

¹⁰⁵⁵ Como es sabido, Hobbes entiende que el lazo social deriva de dos necesidades humanas, competencia y seguridad, que coexisten en el individuo. La primera fomenta la lucha con otros individuos por el mismo recurso (guerra). La segunda, permite que delegue su derecho a un poder superior (al cual llama Leviatán) que regulará la conducta de los hombres y conservará para sí el uso coercitivo de la fuerza. Al respecto, ver: Hobbes, T. (2004) *Leviatán*. Pág. 70.

¹⁰⁵⁶ Al respecto, Korstanje (2012) realiza una recapitulación de los principales autores que han trabajado la noción de cómo se mantiene unida la sociedad; escalonadamente repasa el pensamiento sociológico. Ver: Korstanje, M. (2012) “Bases para comprender la economía del riesgo: Modernidad, tabú y representaciones”. *Revista Austral de Ciencias Sociales*. Núm. 22. Págs. 5-24.

¹⁰⁵⁷ Ver: Durkheim, E. (1982) *Las Formas Elementales de la Vida Religiosa*.

hombre, y, con ello, se alteran las concepciones predominantes, generando una percepción en la que todo gira alrededor del hombre¹⁰⁵⁸.

La modificación del medio es la respuesta técnica que permite al hombre “domar” la naturaleza, por lo que las ciudades –la forma de vida más exitosa en las concepciones modernas de progreso– dotan de certidumbre frente a lo natural. Sin embargo, los desastres naturales muestran cómo las instituciones son rebasadas por los peligros incontrolables. Ante este escenario, Beck (2002) y otros proponen una democratización de las instituciones, políticas y científicas. Los desastres cuestionan la autoridad de la ciencia y la ejecución de la clase política¹⁰⁵⁹. En esta línea, Gadamer (1975) habla de “*la idolatría del método científico*”¹⁰⁶⁰, que ha propiciado un autoritarismo cognitivo; la sociedad civil requiere participar activamente en las situaciones de riesgo. Siguiendo a Giddens (1994), la modernidad se ha caracterizado por impulsar un cambio profundo en los modos de vida, así como en la organización social¹⁰⁶¹. Derivado de lo anterior subrayamos tres características:

- 1) La aceleración en los procesos de cambio impulsado por la incorporación de innovaciones y tecnología a las formas de organización social.
- 2) La disminución de las barreras de comunicación que dieron lugar a diferentes procesos de transformación social.
- 3) La creación de diversas instituciones que propiciaron acuerdos, formas de vida e interrelaciones sociales¹⁰⁶².

Giddens (1994) nos recuerda que los entornos naturales han evolucionado para convertirse en entornos creados; la naturaleza es observada como un objeto ajeno y distante de la misma humanidad. Por tanto, puede ser manipulada a discreción. Los cambios derivados del industrialismo han

¹⁰⁵⁸ Ver: Delgado, C. (2000) “Reflexiones epistemológicas sobre medioambiente, determinismo e indeterminismo. Una mirada desde la complejidad”. *Revista Diosa Epísteme*. Núm. 6. Pág. 20.

¹⁰⁵⁹ Ver: Beck, U. (2002) *La sociedad del riesgo global*. Madrid, Siglo XXI.

¹⁰⁶⁰ Ver: Gadamer, H. (1975), citado por Lobera, J (2008) “Insostenibilidad: aproximación al conflicto socioecológico”. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*. Núm. 11. Buenos Aires.

¹⁰⁶¹ El autor considera a la modernidad como “globalizante” y apunta sus condiciones universalizadoras, destacando la reorganización del tiempo y el espacio y los mecanismos de reflexividad. Ver: Giddens, A. (1994) *Consecuencias de la modernidad*.

¹⁰⁶² Las instituciones, entendidas como sistemas de logros técnicos o de experiencia profesional que organizan grandes áreas del entorno material y social en el que viven las sociedades. Estas lograron reemplazar el concepto de fortuna que había dirigido y explicado el destino de los hombres, por el de riesgo. Como ejemplo tenemos el entendimiento de las fuerzas de la Naturaleza, que serán explicadas por la acción de los mismos hombres.

generado un abandono de la idea de la fortuna para sustituirla por la de riesgo¹⁰⁶³.

Para gestionar el riesgo, es necesario reconstruir primero la confianza en las instituciones y en los sistemas de toma de decisiones, lo que implica una reconstrucción de las instituciones y de sus culturas. Siguiendo a Bourg y Schlegel (2004), se requiere una evaluación democrática de la ciencia y de la tecnología, así como de sus procedimientos, con el propósito de que la toma de decisiones sea prudente y tenga respeto a todos los sectores sociales¹⁰⁶⁴.

3.2.3.1 Identificación de las situaciones de riesgo

En diferentes situaciones los avances científicos provocan situaciones de riesgo. Como señalan Ize, Zuk y Rojas-Bracho (2010), la identificación es la primera etapa de la evaluación de las situaciones de riesgo¹⁰⁶⁵. Como hemos apuntado, el riesgo supone incertidumbre, probabilidad, frecuencia, así que es preciso evaluar los potenciales daños para la salud humana y para el ambiente. Por ello la identificación de riesgos es compleja, principalmente por la falta de información: los datos científicos son generalmente escasos y se requiere indagar a fin de obtener una mayor información, que permita realizar un diagnóstico sobre los potenciales efectos.

En esta primera etapa, Gomez-Orea y Gomez-Villarino (2013) apuntan la necesidad de recabar información, tener control de las fuentes, de los datos y tener claro todos los elementos que intervienen, ya que el riesgo será medido en términos de exposición y sus efectos. Así, comentan que, mediante un enfoque basado en los estudios de impacto ambiental, se desagregan las fases de elementos y acciones¹⁰⁶⁶.

¹⁰⁶³ Sobre este tema escribe Beriain: “*La modernidad tardía comparece como el umbral temporal donde se produce una expansión temporal de las opciones sin fin y una expansión correlativa de los riesgos*”. Ver: Beriain, J. (1996) [Compilador.] *Las consecuencias perversas de la modernidad*. Pág. 9.

¹⁰⁶⁴ Ver: Bourg, D. y Schlegel, J. (2004) *Anticiparse a los riesgos. El principio de precaución*. Pág. 93.

¹⁰⁶⁵ Ver: Ize, I.; Zuk, M. y Rojas-Bracho, L. (2010) *Introducción al análisis de riesgos ambientales*. Pág. 29.

¹⁰⁶⁶ Ver: Gómez Orea, D. y Gómez Villarino, T. (2013) *Evaluación del impacto ambiental*. Págs. 353-354.

3.2.3.2 Evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo, siguiendo a Fernández García (2008), tiene como objeto identificar los peligros que se pueden generar, evaluar y medir las consecuencias, planificar las medidas preventivas que se implantarán a fin de evitar su ocurrencia o minimizar sus consecuencias, así como proponer mejoras para la reducción de los riesgos evaluados¹⁰⁶⁷.

La metodología que propone Jones (2001) para evaluar el impacto ambiental está diseñada para abordar contingencias ambientales derivadas de la proyección del cambio climático. El autor simplifica la metodología al señalar seis pasos para abordar riesgos ambientales climáticos:

- 1) Identificar cuáles son las variables climáticas que son clave.
- 2) Crear escenarios y/o rangos para las variables climáticas clave.
- 3) Llevar a cabo análisis de sensibilidad para evaluar la relación entre el clima sus impactos.
- 4) Identificar los umbrales de impacto.
- 5) Evaluar el riesgo e identificar las posibles adaptaciones autónomas.
- 6) Consultar con las partes interesadas, las propuestas y recomendaciones que se realizarán¹⁰⁶⁸.

Las diferentes metodologías son ejecutadas por las administraciones públicas; por ello la Comisión Europea elaboró una *Comunicación sobre el Recurso al Principio de Precaución* (2000). En este documento se definen las medidas basadas en el principio de precaución que subrayan y que deben ser:

- 1) *Proporcionales* al nivel de protección elegido¹⁰⁶⁹.

¹⁰⁶⁷ Ver: Fernández García, R. (2008) “Introducción a la norma UNE 150008:2008 de análisis y evaluación del riesgo ambiental”. *Revista Residuos*. Núm. 106. Pág. 58.

¹⁰⁶⁸ El autor describe una metodología para la evaluación de riesgos que se basa en las interacciones entre los *stakeholders* y los investigadores. La comunicación de los escenarios, las variables climáticas clave y los umbrales definidos por el usuario se describen con cierto detalle. Sin embargo, la comunicación del riesgo y el análisis de las opciones de adaptación se han abordado con menos claridad. Ver: Jones, R. (2001) “An Environmental Risk Assessment/Management Framework for Climate Change Impact Assessments”. *Journal Natural Hazards*. Vol. 23. Pág. 203.

- 2) *No discriminatorias* en su aplicación¹⁰⁷⁰.
- 3) *Coherentes* con medidas similares ya adoptadas¹⁰⁷¹.
- 4) *Basadas en el examen de los posibles beneficios* y los costes de la acción o de la falta de acción (y pueden incluir un análisis económico coste/beneficio cuando sea conveniente y viable)¹⁰⁷².
- 5) *Sujetas a revisión*, a la luz de los nuevos datos científicos¹⁰⁷³.
- 6) *Capaces de designar a quien incumbe aportar las pruebas científicas* necesarias para una evaluación del riesgo más completa¹⁰⁷⁴.

Por su parte, la UNESCO, a fin de dotar de un criterio homólogo para la evaluación, elaboró el *Informe del Grupo de Expertos sobre el Principio Precautorio* de la UNESCO. En él se establece: “*La tarea de evaluar los riesgos se complica aún más por el hecho de que normalmente tiene lugar en un contexto de fuerte presión política, valores controvertidos, y asuntos importantes por decidir*”¹⁰⁷⁵. Podemos resaltar dos tópicos complementarios que son utilizados en la evaluación del riesgo: la plausibilidad y la

¹⁰⁶⁹ Proporcionalidad significa la adaptación de las medidas al nivel de protección elegido. La reducción del riesgo hasta el nivel cero es casi imposible; sin embargo, una evaluación incompleta del riesgo puede reducir el abanico de opciones posibles para los gestores del riesgo.

¹⁰⁷⁰ No discriminación significa que las situaciones similares no deben tratarse de forma diferente y que las situaciones diferentes no deben tratarse del mismo modo.

¹⁰⁷¹ Coherencia significa que las medidas deberán tener una dimensión y una naturaleza comparable con las ya adoptadas en situaciones equivalentes.

¹⁰⁷² Examinar los costes y los beneficios supone comparar el coste global para la comunidad de la acción y de la inacción, tanto a corto como a largo plazo, lo que no se limita sencillamente a un análisis económico de rentabilidad, sino que abarca un ámbito mucho más amplio e incluye consideraciones no económicas, como la eficacia de las posibles opciones y su aceptabilidad para la población.

¹⁰⁷³ Sujetas a revisión a la luz de datos científicos significa que las medidas basadas en el principio de precaución deben mantenerse, en tanto la información científica sea incompleta o no concluyente, y se considere que el riesgo es demasiado alto para imponerlo a la sociedad, teniendo en cuenta el nivel de protección elegido. Por eso las medidas deberán ser revisadas con cierta periodicidad, incorporando, en su caso, el progreso científico que derivará en modificaciones.

¹⁰⁷⁴ Designar a quien debe aportar pruebas científicas. Un ejemplo son los requisitos de aprobación previa (autorización para la comercialización) para algunos productos que se pueden considerar peligrosos; así, países o territorios establecen informes que permiten demostrar que son seguros.

¹⁰⁷⁵ En dicho informe se comenta que la evaluación de los riesgos tiene diversos retos, pero se subraya la presión por la obtención de resultados. Ver: *Informe del Grupo de Expertos sobre el Principio Precautorio* de la UNESCO (2005) Pág. 27.

probabilidad¹⁰⁷⁶.

3.2.3.3 Gestión del riesgo

El desastre interrumpe sin consulta. Ataca la cotidianeidad y altera la normalidad con el medio circundante. Comprender el desastre obliga a realizar un análisis de cómo se generaron las condiciones del riesgo. Por ello se requiere mirar al pasado y contar con diversas proyecciones. Así se puede entender al riesgo como un producto de conflictos de intereses, entre lo público y lo privado. Las amenazas de origen físico-natural constituyen sólo un componente de los factores de riesgo. La concentración espacial de la población, la infraestructura económica, así como las diversas interconexiones urbanas, son factores que se deben tener en cuenta al gestionar los riesgos. Por ello es deseable contar con determinados controles, alertas y normativas¹⁰⁷⁷.

La gestión del riesgo requiere partir de distintos escenarios, como señala Fernández (2008). La información, la proyección y los datos recogidos en la etapa anterior permitirán a cada organización emitir un juicio, plantear una mejora y establecer una serie de estrategias y objetivos de reducción del riesgo¹⁰⁷⁸. Así, apunta diversos criterios de actuación frente a un riesgo determinado:

- 1) Eliminación de la fuente (combatir los riesgos en su origen).
- 2) Reducción del riesgo (mejora de los métodos de trabajo y de producción, de acuerdo con la evolución tecnológica).

¹⁰⁷⁶ Estas posibilidades se distinguen así: “Cuando estimamos que una hipótesis es plausible y que otra no lo es, no estamos sosteniendo que la hipótesis plausible es más probable que la que no lo es, si bien estamos afirmando que la hipótesis plausible representa una posibilidad más seria que la otra. Solo podemos juzgar la probabilidad relativa cuando disponemos de pruebas suficientes para tomar una decisión”. Para más detalle ver: Informe sobre el Principio Precautorio de la UNESCO (2005) Pág. 15.

¹⁰⁷⁷ Por ello, Díaz, Chuquisengo y Ferradas (2005) comentan la importancia de contar con una red de gestión, con protocolos y metodologías a seguir. También enfatizan acerca de las experiencias del pasado que permiten tener un panorama ante un desastre. Ver: Díaz, J.; Chuquisengo, O. y Ferradas, P. (2005) *Manual de gestión de riesgo en los gobiernos locales*. Págs. 51-59.

¹⁰⁷⁸ Estos objetivos pueden venir determinados por requisitos legislativos o por consideraciones financieras, económicas o humanitarias. Ver: Fernández García, R. (2008) “Introducción a la norma UNE 150008:2008 de análisis y evaluación del riesgo ambiental”. *Revista Residuos*. Vol. 106. Pág. 63

- 3) Protección del medio frente a las consecuencias.
- 4) Formación del personal.

Siguiendo a Herzer (2011), en el medio urbano el punto de partida es el reconocimiento de la fragmentación social de la ciudad, identificando tres puntos fundamentales:

- 1) Las relaciones entre la sociedad y su medio.
- 2) Las relaciones entre diversos actores sociales.
- 3) Las articulaciones entre distintos niveles jurisdiccionales y sectoriales.

De lo anterior se desprende que es muy importante identificar la escala de análisis a aplicar en el estudio de la construcción del riesgo urbano, por lo que el territorio urbano, como unidad de análisis, debe incorporar a la región circundante¹⁰⁷⁹.

El plan de actuación deberá ser revisada por los distintos ejecutores antes de su implantación, para comprobar que las nuevas medidas no generan nuevos peligros. Apuntan Grau y Grau (2010) que es imprescindible en la implantación que los sistemas de control que forman parte del sistema de gestión ambiental, se atengan a los objetivos. Sin embargo, hay que recordar que la evaluación de riesgos es un proceso continuo, por lo que las medidas de control, los planes y las metodologías deben estar sujetas a una constante revisión¹⁰⁸⁰. La gestión del riesgo consiste en seleccionar las mejores opciones de control; Palau (2004) subraya su importancia y recuerda al gestor que la ausencia de medidas reguladoras no es razón para la omisión, es decir, para la falta de actuación¹⁰⁸¹.

En el *Informe sobre el principio precautorio* de la UNESCO (2005) se apunta que las decisiones humanas generan fallos, por lo que es importante establecer una elección entre distintas vías de acción, un cierto conocimiento de los diferentes resultados o las consecuencias de tales opciones, así como una evaluación de cada resultado, que es el valor atribuido a toda

¹⁰⁷⁹ Ver: Herzer, M. (2011) "Construcción del riesgo, desastre y gestión ambiental urbana: Perspectivas en debate". *Revista REDESMA*. Vol. 5. Núm. 2. Pág. 53.

¹⁰⁸⁰ El autor recuerda la importancia de la norma: UNE-EN-ISO 14001:2004 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para uso, que ofrece un sistema genérico de gestión que puede ser adaptado a todo tipo de organización, pública o privada. Ver: Grau Ríos, M. y Grau Sáenz, M. (2010) *Riesgos Ambientales en la Industria*. UNED. Pág. 257.

¹⁰⁸¹ Ver: Palau, A. (2004) *Evaluación científica de riesgos y seguridad alimentaria en la Unión Europea*. En: Luján, J. y Echeverría, J. [Eds.] *Gobernar los Riesgos: Ciencia y Valores en la Sociedad de Riesgos*. Págs. 143-152.

consecuencia basada en las preferencias¹⁰⁸². Sin embargo, como comenta Palau (2004), muchas decisiones introducen la incertidumbre, que es el detonante del principio de precaución¹⁰⁸³.

¹⁰⁸² Así se señala: “Se han elaborado diversas estrategias racionales de decisión para aquéllas respecto de las cuales la probabilidad de los resultados se desconoce. Sin embargo, saber qué enfoque es el mejor depende de la actitud que se tenga frente al riesgo, es decir si se es por ejemplo adverso al riesgo, tolerante con el riesgo, o si se busca el riesgo”. Ver: Informe sobre el principio precautorio de la UNESCO (2005). Pág. 29.

¹⁰⁸³ Apunta: “las medidas basadas en el principio de precaución surge, sobre todo, de la incertidumbre que generan los nuevos productos o procesos, para los que no se ha acumulado suficiente información científica”. Ver: Palau, A. (2004) Evaluación científica de riesgos y seguridad alimentaria en la Unión Europea. Pág. 151.

4 La relación entre la economía y el ambiente

En el presente capítulo se analizará la relación entre la *actividad económica* y el *medio ambiente* para situar la promoción del desarrollo sostenible, así como las tendencias y proyectos enfocados a ese fin. Para ello se llevará a cabo un recorrido a través de las principales aportaciones del pensamiento económico en torno a los conceptos de desarrollo y crecimiento, que son claves para entender el desarrollo sostenible.

4.1 La relación entre actividad económica y el ambiente

4.1.1 Definiciones

En primera instancia es preciso establecer los términos. En primer lugar exploraremos el más básico de los conceptos que utilizaremos: “medio ambiente” o “medioambiente” (la otra manera en la que puede ser escrito este concepto). El término “medio ambiente” proviene del vocablo inglés “*environment*”; se ha traducido al italiano como “*ambiente*” al alemán como “*umwelt*” y al francés como “*environnement*”. Se puede apreciar que en el caso del español constituye una incongruencia gramatical, como afirma Sommer (2004), pero su uso está generalizado¹⁰⁸⁴. En el Diccionario de la RAE, el término *medio ambiente* remite a “medio”¹⁰⁸⁵. Esto es una “incongruencia lingüística con deficiencia de contenido” y también una cierta redundancia, teniendo en cuenta que el término “medio” no añade contenido al significante “ambiente”¹⁰⁸⁶.

El término proviene de la Teoría General de Sistemas¹⁰⁸⁷, en la que un sistema es una unidad estructurada y funcional que, en su interior, puede

¹⁰⁸⁴ Otras voces, sobre todo en las áreas jurídicas, defienden su uso. Siguiendo a Escobar Roca (1995), el término “*medio ambiente*” permite distinguir, con mayor certeza, el ámbito de natural, físico o ecológico que el de ámbito otros tipos como el familiar o laboral. Sin embargo estos son usos del término y no del vocablo. Al respecto ver: Escobar Roca, G (1995) *La ordenación constitucional del medio ambiente*. Pág. 45.

¹⁰⁸⁵ Tiene dos significados: conjunto de circunstancias culturales, económicas y sociales en que vive una persona, y conjunto de circunstancias exteriores a un ser vivo. Ver: RAE.

¹⁰⁸⁶ Ver: Sommer, M. (2004) *Medio Ambiente, un error gramatical*. Waste Magazine.

¹⁰⁸⁷ La idea de la Teoría General de Sistemas fue desarrollada por L. Von Bertalanffy alrededor de 1930. Tiempo después, un grupo de personas se unieron a la idea en lo que se llamó la Sociedad para la Investigación de Sistemas Generales, establecida en 1954 junto con Anatol Rapoport, Kenneth Boulding, Ralph Gerard y otros.

tener subunidades diferenciadas, con funciones específicas que permiten el funcionamiento como conjunto que, según sea abierto o cerrado, tendrá, o no, interacciones con el entorno que le rodea, y cuyo fin es el propio mantenimiento y crecimiento de ese entorno.

En este trabajo trataremos de mostrar que el concepto de medio ambiente más adecuado es el antropocéntrico, es decir, aquel que busca colocar al ser humano como centro del sistema. El medio, o ambiente, sería todo lo que corresponde al entorno humano (de la manera más amplia posible: el entorno natural, económico y social)¹⁰⁸⁸. Nos centraremos en la forma en la que el hombre está afectando al planeta (todo lo que se produce con los insumos que el entorno nos entrega), para poner de relieve que sus acciones corren el riesgo de aniquilar la vida tal y como la conocemos, incluyendo la nuestra.

Frente al planteamiento antropocéntrico, otras voces proponen colocar los factores bióticos o abióticos como el sistema central del esquema, en el que los humanos serían un elemento más del entorno.

Desde la ciencia económica, todos estos factores son importantes por cuanto influyen en las decisiones de asentamientos humanos y de localización empresarial¹⁰⁸⁹. Por ejemplo, el marco físico, el clima, etc., condicionan las actividades que pueden desarrollarse (tipos de cultivos, turismo, etc.), así como la red de comunicaciones internas y externas de un determinado territorio.

En los ordenamientos jurídicos¹⁰⁹⁰ medioambientales de la Unión Europea, que se analizaron a detalle en el capítulo anterior, el concepto “medio ambiente” se define como *el entorno en el cual una organización opera, incluyendo los recursos naturales, los seres humanos y sus*

¹⁰⁸⁸ Sería el marco físico en el que se desarrollan las actividades humanas, considerado en su sentido más amplio, es decir, incluyendo tanto los aspectos físicos que inicialmente caracterizan un territorio (orografía, clima, composición del suelo, etc. como los recursos naturales presentes en el mismo: aire, agua, minerales, plantas y animales.

¹⁰⁸⁹ Respecto a los estudios sobre localización y su impacto en la industria hay distintos grupos o escuelas del pensamiento. Así los trabajos J. H. Von Thünen (1783-1850), como iniciador de la teoría de la localización *clásica*. Otros se han enfocado en la teoría del *Mínimo Coste* como el alemán Alfred Weber, así como: Hoover y Palader. Otro grupo sería quienes analizan unas *áreas del mercado* como los ya citados, así como August Lösh y Walter Christaller, la teoría de *interdependencia locacional* de Hotelling que pertenece al grupo. Por último están los trabajos de Greenhut, Isard y Smith, que pueden englobarse bajo la denominación de teoría *Coste-Beneficio*, o también teoría de *sustitución de factores*.

¹⁰⁹⁰ En concreto en las normas ISO 14000 y en la reglamentación sobre gestión y auditoría medioambiental de la Unión Europea (Reglamento EMAS).

*interrelaciones*¹⁰⁹¹. Con el fin de ser más específicos, definiremos los “recursos naturales”¹⁰⁹² como todos aquellos recursos que conforman el patrimonio natural. Desde un punto de vista económico, se identifican con los factores productivos que ofrece la naturaleza sin que haya mediado la intervención humana. Por lo que, siguiendo la trilogía que expone la economía clásica, “tierra, trabajo y capital” son factores que se pueden entender como el “capital natural”, el “capital físico” y el “capital humano”, respectivamente; bajo este esquema, los productos o servicios que utilizamos son el resultado de la combinación de estos tres factores productivos.

4.2 Apunte histórico, origen y evolución de conceptos

4.2.1 Inicios del pensamiento económico

A lo largo de la historia del pensamiento económico se puede apreciar la consolidación de la economía como ciencia, que va dejando de lado la realidad física y social en la que transcurre la vida de los hombres, para adoptar posturas más técnicas. Aquí nos detendremos especialmente en los principales principios que se fueron consolidando en relación con el medio ambiente.

4.2.1.1 Ideas en la Grecia Clásica

Siguiendo a Schumpeter (1971), entendemos que la historia del análisis económico empieza con los griegos. Señala: “*su economía es la raíz de toda la que ha venido después, prácticamente*”. La cultura occidental es heredera de la tradición grecolatina. Otras tradiciones han contado con nociones y conceptos que hoy asumimos como parte de la ciencia económica; sin embargo no se cuenta con escritos que permitan retomar esas aportaciones¹⁰⁹³. Algunas contribuciones que la cultura griega ha entregado

¹⁰⁹¹ Esta definición lleva implícita una concepción holística del término porque no contempla el entorno natural como algo ajeno a la especie humana, sino que, además de los elementos que componen cualquier ecosistema (elementos inertes, flora y fauna), se hace referencia explícita a las interrelaciones existentes entre todos ellos y los seres humanos. Esta es una de las ideas básicas de la *ecología humana*.

¹⁰⁹² Recursos forestales, minerales, hídricos, espacios naturales, flora, fauna, etc.

¹⁰⁹³ Ver: Schumpeter, J. (1971) *Historia del análisis económico*, Ed. Ariel, Barcelona. Págs. 88-90.

a la ciencia económica han quedado establecidas en diferentes escritos¹⁰⁹⁴. Por ejemplo, entre los más conocidos tenemos los poemas épicos atribuidos a Homero (c. 850 a. de C.), la *Iliada* y la *Odisea*. En ellos se encuentran diversas referencias a la vida y la economía de los antiguos pueblos griegos hacia el siglo XII a. de C. Otro ejemplo, menos conocido literariamente hablando, es la poesía didáctica de Hesíodo, en el siglo VIII a. C., basada en sentencias morales que indicaban que la escasez es una constante en las acciones humanas y por ello se requiere optimizar los recursos disponibles¹⁰⁹⁵. Además, se puede ver en los poemas de Hesíodo un posible respeto de la ley y la justicia que aluden al orden dentro de la sociedad. Por su parte, Demócrito esbozó una teoría sobre el desarrollo de la sociedad humana en la que juega un papel fundamental la ayuda mutua¹⁰⁹⁶.

Siguiendo a Martínez-Echevarría (1983), se pueden rastrear diversas referencias del pensamiento económico en la Grecia Antigua. Así, resaltamos el intercambio como equilibrio en Aristóteles. La justicia del intercambio es resultante de la conjunción de varios criterios de valoración, que se realiza en un mercado y que utiliza dinero¹⁰⁹⁷. Sin embargo, en los trabajos de Aristóteles, como señala Martínez Alier (1994), se produce una separación¹⁰⁹⁸ entre *oikonomía*¹⁰⁹⁹ y *crematística*¹¹⁰⁰. Estas difieren, como

¹⁰⁹⁴ Hay dificultad para precisar lo que pensaron los primeros filósofos griegos, pues sus escritos conocidos son pocos y fragmentados. No obstante, se tiene constancia de algunos inicios que podrían haber hecho posible un incipiente desarrollo de la teoría del mercado.

¹⁰⁹⁵ En sus poemas están presentes diversos consejos para cultivar la tierra y para obtener frutos abundantes de ella. Además exalta la productividad benevolente de la Tierra, ya que de ella emanan multitud de frutos, y por lo que la considera “madre de todos los seres”. En “*Los trabajos y los días*”, exalta el trabajo, ya que gracias a él se promueve la fecundidad del suelo y del ganado. Ver: Vianello, P. (2007) *Hesíodo los trabajos y los días*. UNAM. México Pág. CCXC.

¹⁰⁹⁶ Para Demócrito, apunta Arango (2005), lo contrario de la ayuda mutua es la envidia. Ver: Arango, M. (2005) *Manual de cooperativismo y economía solidaria*. Universidad Cooperativa de Colombia. Colección Economía Solidaria. Pág. 22.

¹⁰⁹⁷ Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Págs. 12-13.

¹⁰⁹⁸ Distinción que tendrá grandes efectos en el entendimiento de la ciencia económica. Ver: Martínez Alier, J. (1994) *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Icaria. Barcelona. Pág. 325.

¹⁰⁹⁹ La palabra es la antecesora de economía, se compone de dos palabras: *οἶκος* (hogar o casa, en el sentido de patrimonio) y *νέμω* (ley o medida). La economía se puede entender como el conjunto de leyes, normas o costumbres mediante las cuales se administran los bienes de la casa.

¹⁰⁹⁹ Distinción que tendrá grandes efectos en el entendimiento de la ciencia económica. Ver: Martínez Alier, J. (1994) *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Págs. 182-183.

¹¹⁰⁰ La palabra *crematística* proviene del griego *χρηματιστική* (*chrematistike*), que a su vez se deriva de *χρήματα* (*chremata*), bienes, riqueza, dinero. De este modo la *crematística* sería el arte de adquirir bienes o dinero. En el primer libro de *La Política*, Aristóteles afirma que hay dos tipos de *crematística*: la doméstica y la comercial o de cambio. La primera utiliza el

señala García Teruel (2003), en tres aspectos: la *oikonomía* adopta la visión de largo plazo, considera costes y beneficios de toda la comunidad, se centra en el valor de uso, así como en la acumulación limitada que de allí deriva, antes que en un valor de cambio. Se podría usar esta distinción para explicar la separación entre el estudio de materia y energía en los ecosistemas en los que vive el ser humano, y el estudio de las transacciones mercantiles. Por su lado, la *crematística* adopta la visión sobre el tratamiento de los recursos energéticos y los materiales agotables, y la falta de consideración por el medio ambiente¹¹⁰¹.

Las aportaciones en este período son incipientes; sin embargo podemos resaltar dos aportaciones del medievo a la ciencia económica como resultado de las lecturas de los trabajos de Aristóteles, en particular a la teoría del valor. San Alberto Magno se concentra en cómo los costes influyen en la noción de valor. Por su parte, Santo Tomás de Aquino trabaja la fórmula del precio y la teoría de la doble medida de los conmutables¹¹⁰².

4.2.2 La teoría del crecimiento económico

Siguiendo a Roncaglia (1980), había una preocupación por el crecimiento económico entendido como el aumento de la riqueza, aunque esto fue antes de la economía existiera como ciencia¹¹⁰³. Sir William Petty (1623-1687) construyó un método denominado “aritmética política”, que utilizaba para realizar análisis de fenómenos sociales¹¹⁰⁴. Petty resaltaba la percepción subjetiva de las personas, ya que las decisiones se toman con base en ellas; sus valoraciones moldeaban el sistema económico¹¹⁰⁵. Una de sus

dinero para obtener bienes, la segunda tiene por objeto el dinero mismo. Aristóteles considera que la riqueza doméstica tiene un límite, las necesidades del hogar, mientras que la riqueza a que aspiran los que se dedican al cambio es ilimitada, pues no persiguen otro fin que el aumento indefinido del dinero.

¹¹⁰¹ García Teruel, M. (2003) *Apuntes de Economía Ecológica*. Boletín económico de ICE Núm. 2767.

¹¹⁰² Santo Tomás de Aquino entiende que la necesidad humana es una medida para el intercambio de bienes, junto con el dinero. Señala que la idea central de la fórmula de precio es que las variaciones en las necesidades causan variaciones en los precios. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Págs. 16-17.

¹¹⁰³ Ver: Roncaglia, A. (1980) *Petty: El nacimiento de la economía política*.

¹¹⁰⁴ Petty es uno de los precursores del “pensamiento económico”, y curiosamente también es de los primeros en esbozar ideas matemáticas sobre las ciencias sociales, aunque, como comenta Termes (2004), el uso de la estadística en sus discursos cambió el entendimiento. Ver: Termes, R. (2004) *Antropología del capitalismo: un debate abierto*. Pág. 189.

¹¹⁰⁵ Ver: Naredo, J. (1996) *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*.

contribuciones más importantes a la teoría económica, como comentan Ekelund y Hébert (1992), fue su uso del concepto de velocidad de circulación¹¹⁰⁶, y, siguiendo a Schumpeter (1971), sus aportaciones al valor¹¹⁰⁷.

4.2.2.1 Los Mercantilistas

La Escuela Mercantilista¹¹⁰⁸ se desarrolló como corriente de pensamiento en diferentes países. Algunos de sus exponentes son Antoine de Montchretien (1576-1621) en Francia; Antonio Serra en Italia, Philipp von Hornick (1638-1712) en Austria, Johann Joachim Becher (1635-1682) en Alemania, y Thomas Mun (1571-1641) en Inglaterra¹¹⁰⁹. A pesar de sus diferencias, se puede decir que sus reflexiones económicas están orientadas hacia la acción más que hacia la construcción de un cuerpo sistemático de ideas o de una teoría económica. Su preocupación principal era el dinero. Sin embargo, defendían que se debía potenciar al máximo el crecimiento de la población con el fin de aumentar la riqueza de la nación¹¹¹⁰. Esta escuela surge del feudalismo agrario y del poder recaudador concentrado en las ciudades. La escuela mercantilista se desarrolló principalmente en Inglaterra y en Francia. Las obras de esta corriente del pensamiento económico suelen recoger intereses particulares. En esa época existía una continua lucha de poderes que derivaba de las relaciones de las monarquías y sus señores feudales. La burguesía jugará un papel determinante en las regulaciones e impuestos, que se diseñaron para aumentar la recaudación¹¹¹¹. En esa etapa se irán conformando los Estados, que requerirán riqueza, y con ello se producirá una acumulación de metales preciosos, sobre todo adquiridos a través del logro de superávits comerciales. Los supuestos eran muy elementales; por ejemplo se cree que es fija la riqueza en el mundo. Esta idea produjo que se pensara que la ganancia de uno producía una pérdida en otro actor. Conforme al mismo nombre de esta escuela, el comercio exterior es el factor preponderante. Es decir, el énfasis está en las relaciones de mercado, pues,

¹¹⁰⁶ Ver: Ekelund, R, y Hébert, R. (1992) *Historia de la Teoría Económica y de su método*.

¹¹⁰⁷ Así entiende que el resultado del intercambio mercantil se encuentra el trabajo y que el valor de las mercancías depende de la productividad del trabajo, señalando: “*el trabajo es el padre y principio activo de la riqueza y las tierras son la madre*” con esta frase quedan establecidos los principales factores de producción. Ver: Schumpeter, J. (1971) *Historia del análisis económico*. Pág. 61.

¹¹⁰⁸ El término *Mercantilismo* fue acuñado por Víctor de Riqueti, Marqués de Mirabeau en 1763, y popularizado pocos años después por Adam Smith.

¹¹⁰⁹ Ver: Grampp, W. (1971) *Los elementos liberales del mercantilismo inglés*, en Spengler, J, y Allen, w. [Ed.] *El Pensamiento Económico de Aristóteles a Marshall*.

¹¹¹⁰ Ver: Beltran, L. (1993) *Historia de las Doctrinas Económicas*.

¹¹¹¹ Ver: Hidalgo, A. (1988) *El pensamiento económico sobre desarrollo: de los mercantilistas al PNUD*.

como comenta Ferguson (1963), bajo sus concepciones el comercio es el generador de la riqueza a través de una balanza comercial positiva¹¹¹².

El Estado alentaba las exportaciones e intentaba desalentar las importaciones, y así fue cómo se produjo el primer uso de aranceles para las manufacturas externas. Con ello se produjo una lucha internacional de las naciones europeas por diversas posesiones territoriales en ultramar, principalmente en América y África. Los Estados agotaban sus energías en la política expansionista comercial, en la que las armas y los navíos fueron determinantes para la prosperidad material¹¹¹³. La escuela mercantilista puso el énfasis en la producción y la riqueza, pero entendía que la riqueza nacional es diferente de la sumatoria de las riquezas individuales. Dicho de otra manera: el producto nacional es más importante que el consumo nacional. Consideraban los factores monetarios como los determinantes del crecimiento y la actividad económica, más allá de los factores reales. Por tanto, afirmaban que una oferta monetaria traía cambios en el nivel de producto¹¹¹⁴.

Otras ideas fueron evolucionando desde la escuela mercantilista para convertirse en precursoras de los clásicos. Así, resaltamos las aportaciones de David Hume (1711-1776) que comenta “*El dinero es el aceite de la economía, no la rueda*”. Apunta que el incremento de dinero en circulación produce un incremento de precios, con lo que bajará la competitividad. En cuanto a la balanza comercial, en su trabajo “Flujo especie-precio” señala la dificultad de mantener una balanza comercial positiva a largo plazo¹¹¹⁵. Al

¹¹¹² Se utilizó como instrumento de medición la cantidad de metales preciosos, así que su acumulación se convirtió en el objetivo fundamental. Sin embargo, como señala Ferguson (1963), se confundió exceso de exportaciones sobre importaciones con el exceso de producción sobre el consumo. Ver: Ferguson, J. (1948) *Historia de la Economía*. Fondo de Cultura Económica. México. Pág. 47.

¹¹¹³ Los mercantilistas erraron al no captar la idea de que el comercio puede ser ventajoso para ambas partes. Ver: Ferguson, J. (1963) *Historia de la Economía*. Pág. 48.

¹¹¹⁴ Uno de sus principales exponentes, John Locke (1632-1704), sostiene que la tierra pertenece originariamente a la comunidad, pero que el individuo puede apropiarse la parcela indispensable para trabajarla directamente y satisfacer así sus necesidades. Así siguiendo a Herzog (1950), nadie puede tener más tierra de la que necesite y pueda trabajar, pues con ello se defrauda al prójimo y a la comunidad. Ver: Herzog, J. (1950) *Tres siglos de Pensamiento Económico (1518-1817)*. Fondo de Cultura Económica. México. Págs. 52-62.

¹¹¹⁵ Siguiendo a Martínez-Echevarría (1983), Hume expone como ante una cantidad fija de dinero circulante, se adecuará de forma homogénea los diversos valores de precios y salarios. Sin embargo, el incremento lento pero incesante de la cantidad de dinero es deseable si se busca proporcionar un estímulo a la actividad comercial. Se puede decir que Hume vino a sostener la idea de que la prosperidad y una moderada tasa de inflación, son

augmentar la cantidad de metales preciosos en circulación se elevan los precios, de manera que se produce una disminución en las exportaciones y al mismo tiempo un aumento en las importaciones, al tener un precio menor. Otro exponente es Bernard de Mandeville (1670-1733), precursor de la noción de honorabilidad como parte de un discurso que legitima las nuevas formas de propiedad que se realizaban en el comercio de Inglaterra. Pudo haber influido en el nacimiento de la burguesía liberal y de la “sociedad de mercado”. Podemos resaltar, siguiendo a Ríos (2007), que la noción de honorabilidad pública será el fundamento legitimador de la ética del mercado, que nace de las sociedades modernas que lograron cierto progreso material, ya que en condiciones de mera subsistencia estos códigos no hubiesen sido suficientes¹¹¹⁶. Es conocido por su influencia en Adam Smith y por su *Fábula de las Abejas*¹¹¹⁷, en la que señala que los vicios individuales se transforman en beneficios públicos¹¹¹⁸.

acciones complementarias. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Págs. 37 y 38.

¹¹¹⁶ Mandeville no explicita el papel de la ley o del Estado; sin embargo, el orden social en él es posible gracias a la desigualdad, como se puede observar en su oposición a la instrucción de los pobres llevada a cabo por las escuelas de caridad de su época. Consideraba que la labor de dichas escuelas distorsionaba el equilibrio de la división del trabajo, pues al educar a los hijos de los pobres se provocaría una escasez de empleos poco calificados en el mercado y por tanto un incremento de los salarios. Por otro lado, se generaría una sobreoferta de empleos calificados innecesarios en el mercado. En suma podemos decir que el orden del mercado es posible gracias a la desigualdad social y a la protección de la propiedad privada y de los contratos por el Estado. Comenta Ríos (2007) que poco importa que se trate de una minoría propietaria e ilustrada frente a una mayoría pobre e ignorante. Ver: Ríos, C. (2007) “Bernard Mandeville: la ética del mercado y la desigualdad social como base del progreso moderno”. *Revista Claves del Pensamiento*. Vol. 1. Núm.1. Pág. 24.

¹¹¹⁷ La fábula de las abejas describe cómo en una colmena las abejas viven, con las similitudes de la sociedad humana, en la que dominan las pasiones y los vicios, a pesar de lo cual disfrutaban de un extraordinario bienestar material que proporciona la abundancia general. El texto es una crítica a la sociedad inglesa, como comenta Ríos (2002), la queja ante una nación floreciente es inútil pues el orgullo y el lujo son bastiones para una prosperidad nacional. Ver: Ríos, C. (2002) *Fundamentación ética del mercantilismo: Bernard Mandeville, la paradoja del vicio en la sociedad de María*. Centro Universitario México. División de Estudios Superiores. México. Pág. 56.

¹¹¹⁸ Siguiendo a Ríos (2011), Mandeville entiende que el político es una especie de psicólogo social, quien conoce la verdadera naturaleza de nuestros corazones: “como animales insociables y egoístas que somos, supo ofrecer la adulación como recompensa por cada acción a favor de la sociedad, el elogio permitió la construcción de una imagen de aprobación del individuo, ilusión que sirvió para civilizar a los hombres, pero no deja de ser un engaño creado por el político para alcanzar el progreso.” El agente civilizador es el político y no el moralista que intenta construir las buenas conciencias para lograr la virtud y el espíritu público. Mandeville subraya la destreza del político para convertir los “vicios privados” en “beneficios públicos”. Ver: Ríos, C. (2011) “Maquiavelo en el pensamiento político de Inglaterra en el siglo XVIII y en el pensamiento social de Bernard Mandeville”. *Nueva Época*. Núm. 65. UAM. México. Pág. 158.

Siguiendo a Ferguson (1963), estos argumentos podrían haber influido para que Adam Smith con su *mano invisible* explicara que la libre interacción de los individuos en el mercado capitalista produce beneficios para el conjunto¹¹¹⁹. Podemos señalar que la escuela mercantilista enfatizaba la importancia de alcanzar elevados niveles de renta, dada su realidad de mercaderes; sin embargo, su contribución se encuentra en sus análisis de “causa-efecto”¹¹²⁰.

El francés R. Cantillon (1680-1734)¹¹²¹, en su obra más importante *Ensayo sobre la naturaleza del comercio en general*, aporta sobre el concepto de valor y el proceso de formación de precios. Para Cantillon, los factores de producción son la tierra y el trabajo¹¹²². Así, señala que “no parece que la providencia haya dado el derecho de posesión de las tierras a un hombre, con preferencia a otro. Los títulos más antiguos están fundados en la violencia y la conquista”¹¹²³. En este esquema el propietario tendrá que ofrecer medios para sus obreros. Pero una de sus grandes aportaciones es su afirmación de que, cuanto más trabajo hay, más rico es un Estado¹¹²⁴. Siguiendo a Sáenz (2006), el trabajo de Cantillon contiene las bases de la doctrina fisiocrática: “la importancia de la tierra como factor productivo,...

¹¹¹⁹ Ferguson (1963) comenta que se nota una hostilidad de Smith hacia el mercantilismo; éste observó cómo no se seguían las normas dando paso a sus intereses privados. Ver: Ferguson, J. (1948) *Historia de la Economía*. Pág. 70.

¹¹²⁰ Las leyes de causalidad supondrían un control en la economía. Por ello pensaban que la intervención estatal no debía complicar las variables económicas básicas. Se puede pensar que al centrar su objetivo en la riqueza y su incesante incremento, se produjeron diversos rasgos egoístas.

¹¹²¹ González (2000) considera a Cantillon como “el verdadero padre de la Economía” González, M. (2000) “Ecología y conservación de los recursos naturales. Una reflexión tardía en la historia del pensamiento económico”. *Revista de la Universidad Nacional de Educación a Distancia*. Vol. 18. Núm. 2. Págs. 125-132.

¹¹²² Jiménez (2006) comenta que en su ensayo: “el producto social es igual a la suma de los ingresos y que esta equivalencia se mantiene si cada producto particular se valora en función de los costos de sus factores productivos” Ver: Jiménez, F. (2006) *Macroeconomía. Enfoques Y Modelos Tomo I*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Pág. 22.

¹¹²³ En el capítulo XII de su obra, comenta que todas las clases y todos los hombres de un Estado subsisten o se enriquecen a costa de los propietarios de tierras. Ver: Cantillon, R. (1950) [1755] *Ensayo sobre la naturaleza del comercio en general*. Fondo de Cultura Económica. México. Págs. 30- 36.

¹¹²⁴ Así señala: “El trabajo procura una satisfacción adicional en lo referente al alimento y la bebida”. Comenta es más correcto decir que “aquellos Estados cuyos habitantes se visten con paños finos, llevan buena ropa blanca, comen con mayor delicadeza y aseo, son más ricos y estimados que aquellos otros donde todo es tosco y grosero la importancia del acervo de reservas en metales más allá del consumo.” Ver: Cantillon, R. (1950) [1755] *Ensayo sobre la naturaleza del comercio en general*. Págs. 62-63.

una renta, obtienen una serie de productos como: ganado, cereales, vino, heno, etc., que llevan al mercado para vender”¹¹²⁵. También visualiza la relación entre el coste de producción y el valor del producto.

4.2.2.1.1 Los Fisiócratas

La escuela fisiocrática se desarrolló en Francia entre los años 1750 y 1780. En gran medida, esta corriente es una respuesta crítica al proteccionismo del Estado que propuso la escuela mercantilista. Rechazaron el concepto mercantilista de riqueza, entendido como la acumulación de metales preciosos, y subrayaron la dependencia del hombre con respecto a la naturaleza. La escuela fisiocrática tenía la convicción de que existía un orden natural, como comenta Martínez-Echevarría (1983): una armonía universal que “*hace que el fin de toda ciencia sea descubrir las leyes que rigen la armonía preexistente*”¹¹²⁶. Su análisis es de tipo estático y global. Los fisiócratas¹¹²⁷ usan la noción de producción (y de su deseable crecimiento) como centro de esta disciplina, por lo que desplazan la reflexión económica que ponía el énfasis en la adquisición y el reparto de la riqueza hacia la idea de forzar la producción, que permitiría esquivar los conflictos sociales o ambientales inherentes al proceso económico. Sin embargo, en el proceso se desterraron las preocupaciones morales a las que antes se encontraba estrechamente vinculado¹¹²⁸.

Uno de sus principales exponentes, François Quesnay (1694-1774), entendía que la economía era como un todo orgánico en el que se produce un flujo circular de riqueza. Sólo la agricultura y la productividad de la tierra eran capaces de generar un exceso por encima del costo de producción, por lo que la manufactura, que no genera superávit, se consideraba “estéril”¹¹²⁹. Con

¹¹²⁵ Para mayor detalle: Sanz Serrano, J. (2006) *Esquemas de historia del pensamiento económico*. Universidad de Sevilla. Pág. 93.

¹¹²⁶ Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 39.

¹¹²⁷ Sus principales exponentes son: François Quesnay, Anne Robert Jacques Turgot y Pierre Samuel du Pont de Nemours en Francia. Su teoría se basa en la existencia de una ley natural por la cual el buen funcionamiento del sistema económico estaría asegurado sin la intervención del gobierno. Su doctrina queda resumida en la expresión *laissez faire*. (El término fisiocracia quiere decir “*gobierno de la naturaleza*”, al considerar que las leyes humanas debían estar en armonía con las leyes de la naturaleza).

¹¹²⁸ Para más detalle, se puede consultar: Eckelund, R. y Hébert, R. (1992) *Historia de la Teoría Económica y de su Método*. Págs. 87-96, así como: James, E. (1956) *Historia del Pensamiento Económico en el siglo XX*. Fondo de Cultura Económica. México. Págs. 65-75.

¹¹²⁹ Esta consideración implica que como comenta Martínez (1983) tres consecuencias: 1) El valor es sólo una expresión monetaria de la cantidad de materia prima en un producto. 2) El trabajador añade sólo el valor de los medios de subsistencia por él consumidos. 3) Todos

este criterio, organizó a la sociedad en tres clases: los terratenientes (propietarios de la tierra), los productores (granjeros quienes generaban la riqueza) y los *estériles* (artesanos, comerciantes, etc.). Es de destacar la importancia del *Tableau économique*, que fue la gran aportación de Quesnay, y que ha sido sumamente empleado porque muestra la existencia de una presión sobre los recursos naturales y cómo el sector primario es el único que aporta riqueza a la economía, siendo los demás sectores improductivos¹¹³⁰. En su obra, Quesnay propone un método en el que establece cómo se da el equilibrio económico y las riquezas anuales producidas, describiendo su intercambio¹¹³¹.

En los fisiócratas, la idea de crecimiento estaba en concordancia con una visión organicista del mundo físico que incluía al “reino mineral”. No en vano Quesnay consideraba la minería entre las actividades productivas. Estos autores propusieron una síntesis entre *crematología*¹¹³² y economía de la naturaleza, tratando de orientar la gestión con unos principios de la economía monetaria acordes con las leyes del mundo físico¹¹³³. Pero, sus ideas derivaron en un sistema económico de valores pecuniarios o de cambio¹¹³⁴.

los trabajadores viven de anticipos. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 41.

¹¹³⁰ Así señala: “El trabajo del agricultor lo que hace renacer no sólo los medios de subsistencia que él había destruido, sino también los que destruyen todos los demás consumidores. Por el contrario, el trabajo del artesano únicamente le proporciona a éste un derecho a participar en el consumo de los medios de subsistencia que se obtienen gracias al trabajo del agricultor”. Ver: Quesnay, F. (1974) *Le Tableau Economique y otros estudios económicos*. Pág. 326

¹¹³¹ Es gracias al cultivo del territorio, de la clase productiva, que “da lugar a que se reponga la riqueza anual del país, la que adelanta los gastos de los trabajadores agrícolas y la que anualmente paga las rentas a los propietarios de las tierras. La clase de los propietarios comprende al soberano, a los dueños de la tierra y a los beneficiarios del diezmo”. Ver: Quesnay, F. (1974) *Le Tableau Economique y otros estudios económicos*. Pág. 54.

¹¹³² El término viene del griego (significa ciencia que estudia la fabricación del dinero) y fue utilizado por primera vez por Cournot, como menciona Etxezarreta (2004). Ver: Etxezarreta, M (2004) [Coord.] *Crítica a la economía ortodoxa*. Seminario de Economía Crítica. Universitat Autònoma de Barcelona Pág. 31.

¹¹³³ El término “fisiócratas” significa “dominio de la naturaleza”. Hace alusión a ese orden natural exterior a los hombres que debe de imitarse en la sociedad humana. Como señala Ávila (2004), el proceso económico estaba regulado por leyes determinadas. Ver: Ávila, J. (2004) *Introducción a la Economía*. UNAM y Plaza y Valdés Editores. México. Pág. 75.

¹¹³⁴ Los Fisiócratas abandonaron “todo debate sobre la realidad histórica o sobre la entidad hipotética del estado de naturaleza para volverse hacia el estudio de las leyes inmanentes que ordenan el funcionamiento de las sociedades.” Álvarez de Morales, A. (2003) *Los Orígenes del Derecho Natural y de Gentes en España*, en Olmos, V. [Coord.] *Aulas y*

Siguiendo a Benítez-Rochel y Robles-Teigeiro (2003), Quesnay consideraba la economía como un sistema circular en el que las industrias manufactureras y de servicios se consideraban *estériles* al no contribuir al producto neto. Muchos de los elementos de los trabajos de Quesnay están presentes en los textos de Boisguilbert y Cantillon. En particular destacamos, entre otros, la división de la sociedad en grupos, el papel de la agricultura y el concepto de un circuito económico¹¹³⁵. Al respecto, Naredo (1987) hace un análisis detallado de la ciencia económica y de su paso hasta constituirse en una ciencia mecanicista alejada de los valores morales, así como del contexto físico y natural. Comenta que son los economistas franceses, hoy llamados fisiócratas, los que instalaron la idea de sistema económico¹¹³⁶.

Quesnay sostenía que la población tendía siempre a rebasar los límites de subsistencia. Para justificar esta afirmación sólo explica que siempre han existido hombres que viven en condiciones de pobreza. Otro factor a destacar en Quesnay es el impuesto único, puesto que: “*sólo el cultivo de la tierra es capaz de producir un excedente y sólo esta actividad es capaz de soportar los impuestos*”¹¹³⁷. Así señala que: “*el impuesto no sea abusivo o desproporcionado a la masa de ingresos del país*”. Con ello entiende que los aumentos impositivos se justifican al existir un aumento de los ingresos¹¹³⁸.

Otro exponente es Anne Robert Jaques Turgot (1727-1781)¹¹³⁹, que tuvo algunas discrepancias con Quesnay. Siguiendo a Martínez-Echevarría (1983), entendemos que entre sus principales aportaciones está *La teoría de*

saberes: VI Congreso Internacional de Historia de las Universidades Hispánicas. Universitat de Valencia. Pág. 143.

¹¹³⁵ Ver: Benítez-Rochel, J. y Robles-Teigeiro, L. (2003) “The foundations of the Tableau économique in Boisguilbert and Cantillon”. *European Journal of the History of Economic Thought*. Vol. 10. Págs. 231-248.

¹¹³⁶ Ver: Naredo, J. (1987) *La economía en evolución*. Madrid. Siglo XXI.

¹¹³⁷ Por lo que una imposición a las demás clases dificultaría su subsistencia. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 45.

¹¹³⁸ Con ello señala que “*se establezca directamente sobre el producto neto de los bienes raíces y no sobre los salarios de los hombres ni sobre los medios de subsistencia... se perjudicaría al comercio y se destruiría anualmente una parte de los recursos del país*”. Ver: Quesnay, F. (1974) *Le Tableau Économique y otros estudios económicos*. Pág. 201.

¹¹³⁹ El origen de Turgot proviene de una familia de abolengo que se remonta a la nobleza normanda y que siempre gozó de la protección de la corte. Realizó sus estudios en la Sorbona, se aproximó al newtonismo y comenzó a cuestionarse la realidad social. Publico su obra *Les réflexions sur la formation et la distribution des richesses*, que, como comenta Mayos (1991), es su obra más importante. Ver: Mayos, G. (1991) *Estudio preliminar, traducción y notas de Anne-Robert-Jacques Turgot. Discurso sobre el progreso humano*. Pág. 15.

la propiedad, en la que enfatizaba que mediante los pactos sociales y los contratos humanos se logra un equilibrio en el empleo, pues el terrateniente necesita del cultivador. Otra de sus aportaciones fue la naturaleza del interés: pensaba que el tipo de interés se fija por sí mismo, sin necesidad de autoridad alguna. Analizó la relación entre rentas de la tierra y tipo de interés concluyendo que el interés es un costo en el proceso de producción¹¹⁴⁰.

También son importantes las aportaciones de Ferninandus Galiani (1728-1787), que publicó *El tratado de monedas*, una obra en cinco tomos en los que enunció una teoría sobre el valor económico de los bienes que identificaba una estrecha relación entre cantidad y calidad del trabajo, tiempos de producción, y utilidad del producto¹¹⁴¹.

4.2.3 Los Economistas Clásicos

Esta corriente de pensamiento es encabezada por Adam Smith, que es considerado como el padre de la ciencia económica. Los economistas clásicos formularon sus teorías en un marco principalmente agrario. Se distinguían de la escuela mercantilista al entender que la riqueza provenía de la acumulación de factores de producción; por ello, en sus trabajos está muy presente el crecimiento económico cuando analizan la disponibilidad de factores.

Los clásicos, como señalan Fernández, Parejo y Rodríguez (2002), sostenían que mientras existieran tierras libres se podría crecer sin límite, pero cuando las tierras fértiles escasearan y la población se incrementara, se llegaría a un Estado Estacionario. Por esa razón utilizan la “Ley de los Rendimientos Decrecientes”: para explicar que la disminución en la productividad del trabajo conduce a un punto de equilibrio en el que los individuos sólo obtienen lo necesario para su subsistencia¹¹⁴². Así, en una época en la que regía el trabajo asalariado y una economía agroindustrial, se entiende la

¹¹⁴⁰ Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 47.

¹¹⁴¹ Fue influido por los fisiócratas y publicó *Diálogos sobre el comercio de granos*, en el que argumenta la naturaleza relativa de las instituciones económicas y la necesidad de considerar las particularidades históricas, sociales y ambientales de los diferentes países. Enlazó tres conceptos; valor, escasez y utilidad, que serían un punto de partida en sus teorías posteriores. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 49.

¹¹⁴² Ver: Fernández, A.; Parejo, J. y Rodríguez, L. (2002) *Política Económica* McGraw Hill. Madrid. Págs. 119-129.

dificultad de superar la condición estacionaria. Sin embargo, sabemos que la tecnología genera, por una parte, posibilidades de inversión y, por otra, apertura a nuevos mercados. Aunque, como se sabe, depende del marco regulador de cada país, lo que puede dificultar o favorecer el comercio¹¹⁴³.

Siguiendo a Bifani (1999), los economistas clásicos son quienes proponen las primeras referencias a una economía que se preocupa por su relación con el medio, así como los límites de los recursos que suponen para el crecimiento y la población¹¹⁴⁴, por lo que se cuestionaban el crecimiento, ya que entendían como finitos tanto los recursos como los factores productivos. Con todo, la regulación del consumo de dichos bienes y factores no cabía en su concepción de Estado¹¹⁴⁵.

4.2.3.1 La Mano Invisible

La muy citada obra¹¹⁴⁶ de Adam Smith (1776), “*Estudio sobre la naturaleza y causas de la Riqueza de las Naciones*”, se basa en la idea que el bienestar social está en el crecimiento económico y se potencia a través de dos factores; la división del trabajo y la libre competencia. La división del trabajo amplía la extensión de los mercados y, por ende, la especialización. Establece que la libre competencia es el medio más idóneo de la economía, afirmando que las contradicciones engendradas por las leyes del mercado serían corregidas por lo que él denominó “la mano invisible” del sistema. En cuanto a los recursos naturales de todas las naciones, entiende que están fijados más o menos arbitrariamente; por lo tanto considera que el origen de la riqueza se encuentra en la actividad laboral humana y en los recursos

¹¹⁴³ Siguiendo a Tubela y Vilaseca (2005), los clásicos consideraban la innovación como exógena a la actividad empresarial. Por tanto la única capacidad de mejora era el aumento de la productividad, es decir, mediante una combinación más eficiente de recursos. Por tanto, la tecnología es neutra respecto del desarrollo productivo de *inputs* empresariales. Son la especialización, la división del trabajo y la jerarquía los fundantes de la actividad empresarial. Ver: Tubela, I. y Vilaseca, J. (2005) *Sociedad del conocimiento. Como cambia el mundo ante nuestros ojos*. Pág. 60.

¹¹⁴⁴ Se van sentando conceptos como escasez, valor de cambio, recursos productivos, etc., que serán decisivos para valorar los bienes naturales. Ver: Bifani, P. (1999) *Medio Ambiente y desarrollo sostenible*. Pág. 50.

¹¹⁴⁵ Entendían el medio natural como simple factor de producción. Es decir, como suministrador de recursos cuando el ambiente otorga otro tipo servicios a la humanidad, como los servicios recreativos, de purificación, etc. Ver: Jiménez, L. (1989) *Medio ambiente y desarrollo alternativo: gestión racional de los recursos para una sociedad perdurable*. IEPALA. Barcelona. Pág. 346.

¹¹⁴⁶ La obra se publicó con un éxito inmediato y duradero: la primera edición se agotó en seis meses, y durante la vida de Smith se publicaron cinco ediciones (1776, 1778, 1784, 1786 y 1789). Además, en cuestión de tres décadas se había traducido a por lo menos seis idiomas extranjeros: danés (1779-1780), tres versiones francesas (1781, 1790, y 1802), alemán (1776-78), italiano (1780), español (1794) y ruso (1802-1806).

disponibles de una nación¹¹⁴⁷. Aunque su intención era moral, su obra ha sido una guía para el diseño de la política económica¹¹⁴⁸.

Adam Smith muestra cómo un incremento en el factor trabajo incrementa la producción de riqueza¹¹⁴⁹. Argumenta que es el egoísmo individual y no el altruismo lo que mueve el mercado. El capitalista es movido por la expectativa de lograr ganancias, por lo que producirá artículos que la gente desea¹¹⁵⁰. Esta intención generará una competencia, con un costo de producción que por lo menos cubra el coste de los factores¹¹⁵¹.

Las aportaciones que realiza Smith fueron revolucionarias porque contradecían directamente las doctrinas mercantilistas que predominaban en su época. Sus críticas se dirigen hacia varios frentes: por un lado, las ideas de la escuela mercantilista contradecían el modelo de crecimiento que planteaba, pues tienen su base en el funcionamiento del mercado libre, en

¹¹⁴⁷ Smith teorizó sobre la división del trabajo al considerarlo como una fuente de producción y bienestar. En su ejemplo de *La Fábrica de Alfileres* explica la división de trabajo que es el secreto para el crecimiento económico. Ver: Smith, A. [1776 (1994)] *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. Fondo de Cultura Económica. México. Pág. 12.

¹¹⁴⁸ En *La Riqueza de las Naciones*, Smith entiende que “la prudencia es el verdadero motor que impulsa al hombre a la austeridad, la laboriosidad, el ahorro y el estudio”. Ver: Fuencisla Alcón, M. (1994) *El Pensamiento Político y Jurídico de Adam Smith: La Idea de Orden en el ámbito humano*. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Madrid. Pág. 361.

¹¹⁴⁹ Así Smith sostiene que la riqueza real de la sociedad al incrementarse también lo hace la cantidad de trabajo que en ella se emplea, por lo que tiende a aumentar la renta real de la tierra. Comenta que una proporción de ese esfuerzo “beneficia naturalmente a la tierra misma. Un mayor número de personas y de animales se utilizan en el cultivo, el producto crece, a medida que aumenta el capital destinado a obtenerlo, y la renta se acrecienta con el producto.” Ver: Smith, A. (1994) [1776] *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. Pág. 238.

¹¹⁵⁰ En este punto, siguiendo a Ferguson (1963), la base para estas conclusiones es su concepción de la naturaleza humana, en la que descansan sus supuestos. Así da por sentado que “el esfuerzo, uniforme, constante e interrumpido que todo hombre mejora su condición” y continúa: “todo hombre en cuanto no viole las leyes de la justicia queda en completa libertad para procurar su propio interés” Por ello busca suprimir los sistemas restrictivos, a fin de establecer un modo espontáneo de libertad natural. Ver: Ferguson, J. (1963) *Historia de la Economía*. Pág. 71.

¹¹⁵¹ Lavezzi (2003) nos comenta que en el largo plazo existe una relación negativa entre el precio y la cantidad de un bien. Esta relación surge de un proceso competitivo entre los productores en el que cada productor trata de robar el mercado de sus competidores, ofreciendo el bien al precio más bajo posible. En otras palabras, el comportamiento competitivo que Smith entiende se refiere a empresas luchando continuamente para mejorar su eficiencia mediante la introducción de cambios organizativos y tecnológicos. Ver: Lavezzi, A. (2003) “Smith, Marshall and Young on division of labour and economic growth”. *European Journal of the History of Economic Thought*. Vol. 10. Pág. 88.

cuanto que las restricciones al comercio limitan la extensión del mercado. Por otro lado, realizó una crítica de la definición de riqueza de la escuela mercantilista que se basaba en la acumulación de metales. Otra aportación de Smith es que utiliza la producción *per cápita* y no la producción agregada como criterio para definir el crecimiento; con ello muestra una preocupación por la justicia social¹¹⁵².

Otra de las principales aportaciones de Adam Smith fue la noción de la división del trabajo; con ella, señala, se consigue incrementar la destreza del trabajador al especializarse, porque dedica su tiempo a una única tarea, y con ello se ahorra tiempo al no ser necesario el cambio de actividad¹¹⁵³. Lo anterior produciría un incremento en la producción que se reflejaría en los beneficios. Por tanto, se podrá disponer de capital para invertir en maquinaria, que facilite el esfuerzo de los trabajadores y con ello incrementar, en mayor medida, la producción¹¹⁵⁴.

Con Lavezzi (2003), se puede decir que la propuesta de Smith encierra tres conceptos: aprendizaje por la experiencia acumulada, progreso tecnológico endógeno y costes de establecimiento. Pero subraya que la cuestión fundamental, para muchas de las teorías del crecimiento, es la división del

¹¹⁵² Entre las discrepancias con la escuela mercantilista, resaltamos, por ejemplo, “*el interés del comerciante consiste siempre en ampliar el mercado y restringir la competencia.*” Así que apunta que esa ampliación del mercado suele coincidir con el interés del público. Sin embargo, señala que la limitación de la competencia redundará siempre en su perjuicio, ya que sólo sirve para que los comerciantes puedan elevar sus beneficios por encima del nivel natural. Esto es, que impongan, en beneficio propio, una contribución al resto de los ciudadanos. Ver: Smith, A. (1994) [1776] *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. Pág. 241.

¹¹⁵³ Así señalaba: “*Un obrero que no haya sido adiestrado en esa clase de tarea (convertida por virtud de la división del trabajo en un oficio nuevo) y que no esté acostumbrado a manejar la maquinaria que en él se utiliza (cuya invención ha derivado, probablemente, de la división del trabajo), por más que trabaje, apenas podría hacer un alfiler al día, y desde luego no podría confeccionar más de veinte. Pero dada la manera como se practica hoy día la fabricación de alfileres, no sólo la fabricación misma constituye un oficio aparte, sino que está dividida en varios ramos, la mayor parte de los cuales también constituyen otros tantos oficios distintos. Un obrero estira el alambre, otro lo endereza, un tercero lo va cortando en trozos iguales...*”. Ver: Smith, A. (1994) [1776] *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. Pág. 8

¹¹⁵⁴ Smith entiende que la acumulación de capital promueve y sostiene la división de trabajo, así entendió que es un proceso cíclico, división de trabajo-ampliación y acumulación de riqueza, que aparentemente se podía desarrollar sin límites. Como comenta Martínez-Echevarría (1983), no puso barreras ni condiciones al proceso de división de trabajo que es el que genera la riqueza. Sin embargo, sí veía un problema con la especialización, pensaba que idiotizaba al obrero, pero creía que tenía solución a través de la educación que recaería en el Estado. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Págs. 59-60.

trabajo y, por lo tanto, la productividad del trabajo¹¹⁵⁵. Así, Smith sostiene que la acumulación de capital promueve y sostiene el proceso de división del trabajo. Los empresarios buscan la forma más rentable de desplegar capital y, por tanto, eligen la estructura de la organización que garantiza el máximo nivel de productividad laboral¹¹⁵⁶.

Bajo esta perspectiva smithiana, a pesar de que un país tenga una eficacia productiva, su crecimiento económico no sobrepasará los límites de su mercado, y de ahí que las restricciones al comercio internacional influyan negativamente en el desarrollo económico. Se daría un “Estado Estacionario” en el que las tierras fértiles ya estarían ocupadas y los salarios y los beneficios serían los mínimos para la subsistencia, debido al incremento de la población y, consecuentemente, de la competencia. Por tanto, Smith plantea el estancamiento del crecimiento económico y considera que el progreso técnico y la división del trabajo favorecen el incremento de la riqueza. Además, defiende la no intervención del Estado para mejorar la situación de ese futuro “Estado Estacionario”, ya que opina que el mercado tiene la suficiente capacidad para autorregularse con el fin de alcanzar la asignación más eficiente de los recursos.

Lo cierto es que, como menciona Stiglitz (2000), las ideas de Smith acerca del papel que juega el Estado en las economías y la prevalencia del interés particular sobre el general, surgieron en un momento en el que estaba muy presente la creencia de que para servir de la mejor manera a los intereses del pueblo era necesaria la intervención del Estado. Sin embargo, Smith rompió con esta prevalencia y sostuvo que ni el Estado ni los sentimientos morales son necesarios para hacer el bien¹¹⁵⁷.

¹¹⁵⁵ Lavezzi (2003) señala que a la luz de la teoría moderna del crecimiento, Smith no pone especial énfasis en las operaciones de los trabajadores comunes, probablemente capaces de algunas invenciones menores. Sin embargo, el progreso tecnológico y una vez que se genera un aumento del stock de conocimiento, la división del trabajo dentro y entre las empresas sería una consecuencia. Ver: Lavezzi, A. (2003) “Smith, Marshall and Young on division of labour and economic growth”. *European Journal of the History of Economic Thought*. Vol. 10. Núm. 1. Pág. 83.

¹¹⁵⁶ Dicho de otro modo, la división del trabajo conlleva que el reparto del factor trabajo entre las distintas actividades y el grado de eficacia de la actividad productiva, sean lo que determina la riqueza de las naciones. Con esta idea Durkheim apunta que la división del trabajo no se queda en las fábricas, en el comercio o en la producción industrial: se realiza con espontaneidad en toda las sociedades, se puede ver su influencia creciente, en la política, las funciones judiciales, etc. Ver: Durkheim, E. (2001) *La división del trabajo social*. Akal. Madrid. Pág. 48.

¹¹⁵⁷ Mantenía que se sirve al interés público simplemente cuando cada individuo hace lo que redunde en su propio beneficio. El egoísmo es una característica de la naturaleza humana,

4.2.3.2 La Superpoblación

Martínez-Echevarría (1983) opina que la obra de Smith estableció los fundamentos de la economía clásica, y que se cuestionó, ante una crisis social, la solidez del orden y la armonía natural. En este proceso, Thomas Robert Malthus (1766-1834) entiende que existe un problema, un conflicto entre dos ratios enfrentados: por un lado el crecimiento de la población, por otro el incremento de los recursos naturales destinados a la alimentación¹¹⁵⁸.

En su obra *An Essay on the Principle of Population*, Malthus señala: “El examen de los diferentes estados de la sociedad en el que el hombre ha existido mostrará, con suficiente claridad, que la población tiende constantemente a aumentar más allá de los límites que le señalan los medios de subsistencia”¹¹⁵⁹. Su razonamiento, utilizando diversos ejemplos en diferentes puntos geográficos, es que la población, al no ser controlada, tenderá a duplicarse cada 25 años, creciendo en progresión geométrica¹¹⁶⁰. Por ello Malthus entiende que se debe establecer algún tipo de control, así que propone, señala Martínez-Echevarría (1983), por una parte, controles positivos, y, por otra, controles preventivos: los primeros son aquellos que incrementan la tasa de mortalidad, los segundos se pueden reagrupar en restricciones morales, vicios y miseria¹¹⁶¹.

Por su parte, Schumpeter (1971) comenta que esta teoría ya había sido enunciada anteriormente, en 1589, por Botero, en su obra *Della Ragione di*

mucho más persistente que hacer el bien y por tanto más sólida para organizar una sociedad. Ver: Stiglitz, J. (2000) *La economía del sector público*. Bosch Editor. Barcelona. Pág. 68.

¹¹⁵⁸ Se puede observar en Malthus una agobiante desconfianza que dio lugar a su apodo de “El Gran Pesimista”. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Págs. 64-67.

¹¹⁵⁹ Según Malthus, no se conoce sociedad en la que las familias, en la labor de procreación, no se enfrentan a diversas situaciones como costumbres viciosas, trabajo excesivo, ocupaciones insalubres, etc. Es decir, diversos obstáculos a la reproducción de la especie humana. Ver: Malthus, R. (1951) [1798] *Ensayo sobre el principio de la población*. Fondo de Cultura Económica. México. Págs. 8-9.

¹¹⁶⁰ Esta tendencia se ejemplifica: “Si consideramos la totalidad de la tierra, en lugar de esta isla, claro está que quedaría excluida la posibilidad de emigración; y, suponiendo la población actual igual a mil millones de habitantes, la especie humana aumentaría como la progresión de los números 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, y la subsistencia como la de los números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Al cabo de dos siglos, la proporción entre la población y los medios de subsistencia sería como la de los números 256 y 9; al cabo de tres siglos como la de los números 4096 y 13 y al cabo de dos mil años la diferencia sería casi incalculable.” Ver: Malthus, R. (1951) [1798] *Ensayo sobre el principio de la población*. Pág. 12.

¹¹⁶¹ Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 65.

Stato. En ella, la *virtus* generativa (capacidad de reproducción de las poblaciones) estaba limitada de forma exclusiva por la *virtus* nutritiva, es decir los medios de subsistencia alimentaria¹¹⁶². Asimismo, se pueden ver estas ideas en Cantillon¹¹⁶³ y también en Joseph Townsend, que esbozó algunas ideas para un modelo ecológico de equilibrio natural; su aportación fue acogida en la Ley de Pobres destinada a las familias con muchos hijos¹¹⁶⁴. Se cree que estas ideas permearon la visión pesimista de Malthus sobre el futuro de la humanidad. En su *ensayo*, que se considera la obra más influyente sobre el crecimiento demográfico. Pero es de señalar, siguiendo a Spiegel (2001), que Malthus no considera la presión de la población como un problema para el futuro, sino la causa de la miseria a lo largo de toda la historia¹¹⁶⁵. Se convirtió en la referencia en temas de población, a pesar de que su trabajo presenta una visión simplista en la que la comunidad humana y su crecimiento someten a gran presión los recursos naturales¹¹⁶⁶.

Chomsky (2002) subraya que Malthus dedicó gran parte de su tiempo a investigar las causas que detenían el bienestar social y llegó a la conclusión de que la pobreza se produce por la escasez de bienes que genera el exceso de población. En ese escenario, los pobres tenían como gran opción la migración a América o Australia¹¹⁶⁷.

¹¹⁶² Botero esbozó, doscientos años antes, el problema del crecimiento de la población y de los alimentos. Apunta Schumpeter (1971) que la idea fue sugerida “por Petty en su *Ensayo concerning the multiplication of mankind (1753)* así como por Wallace (1753) y Ortes (1774)”. En suma podemos simplemente apuntar que no fue la novedad de la teoría, sino su gran difusión, lo que le ha hecho ser considerado –a Malthus– como referente en esta temática. Ver: Schumpeter, J. (1971) *Historia del análisis económico*. Pág. 300.

¹¹⁶³ Cantillon expresó esta idea de forma al menos curiosa, así “*Los hombres se multiplican como los ratones en una granja, si cuentan con medios ilimitados para subsistir. Los ingleses en las colonias, se harán más numerosos, en proporción, dentro de tres generaciones, que en Inglaterra en treinta, porque en las colonias encuentran para el cultivo novas tierras roturadas de donde expulsan a los salvajes*”. Ver: Cantillon, R. (1950) [1755] *Ensayo sobre la naturaleza del comercio en general*. Págs. 59-60.

¹¹⁶⁴ Como muestra Robertson (1988), Joseph Townsend (1739-1816) fue quizá el viajero británico de más amplia formación y mayor capacidad analítica de cuantos visitaron España en el siglo XVIII. Se educó en la cultura clásica en Cambridge, obteniendo el grado de Master of Arts en 1765, y a continuación viajó a Edimburgo para estudiar Medicina. Ver: Robertson, I. (1988) *Los curiosos impertinentes. Viajeros ingleses por España desde la accesión de Carlos III hasta 1855*. Serbal/CSIC. Barcelona.

¹¹⁶⁵ En su *Primer Ensayo* Malthus había comentado que “no hay ninguna prueba más válida de la felicidad y la pureza de un pueblo, que la rapidez de su crecimiento” Ver: Spiegel, H. (2001) *El desarrollo del pensamiento económico. Historia del pensamiento económico desde los tiempos bíblicos hasta nuestros días*. Omega. Barcelona. Pág. 332.

¹¹⁶⁶ Las definiciones de Strassoldo, ayudan a entender la relación. Strassoldo, R. (1986) “Población”, en el *Diccionario de Sociología*.

¹¹⁶⁷ Ver: Chomsky, N. (2008) [2002] *Understanding Power*.

Los dos principios que Malthus aporta son: que la capacidad reproductora del ser humano excede ampliamente las necesidades de sustitución de personas por causa de muerte, y por lo tanto, la población tiende a crecer, no solo ilimitadamente, sino a ritmos de crecimiento progresivamente acelerado. Y que, en cambio, los recursos naturales, como los recursos alimentarios, no se desarrollan al mismo ritmo. La ley de crecimiento de subsistencias puede ser el de una progresión aritmética¹¹⁶⁸.

Siguiendo a Pardo (2002), Malthus entendía que los avances tecnológicos eran muy importantes aunque sólo afectaran a la capacidad productiva. Por ello consideró que se debía incrementar el nivel de demanda¹¹⁶⁹. Para alcanzar este último objetivo había que luchar contra los principales factores que afectaban negativamente al crecimiento económico, que eran, según Malthus, el exceso de ahorro, el defecto de consumo y la dinámica del crecimiento poblacional.

4.2.3.3 Distribución de la renta

Esta teoría fue formulada por David Ricardo (1782-1823), un acaudalado hombre de negocios y miembro del Parlamento que destacó por su defensa del libre mercado. Posteriormente, combinó la carrera parlamentaria con el estudio. En 1817 publicó *Principios de economía política y tributación*, que para muchos contiene el núcleo central de su obra¹¹⁷⁰; a partir de ese trabajo la Economía Moderna comienza a ser concebida como ciencia, es decir, como una disciplina que estudia la legalidad natural inmanente al proceso económico. Ricardo, que había leído la *Riqueza de las Naciones*, podría estar influenciado por las ideas de Smith¹¹⁷¹, y como algunos autores sostienen, esto le habría permitido relacionar la Economía con la Ciencia

¹¹⁶⁸ Sin embargo, siguiendo a Spiegel (2001), la doctrina de Malthus no debe ser interpretada en el sentido de control de la natalidad. Por lo que comenta: “Lo único defendido por él como remedio frente a la presión de la población, hablaba de matrimonios tardíos y del deber de observar una estricta continencia durante el periodo prematrimonial.” Ver: Spiegel, H. (2001) *El desarrollo del pensamiento económico*. Pág. 334.

¹¹⁶⁹ Ver: Pardo, M. (2002) *La evaluación del impacto ambiental y social para el siglo XXI: teorías, procesos, metodologías*. Pág. 10.

¹¹⁷⁰ Por este trabajo se considera a David Ricardo como el padre de la Economía Política. Siguiendo a Barbé (1996) esta obra fue un éxito editorial que lo catapultó al Parlamento. Ahí defendió al empresario capitalista frente al terrateniente. Ver: Barbé, L. (1996) *El curso de la economía: grandes escuelas, autores y temas del discurso económico*. Pág. 68.

¹¹⁷¹ Una diferencia entre Adam Smith y David Ricardo es que el primero desarrolló su obra antes de la Revolución Francesa, mientras que el segundo lo hizo posteriormente.

antes que con la Filosofía¹¹⁷². Por ello, consideraba a Adam Smith más como un moralista que como un economista científico. Siguiendo a Martínez-Echevarría (1983), se puede leer a Ricardo como una síntesis entre Smith y Malthus. Señala que *“fue capaz de llevar a plenitud el mayor cuerpo doctrinal que se conocerá como economía clásica”*¹¹⁷³.

En el trabajo de Ricardo observamos que prestó gran atención a la teoría del valor¹¹⁷⁴. Además, en cuanto al valor del trabajo (salario), Ricardo consideró que estaría determinado por el número de horas destinadas a la producción de los bienes de subsistencia, lo que permitiera mantener al trabajador y a su familia¹¹⁷⁵. El salario, pensaba, estaba determinado por el mercado a través de la oferta y demanda y podía coincidir, o no, con este salario natural, pero oscilaría siempre alrededor de él. De tal forma que, si existiera una discrepancia entre los salarios, se producirían movimientos de crecimiento o descenso de la población, dependiendo de si el salario de mercado es superior o inferior al natural; con ello se mantenía el equilibrio¹¹⁷⁶.

¹¹⁷² Ver: Monares, A. (2001) “La filosofía moral de Adam Smith: sentimientos morales naturales-providenciales e irracionalidad moral del ser humano”. *Revista de Filosofía*. Vol. LVII. Págs. 143-165.

¹¹⁷³ Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 69.

¹¹⁷⁴ Ricardo, en las concepciones de valor, distingue entre valor de uso y valor de cambio. Así comenta: *“las cosas que tienen valor de uso, tienen escaso o ningún valor de cambio y, por el contrario, las cosas que tienen gran valor de cambio no tienen, muchas veces, un pequeño valor de uso”*. El agua y el aire son sumamente útiles para la vida, sin embargo no se pueden intercambiar. En cambio el oro, a pesar de casi no tener uso, tiene gran valor de cambio. La utilidad, sintetiza, no tiene ningún valor de cambio; señala: *“los bienes obtienen su valor de cambio de dos fuentes: de su escasez y de su cantidad de trabajo requerida para obtenerlos.”* Ver: Ricardo, D. (1973) [1817] *Principios de economía política y tributación*. Fondo de Cultura Económica. México. Pág. 9.

¹¹⁷⁵ Entendía que al aumentar el costo de los alimentos, el precio de los salarios aumentará. Distinguía entre precio natural y precio de mercado: *“cuando el precio de mercado de la mano de obra excede su precio natural, la condición del trabajador es floreciente y dichosa y puede disponer en mayor proporción de productos esenciales.”* Sin embargo cuando pasa lo contrario: *“la condición de los trabajadores es de los más mísera: la pobreza los priva de aquellas comodidades que la costumbre convierte en necesidades absolutas”*. Ver: Ricardo, D. (1973) [1817] *Principios de economía política y tributación*. Pág. 72.

¹¹⁷⁶ Señala que si el crecimiento poblacional incrementa la demanda de alimentos esto es un efecto y no causa del propio crecimiento, y apunta: *“en América, la población crece rápidamente, porque el alimento puede ser producido a un precio bajo y no porque se haya proveído previamente un abastecimiento abundante. En Europa, la población crece comparativamente despacio, porque el alimento no puede ser producido a bajo valor.”* Ver: Ricardo, D. (1973) [1817] *Principios de economía política y tributación*. Fondo de Cultura Económica. México. Pág. 305.

Tal y como ha puesto de manifiesto Robbins (1974), Ricardo, a diferencia de Smith, consideraba que el principal problema al que se tenía que enfrentar la economía política era la distribución de la renta y no el crecimiento de la riqueza¹¹⁷⁷. En el marco de este enfoque de la Economía, el problema de lo económico se limita a la consecución de lucro y, dentro de ello, a la conveniencia de un grupo específico: los capitalistas¹¹⁷⁸. En la teoría de la renta, como menciona Klimovsky (1985), se incorpora la realidad económica y social, y por tanto “no puede ser considerada como un mero detalle de perfeccionamiento de la teoría de la distribución”¹¹⁷⁹. Ricardo mostró diversos desacuerdos con la escuela fisiocrática en cuanto a la importancia que se le daba a la agricultura como única actividad productiva, ya que Ricardo considera a la industria como la principal fuente productiva de la economía.¹¹⁸⁰ Por ello entiende a la riqueza de esta manera: “El valor difiere esencialmente de la riqueza, porque no depende de la abundancia, sino de la facilidad o dificultad de producción”. Así, señala: “El trabajo de un millón de hombres en la industria producirá siempre el mismo valor, pero no siempre la misma riqueza”¹¹⁸¹.

Además, Ricardo constató la existencia de un “Estado Estacionario” generado por la *Ley de Rendimientos Decrecientes*¹¹⁸². Supuso que, a medida que aumentaba la población, se ocuparían tierras menos productivas

¹¹⁷⁷ Ver: Robbins, L. (1974) *Teoría del Desarrollo Económico en la historia del Pensamiento Económico*. Pág. 30.

¹¹⁷⁸ Desde este punto de vista, la Revolución Industrial puede interpretarse como un esfuerzo técnico para elevar la productividad en favor de la obtención de lucro. Sin embargo, siguiendo a Noble (1999), podemos pensar que la idea original surgió de la religión y ética calvinista: cumplir el mandato bíblico de dominio del mundo y de bienestar humano. Ver: Noble, D. (1999) *La religión de la tecnología. La divinidad del hombre y el espíritu de invención*.

¹¹⁷⁹ Se trata de un concepto que remite no sólo a actividades como la agricultura, ganadería o minería, sino a aspectos que tienen que ver con la extracción de hidrocarburos, los valores inmobiliarios, etc. Ver: Klimovsky, E. (1985) *Renta y ganancia en la Economía Política Clásica*. Universidad Autónoma Metropolitana. México. Pág. 15.

¹¹⁸⁰ Señala que cualquier cambio tecnológico tiene un impacto directo en el comercio internacional y en la riqueza; así apunta: “los perfeccionamientos de fabricación descubiertos propenden a alterar la distribución de los metales preciosos entre las naciones: tienden a incrementar la cantidad de bienes, al mismo tiempo que causan un alza general de precios en el país en que se opera el perfeccionamiento.” Ver: Ricardo, D. (1973) [1817] *Principios de economía política y tributación*. Pág. 107.

¹¹⁸¹ Ver: Ricardo, D. (1973) [1817] *Principios de economía política y tributación*. Pág. 205.

¹¹⁸² Según Martínez-Echevarría (1983), Ricardo observó que a medida que la demanda exige mayor intensidad de cultivo, las tierras más fértiles producen rendimientos decrecientes, con lo cual se realiza un encarecimiento de las cosechas. Este hecho llevó a que concluyera que la renta es un fenómeno que depende de diversas variables como las clases de fertilidad de la tierra, los tipos de cultivo, y la distancia al mercado de consumo, entre otras. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 71.

y peor localizadas, de manera que al iniciarse su explotación los costes serían mayores y se originaría un descenso paulatino de las rentas de la tierra. Esta idea traería diferentes lecturas, como la de la existencia de recursos agotables¹¹⁸³.

Hay que resaltar dos contribuciones adicionales de la teoría ricardiana: por un lado, las teorías sobre tributación, y, por otro, la tecnología como fuente de progreso que permite el crecimiento económico¹¹⁸⁴. Asimismo, Ricardo admite la posibilidad de que una economía cerrada con una tecnología dada pueda experimentar un crecimiento continuo indefinidamente¹¹⁸⁵. Aunque ello supone, por una parte, la adopción de la *Ley de Say*, y, por otra, la consideración de la *Ley clásica de la población*, en la que se establecen unos modelos habituales de consumo y de fecundidad de los trabajadores¹¹⁸⁶. Según Monares y Schmal (2004), Ricardo fue quien dio el paso definitivo en el alejamiento de la teoría moral de lo productivo-comercial, la ética del

¹¹⁸³ Como comenta Alfranca (2012), Ricardo estableció la ley de los rendimientos decrecientes para explicar el incremento en el precio del grano. Entendía que el precio de un producto se determina por los beneficios, el salario y la renta. En el caso de la agricultura, la renta se expresa como la proporción del producto que se paga al terrateniente para la utilización del suelo. Ver: Alfranca, O. (2012) “Evolución del pensamiento económico sobre los recursos naturales”. *Nuevas Corrientes del Pensamiento Económico*. ICE. Núm. 865. Pág. 79.

¹¹⁸⁴ Examina la influencia de las maquinas en la sociedad. Por ejemplo, señala que los terratenientes, al utilizar maquinaria, se benefician de la reducción de costes; además subraya que de ser el primero “gozara de una ventaja adicional, al hacer grandes ganancias por un tiempo, pero a medida que vino a ser uso general, el precio bajaría debido a la competencia”. Es decir, los consumidores se beneficiarían con mejores precios generados por el cambio de tecnología y además existiría un dinamismo de inversión por los capitalistas al intentar contar con ventajas tecnológicas que le distinguan. Ver: Ricardo, D. (1973) [1817] *Principios de economía política y tributación*. Pág. 288.

¹¹⁸⁵ Siguiendo a Martínez-Echevarría (1983), la evolución o “desarrollo natural” de una economía sometida a estos supuestos, cuando el tamaño de la población es pequeña, sólo se utilizarán las tierras más fértiles. El problema se da al cambiar alguno de los supuestos, aunque Ricardo pensó que la manera de destrabar esta lógica era mediante el cambio tecnológico. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 80.

¹¹⁸⁶ Como señalan Fiaschi y Signorino (2003), la preocupación de Ricardo y Malthus es la sostenibilidad a largo plazo, el crecimiento. Como Ricardo parte de la *ley de Say* de los mercados, los gastos de lujo no tiene ningún papel analítico que desempeñar en la promoción de la acumulación de capital y el crecimiento de la población. Por el contrario, Malthus amplía la gama de opciones de consumo para incluir una opción no mercantil, el ocio. En su opinión sólo una muestra amplia de la no subsistencia de productos manufacturados puede crear los incentivos adecuados a la producción y el crecimiento de la riqueza. Ver: Fiaschi, D. y Signorino, R. (2003) “Consumption patterns, development and growth: Adam Smith, David Ricardo and Thomas Robert Malthus”. *European Journal of the History of Economic Thought*. Vol. 10. Núm. 1. Pág. 21.

trabajo, y así dejó al mundo la Economía Moderna tal como se la entiende hasta hoy¹¹⁸⁷.

Es necesario detenerse brevemente en la aportación más relevante de Jean-Baptiste Say, ya que Ricardo la utiliza en todo su análisis. La ley de los mercados, más conocida como la *Ley de Say*, establece que toda oferta crea su propia demanda¹¹⁸⁸. Say sostiene que, para que exista demanda de los productos de un comerciante, deben existir otros que dispongan del dinero necesario para adquirirlos gracias a la venta de los suyos. La manera tradicional de entenderlo, explica Martínez-Echevarría (1983), es con el enunciado “*las mercancías se intercambian por mercancías*”. Por tanto, en un sistema de libre empresa, o de decisión individual, no es posible que se produzca una *sobreproducción*, puesto que siempre hay un ajuste entre oferta y demanda global¹¹⁸⁹.

4.2.3.4 Leyes naturales de la economía

John Stuart Mill (1806-1873) es considerado el último de los clásicos. Su gran preocupación por los problemas sociales¹¹⁹⁰ le lleva a mostrar, en su obra *Principles of Political Economy*, un verdadero esfuerzo por sintetizar los fundamentos principales de la teoría del desarrollo¹¹⁹¹. Señaló que el reparto de la riqueza¹¹⁹² era extraordinariamente desigual, pues se observan

¹¹⁸⁷ Ver: Monares, A. y Schmal, R. (2004) “Evolución de la economía en occidente: de la ética del trabajo al afán de lucro”. *Revista Persona y Sociedad*. Vol. 18. Núm. 2. Págs. 285-298.

¹¹⁸⁸ Esta afirmación, como comenta Martínez-Echevarría (1983), estaba implícita en las aportaciones de Smith, ya que la economía de mercado se *autorregula* o *autocorrije*. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 84.

¹¹⁸⁹ Say entiende la riqueza en un sentido más amplio que Smith; le da más importancia a la industria y no limita la riqueza a la producida exclusivamente por la agricultura. Tampoco estuvo de acuerdo con Smith en atribuir sólo al trabajo la capacidad de producir valor, sino que incluyó también, como factores de producción, la tierra y el capital. Sin embargo, identifica el valor de uso y el valor de cambio de una mercancía y, aunque no llegó a desarrollar una teoría de la utilidad, sí destacó la importancia de la utilidad sobre la configuración del valor. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Págs. 83-85.

¹¹⁹⁰ Derivado de esta preocupación, Mill entiende que la economía política no puede abordar todas las causas que una sociedad prospera o decae. Sin embargo, apunta: “*debe de exponer o conocer las leyes y principios que las rigen.*” Ver: Mill, J. (1985) [1848] *Principios de economía política*. Fondo de Cultura Económica. México. Pág. 29.

¹¹⁹¹ Según Martínez-Echevarría (1983), Mill subraya la idea de la existencia de *leyes naturales* y *leyes tecnológicas* que explican la producción. Es decir, la producción participa de la naturaleza de las leyes físicas y, en ese sentido, son rígidas e inevitables. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 90.

¹¹⁹² Define la riqueza como “*todas las cosas útiles o agradables que poseen valor de cambio, o en otros términos, todas las cosas útiles o agradables excepto aquellas que pueden obtenerse, en la cantidad deseada, sin trabajo o sacrificio alguno.*” Como vemos,

diferencias entre una nación y otra, y en diferentes épocas de la historia del mundo. Subrayó que estas diferencias se daban “tanto en la cantidad como en la clase de riqueza, así como en la forma en que se halla distribuida entre los miembros de una comunidad la riqueza total existente”¹¹⁹³. Esta preocupación delineó su enfoque de economista social; por ello, señala Jensen (2001), Mill recomendó una reforma institucional para erradicar la pobreza de la clase trabajadora¹¹⁹⁴.

En cuanto al principio fisiocrático del *laissez-faire*, Mill entendía que los límites de las atribuciones del gobierno no se debían cuestionar en situaciones en las que se podían alcanzar métodos de distribución más justos. Utiliza los ejemplos de la educación, la regulación de horas de trabajo y el cuidado de los pobres. Dicho de otra manera, para Mill actuar no sólo era un derecho, sino un deber gubernamental¹¹⁹⁵. Siguiendo a Clark y Elliott (2001), observamos que los criterios éticos de Mill son los que justifican la manera de entender la asistencia pública, en particular la educación, ya que no sólo mejoran las habilidades, sino que aumentan la productividad y promueven el crecimiento económico. Además reducen la pobreza y la desigualdad; esto permite aliviar las tensiones sociales, y, en última instancia, favorece un entorno propicio para la democracia¹¹⁹⁶.

se vislumbra la importancia que le da al trabajo. Ver: Mill, J. (1985) [1848] *Principios de economía política*. Pág. 35.

¹¹⁹³ Ver: Mill, J. (1985) [1848] *Principios de economía política*. Pág. 36.

¹¹⁹⁴ La propuesta principal de Mill, señala Jensen (2001), fue el establecimiento de un sistema de “educación nacional” de apoyo estatal para “todos [los niños y jóvenes], sin distinción de clase social.” Con ello se prevé que se establezca una “educación universal” que crearía nuevas habilidades y nuevos tipos de comportamiento por parte de los futuros descendientes. Ver: Jensen, H. (2001) “John Stuart Mill's Theories of Wealth and Income Distribution”. *Review of Social Economy*. Vol. 59. Núm. 4. Pág. 504.

¹¹⁹⁵ Mill distingue entre dos tipos de actuaciones gubernamentales, las intervenciones autoritarias y las que adopta un procedimiento poco usado, pero muy importante: “aconsejar y publicar información, dejando a los individuos usar sus propios medios en la persecución de cualquier objetivo de interés general.” Ver: Mill, J. (1985) [1848] *Principios de economía política*. Pág. 805.

¹¹⁹⁶ Las oportunidades educativas, a mediados del siglo XIX en Inglaterra, fueron escasas. Se favorecía a los niños de las familias aristocráticas y de negocios, mientras que era prácticamente inexistente para los niños de la clase trabajadora y las familias pobres. Al no proporcionar educación pública adecuada, el Estado contribuyó directamente a la desigualdad, limitando así el desarrollo de talentos y carácter, el fomento de los antagonismos de clase, y frustraba la extensión de la libertad individual y de la democracia. Ver: Clark, B. y Elliott, J. (2001) “John Stuart Mill's Theory of Justice”. *Review of Social Economy*. Vol. 59. Núm. 4. Pág. 481.

Mill defiende los *Derechos de Propiedad* porque piensa que las personas deben sentirse seguros y libres de participar de sus bienes, lo que permite un desarrollo personal y ganancias económicas¹¹⁹⁷. Así, analiza el traspaso generacional de la propiedad de la tierra en las herencias y los beneficiarios, y subraya los derechos de quienes la trabajan¹¹⁹⁸. Para Mill, la igualdad significa igualdad de oportunidades, igualdad de trato ante la ley. Pensaba que la igualdad perfecta no debería extenderse a la situación económica o política, por lo que cree en la conveniencia de la protección de las instituciones sociales. Clark y Elliott (2001) apuntan que el objetivo en la teoría de justicia de Mill se desprende de su enfoque en el desarrollo de las capacidades individuales como el camino más seguro a la expansión de utilidad social. Por ello tiene su base en el esfuerzo, el sacrificio y la contribución como criterios de mérito. Entiende que en las personas está presente una capacidad de adaptación a las circunstancias cambiantes que se traslada a las sociedades en las distintas etapas del desarrollo¹¹⁹⁹.

Según Jensen (2001), Mill distingue entre la “naturaleza humana” y el “carácter humano”. Por naturaleza humana entiende un “conjunto” de tendencias innatas, como los instintos. El término naturaleza humana designa nuestra constitución mental y moral, que se contrapone con los hábitos adquiridos. Por su parte, el carácter es una creación de la persona

¹¹⁹⁷ Señala que la institución de la propiedad, cuando se limita a sus elementos esenciales, consiste “en el reconocimiento, a cada persona, del derecho de disponer lo que ha producido con sus propio esfuerzo, o lo ha recibido de aquellos que lo produjeron, ya sea como un presente, ya sea mediante convenio justo, sin fuerza ni fraude.” Ver: Mill, J. [1848 (1985)] *Principios de economía política*. Pág. 206.

¹¹⁹⁸ Señala: “la tierra no la creó el hombre. Es la herencia original de la especie entera. Su apropiación es por completo una cuestión de utilidad general. Cuando la propiedad privada de la tierra no es útil, es injusta”. Y comenta utilizando el ejemplo de Irlanda (donde había conflicto entre terratenientes y cultivadores) que el derecho de los terratenientes está subordinado a la política general del Estado. Éste puede expropiar las propiedades en pro de una comunidad, dicho de otra manera del bien común. Ver: Mill, J. [1848 (1985)] *Principios de economía política*. Págs. 219-220.

¹¹⁹⁹ La posición de Mill sobre la intervención del gobierno se basa en una síntesis de la moralidad y la conveniencia proporcionada por su teoría de la justicia. Los derechos individuales a la libertad, la seguridad y la igualdad constituyen un baluarte inicial contra usurpaciones por la autoridad pública, en particular para aquellas acciones propias para el desarrollo personal. Sin embargo, debido a que la actividad económica afecta el bienestar de otros, puede potencialmente ser regulada sin violar las reglas de la justicia. La gama de políticas intervencionistas legítimas está delimitado por tres criterios: en primer lugar, no deben poner en peligro significativamente en el largo plazo el crecimiento económico porque el desarrollo humano requiere mejoras en la vida de la clase obrera; en segundo lugar, debe ser moral en el sentido de que no violan los derechos individuales a la libertad, la seguridad y la igualdad según la interpretación de una determinada sociedad. Y, por último, cuando la eficiencia y la moralidad entran en conflicto, el árbitro final es siempre la expansión de utilidad social a largo plazo. Ver: Clark, B. y Elliott, J. (2001) “John Stuart Mill's Theory of Justice”. *Review of Social Economy*. Vol. 59. Núm. 4. Pág. 485.

que proporciona la clave para la comprensión de cómo se manifiesta en la sociedad capitalista. Así, la tecnológica avanza en la forma, por ejemplo, de procesos productivos que requieren de maquinaria costosa, pero al ser un proceso se puede aprender¹²⁰⁰.

Respecto de los límites de los recursos naturales, o *fuerzas naturales* como él les llama, éstos existen en cantidad limitada; Mill resalta que la economía de la sociedad depende de los más importantes agentes naturales, en especial la tierra. Justo antes de analizar el uso de estos recursos, señala que el hombre es quien aprovecha los recursos. Dice: “*la habilidad e ingenio de los seres humanos se ejercita principalmente para descubrir movimientos posibles para sus fuerzas, capaces de producir los efectos deseados*”. Es decir, Mill subraya la capacidad creativa como el motor que utilizará estos recursos¹²⁰¹. Schumpeter (1971) sostiene que la propuesta de Mill es “optimista” porque se da cuenta de que no hay razón para contemplar el futuro de las masas sino con “esperanza”. Mill pensaba que la carrera entre el capital y la población sería ganada por el primero¹²⁰².

Las teorías de Mill revelan que puso gran interés en los problemas del desarrollo derivados de la limitación de la producción por falta de capital¹²⁰³ o por falta de tierra¹²⁰⁴. Según Zouboulakis (2001), en su ensayo *On the method of Political Economy* Mill introdujo el principio del comportamiento económico, con el que está asumiendo que el individuo presenta un comportamiento económico racional¹²⁰⁵.

¹²⁰⁰ Ver: Jensen, H. (2001) *John Stuart Mill's Theories of Wealth and Income Distribution*. Pág. 493.

¹²⁰¹ Ver: Mill, J. (1985) [1848] *Principios de economía política*. Pág. 49.

¹²⁰² Por lo que no consideró con temor al *Estado estacionario* porque había eliminado previamente el espectro de la *superpoblación*. Ver: Schumpeter, J. (1971) *Historia del análisis económico*. Pág. 636.

¹²⁰³ Para Mill el ahorro era parte fundamental para el desarrollo económico; así señaló: “*todo capital, es producto del ahorro, esto es de una abstinencia de consumir en el presente, pensando en el bien futuro, su crecimiento ha de depender de dos cosas –la cuantía del fondo del cual puede hacerse y las necesarias limitaciones del mismo.*” Ver: Mill, J. (1985) [1848] *Principios de economía política*. Pág. 162.

¹²⁰⁴ Mill dedica un capítulo entero al análisis de la *ley del aumento de la producción de la tierra*, en el que apunta: “*a diferencia de los otros elementos de producción, trabajo y capital, no es susceptible de aumentarse indefinidamente*”. Entendía que cuando la técnica agrícola había alcanzado un grado de especialización, todo aumento del trabajo no se traduce proporcionalmente en la producción. Evidentemente, este principio es verdadero hasta que no se conozcan nuevas técnicas. Ver: Mill, J. [1848 (1985)] *Principios de economía política*. Págs. 172-173.

¹²⁰⁵ Zouboulakis (2001) realiza un análisis comparativo en el que se cuestiona la racionalidad en el modelo económico de John Stuart Mill y el modelo económico de Weber.

Los trabajos de Johann H. Von Thünen (1783-1850) se relacionan con este tema, ya que expone una *Teoría general de la distribución* que parte de la idea de que existe una proporción óptima entre los factores que participan en el proceso productivo, por lo que el máximo rendimiento se consigue en el punto óptimo, donde se combinan todos los factores.

Siguiendo a Martínez-Echevarría (1983), este fenómeno no era exclusivo de la agricultura o del factor tierra, sino extensivo a cualquier combinación cuantitativa de factores de producción¹²⁰⁶.

4.2.3.5 Teoría de la abstinencia

En esta área destaca Nassau William Senior (1790-1846), que publicó numerosos trabajos en materia económica; su principal contribución fue *An outline of the Science of Political Economy*. El trabajo desplegado por Senior en *Political Economy* se dividió, como comentan Borgucci y Serrano (2012), en cuatro fases: el establecimiento de su definición de economía política; el estudio acerca de la naturaleza de la riqueza; sus proposiciones relacionadas con la economía política; y la distribución de la riqueza¹²⁰⁷.

Una de las aportaciones de Senior es que introduce el término abstinencia con un sentido moralista que hace referencia a un agente distinto del trabajo y de la acción de la naturaleza cuya concurrencia es necesaria al capital¹²⁰⁸. Aunque, para Senior, la ciencia económica descansa en una serie de postulados o axiomas. De hecho, como comenta Schumpeter (1971), es el primer autor en intentar formular, consciente y explícitamente, un aparato analítico que, en su caso, resulta de la observación y la conciencia¹²⁰⁹. Senior sostiene:

Ver: Zouboulakis, M. (2001) "From Mill to Weber: the meaning of the concept of economic rationality". *European Journal of the History of Economic Thought*. Vol. 8. Núm. 1. Pág. 32.

¹²⁰⁶ También se debe señalar su teoría de la renta y la localización agrícola, en la que parte de la teoría de Ricardo pero añadiendo diferentes variables para medir la productividad. Resalta la fertilidad y la localización, pero además combina en su modelo dos actividades: la producción y comercialización, asignando cultivos, no sólo en base a fertilidad sino también por coste de transporte. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Págs. 88-89.

¹²⁰⁷ Ver: Borgucci, E. y Serrano, M. (2012) "El apriorismo en la ciencia económica desde la perspectiva de Nassau William Senior". *Revista Omnia*. Vol. 18. Núm. 3. Pág. 83.

¹²⁰⁸ Se trata, como comenta Alarcón (2000), de hacer del capital una fuente de ingreso legitimada por la teoría económica. Ver: Alarcón, J. (2000) *Liberalismo y Socialismo*. Universidad Autónoma Metropolitana. México. DF. Pág. 5.

¹²⁰⁹ Ver: Schumpeter, J. (1971) *Historia del análisis económico*. Pág. 640.

- 1) “*Todo hombre desea obtener una riqueza adicional con el menor sacrificio posible*”¹²¹⁰. El ser humano desea estar provisto de bienes. Cada persona tiene deseos insatisfechos que busca cubrir¹²¹¹. Es cuestión de *conciencia* y no *cuestiones de observación*¹²¹².

- 2) “*Que la población del mundo, o, con otras palabras, el número de personas que habitan en él, está sólo limitado por el mal moral o físico, o por el miedo a que falten artículos de la riqueza que los hábitos de los individuos de cada clase de sus habitantes les mueven a requerir*”¹²¹³. El deseo de bienestar económico limitaría el crecimiento familiar¹²¹⁴.

- 3) “*Que el poder del trabajo y de los otros instrumentos con los cuales se produce la riqueza puede aumentar de forma indefinida utilizando sus productos como medios para aumentar la producción*”¹²¹⁵. Este es el principio de los rendimientos crecientes, presente en todas las actividades

¹²¹⁰ Traducción propia. Ver: Senior, N. (1951) [1836] *An outline of the science of political economy*. Augustus M. Kelly bookseller. New York. Pág. 26.

¹²¹¹ Señala: “*Algunos pueden desear el poder, otros la distinción, y algunos el ocio.*” Hay quienes se decantan por satisfacer su cuerpo y otros su mente. Pero todos se mueven por el deseo. Traducción propia. Ver: Senior, N. (1951) [1836] *An outline of the science of political economy*. Pág. 27

¹²¹² Ver: Schumpeter, J. (1971) *Historia del análisis económico*. Pág. 641.

¹²¹³ Reconoce que se inspiró en Malthus para elaborar este axioma y añade que se puede medir el crecimiento mediante la tasa promedio de reproducción, que es distinta en las plantas y animales, ya que cada cual tiene un ritmo de crecimiento. [Traducción propia]. Ver: Senior, N. (1951) [1836] *An outline of the science of political economy*. Págs. 26 y 30.

¹²¹⁴ Es de señalar que tanto O'Brien (1989) como Eckelud y Hebert (1992) señalan que Senior rechazó la postura pesimista en la teoría de población de Malthus al entender que las personas restringirían sus deseos en pos de incrementar su bienestar económico. Ver: O'Brien, D. (1989) *Los economistas clásicos*. Alianza. Madrid. Pág. 73, así como: Eckelud, R. y Hébert R. (1992) *Historia de la Teoría Económica y de su Método*. Págs. 170.

¹²¹⁵ Para Senior, el trabajo es el instrumento fundamental en la producción. Señala que es el conjunto de habilidades físicas y mentales utilizadas para este fin, que permiten utilizar a los *agentes naturales* (todas aquellas materias ofrecidas por la naturaleza como: la tierra, minas, ríos, los bosques). Ver: Senior, N. (1951) [1836] *An outline of the science of political economy*. Págs. 26, 57-60.

económicas que realiza el ser humano menos en la agricultura¹²¹⁶.

- 4) “*Que si permanece inmutable la habilidad agrícola, el trabajo adicional empleado en la tierra en un distrito dado produce en general un rendimiento proporcionalmente menor, o, dicho de otro modo, que, aunque con cada aumento del trabajo empleado el rendimiento agregado aumenta, aunque el incremento del rendimiento no es proporcional al número de trabajadores*”¹²¹⁷. La adición de mano de obra en la agricultura conlleva una disminución de los rendimientos.

Los axiomas sobre los que descansan las nuevas teorías del desarrollo tienen una cierta inspiración en el trabajo de Senior, ya que están basados en el concepto de sostenibilidad débil que entiende a la tecnología como la respuesta ante los límites de crecimiento. Sin embargo, como comenta Rima (1995), su contribución más significativa fue la teoría del capital¹²¹⁸.

Senior entiende la escasez como el fundamento del valor, así las cosas son caras cuánto más escasa es su oferta. Esta escasez de oferta, comenta Martínez Echeverría (1983), es atribuible a la escasez de los factores básicos: el trabajo y la *abstinencia*. Esta última es imprescindible para la formación del capital, causante de que alguien retrase su consumo inmediato. Para formar capital es necesario que alguien retrase su gasto de una parte de sus ingresos y que lo vuelva a introducir en el sistema, ya sea directamente o a través de instituciones de crédito¹²¹⁹. Este sacrificio (abstinencia) que genera ahorro requiere una recompensa (interés)¹²²⁰.

¹²¹⁶ Como comenta Rima (1995), los rendimientos en la fabricación como los concebía Senior eran vitales al analizar el trabajo adicional. Ver: Rima, I. (1995) *Desarrollo del análisis económico*. Irwin. Pág. 178.

¹²¹⁷ [Traducción propia]. Ver: Senior, N. (1951) [1836] *An outline of the science of political economy*. Pág. 26.

¹²¹⁸ Por lo que su análisis condujo no sólo a ampliar el concepto de costo de producción, sino a una teoría del interés y de la abstinencia. Ver: Rima, I. (1995) *Desarrollo del análisis económico*. Pág. 180.

¹²¹⁹ La forma de lograr capital implica posponer el consumo. Por eso el dinero desempeña las siguientes funciones: es usado para realizar una compra se estimula la producción; es vuelto a introducir en el proceso productivo aumenta el volumen de bienes producidos. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 85.

¹²²⁰ La razón del desplazamiento del valor trabajo al valor capital estaría basado, como comenta Ballesteros (2012), por el hecho de que la tecnología exigía mucho capital, y éste era más escaso que el trabajo, al tiempo que éste pasa a ser considerado abundante, por lo que es sustituible por la técnica y por tanto es prescindible. Ver: Ballesteros, J. (2012) 348

Además, Senior puso énfasis en que riqueza y bienestar no son lo mismo, utilizando el método deductivo en la ciencia económica. Es considerado, como comenta Schumpeter (1971), un claro opositor de las teorías del valor de David Ricardo. También se le considera un precursor del marginalismo¹²²¹.

Siguiendo a Borgucci y Serrano (2012), la sociedad, para Senior, se encuentra dividida en tres clases socio-económicas: trabajadores, capitalistas y propietarios de la tierra. Estas clases son los tres instrumentos de producción, y sus remuneraciones son, respectivamente, el salario, el beneficio y la renta de la tierra¹²²². Por su parte, Ekelund y Heribert (1992), señalan que se opuso a los sindicatos obreros y a la reducción de la jornada laboral, argumentando que era precisamente la última hora de trabajo la que permite obtener ganancias a los empresarios¹²²³.

4.2.4 El Socialismo marxista

Siguiendo a Martínez-Echevarría (1983), la importancia de Karl Marx (1818-1883) no se debe tanto a sus aportes a la teoría económica, sino que es más bien consecuencia de sus concepciones filosóficas. Heredero de una tradición filosófica *inmanentista* iniciada por Descartes, en cuanto que el orden práctico asegura que el hombre sólo puede confiar en el hombre¹²²⁴, Marx contribuyó a difundir el interés en la economía como ciencia. En este

“Escuela neoclásica, valores y derechos”. *Cuadernos Electrónicos de Filosofía del Derecho*. Vol. 26. Pág. 256.

¹²²¹ Ver: Schumpeter, J. (1971) *Historia del análisis económico*. Pág. 667.

¹²²² Así la renta de la tierra depende por un lado de la productividad *positiva* de los agentes naturales, y, por otro, de la productividad *relativa* de ese agente en relación a otros agentes considerados como accesibles. La renta es el valor de su asistencia que depende de su utilidad y oferta. Ver: Borgucci, E. y Serrano, M. (2012) *El apriorismo en la ciencia económica desde la perspectiva de Nassau William Senior*. Pág. 95.

¹²²³ Ver: Ekelund, R. y Hébert R. (1992) *Historia de la Teoría Económica y de su Método*. Págs. 220-223.

¹²²⁴ Todo lo que supera al hombre, o no lo puede explicar, apunta Martínez-Echevarría (1983) no existe. Es decir: “*sólo existe lo que el hombre puede explicar*”. En la propuesta de Marx están presentes diversos supuestos filosóficos, por ejemplo sustituyó la libre voluntad del hombre por una fuerza irracional que procede de la Naturaleza y que se rige por las mismas leyes que la mecánica determinista newtoniana. Esta sustitución aseguraba el cambio social, ya que no dependía de la voluntad de las personas. *La lucha por mejorar las condiciones de vida se convierte así en el impulso fundamental del hombre. La organización legal, la ciencia y la religión no son más que una superestructura consecuencia de esta fuerza que rige el comportamiento del hombre*. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Págs. 111-113.

contexto, Ekelund y Hebert (1992) resaltan la influencia filosófica de la dialéctica hegeliana y de la corriente materialista¹²²⁵.

En los trabajos de Marx se nota una influencia de la escuela fisiocrática y de la clásica en particular: Quesnay, Smith y Ricardo. De allí la concepción del proceso económico como un todo. El valor de la mercancía se forma en función de la cantidad de trabajo empleada en su fabricación y la Teoría del Valor de Ricardo¹²²⁶. Siguiendo a Foster (2004), es Darwin el que proporciona la base histórico natural a la teoría marxista, que busca explicar cómo una sociedad se transforma en otra¹²²⁷. La lucha de clases es una interpretación de la supervivencia del más apto¹²²⁸. Por tanto, Marx consideró la evolución histórica como un proceso en el que se sucedían distintas etapas: esclavismo, feudalismo, capitalismo, socialismo y comunismo, que permiten explicar la sociedad¹²²⁹.

En cuanto al trabajo, Marx piensa que es la única fuente de “valor”. Señala: “*el trabajo transfiere al producto el valor de los medios de producción consumidos por él*”. Por tanto, su concepto del trabajo es abstracto, ya que tiene independencia respecto del espacio y del tiempo¹²³⁰. Supone que la

¹²²⁵ En particular se destaca el término “alienación”. Ver: Ekelund, R. y Hébert R. (1992) *Historia de la Teoría Económica y de su Método*. Págs. 277-278.

¹²²⁶ Marx, en *El Capital*, introduce la diferencia entre Valor de Uso, al que define como “*tiempo de trabajo socialmente necesario para la producción*”, y Valor de Cambio como un valor intrínseco a la mercancía. Ver: Marx, K. (2010) [1867] *El capital. Crítica de la economía política. libro primero: el proceso de producción del capital*. Vol. 1. Pág. 49.

¹²²⁷ Como comenta Naredo (1988), hay una intención por separar conceptos biológicos o físicos en la economía, éstos utilizan paralelismos que buscan un respaldo metodológico, así el término fuerza, en alemán *kraft*, es sinónimo de energía, que se utiliza, por ejemplo, en los términos fuerza creadora de trabajo y fuerza productiva, que muestran la influencia de la teoría newtoniana de cálculo diferencial. Ver: Naredo, J. (1988) *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas de pensamiento económico*. Pág. 165.

¹²²⁸ Marx hace una analogía de la teoría darwiniana en la que se analiza la especialización de plantas y animales adaptándose a su entorno, y el desarrollo de la especie humana, por lo que entiende que los cambios en la producción y en la tecnología son la manera de adaptación. Ver: Foster, J. (2004) *La ecología de Marx: materialismo y naturaleza*. El Viejo Topo. Madrid. Pág. 305.

¹²²⁹ Esta clasificación se realiza en función de quien poseía la propiedad de los medios de producción. Como comenta Marzal (1998), expresan la antítesis de la lucha de los grupos sociales que será el motor de la historia. Ver: Marzal, M. (1998) *Historia de la antropología cultural*. Fundación Histórica Tavera. Madrid. Pág. 39.

¹²³⁰ La teoría de valor en Marx se aplica a las economías mercantiles. El trabajo no es 'valor' como tal; es lo que produce valor exclusivamente por la organización social en el cual es empleado. Una característica intrínseca del trabajo es producir, crear, transformar, pero el hecho de que el valor de las mercancías se mida por el tiempo de trabajo empleado en ellas se debe a la estructura social y las relaciones sociales de producción. Sin embargo, Marx distingue entre el valor de uso y el valor de cambio. El valor de uso y el valor de cambio tienen un carácter dual del trabajo. El trabajo es útil porque transforma materias primas y las

técnica permite al trabajador tener más control en diferentes equipos, materias primas, etc., al aumentar la productividad por unidad de recursos utilizados.

Sin embargo, como comenta Furtado (1987), el “valor” creado por el trabajo no puede aumentar directamente sin la mediación del propio trabajo. Para mantener ese argumento es necesario reconocer que el valor de la unidad física del producto tiende a declinar en la medida en que aumenta la productividad física del trabajo como consecuencia del avance de la técnica¹²³¹. Marx distingue dos tipos de trabajo, el abstracto y el concreto, realiza una profunda investigación de la división del trabajo e invita a detenerse en el concepto de trabajo útil, así como en el metabolismo trabajo-naturaleza¹²³².

Para Marx, el sistema capitalista tiene efectos en la relación entre naturaleza y sociedad. Entiende que existe un antagonismo entre la ciudad y el campo que trastoca la alienación más básica. Como comenta Foster (2004), la tierra es “condición sine qua non del sistema capitalista” y los trabajos de Marx ya avisan de la insostenibilidad¹²³³. El capitalismo, tal y como lo entiende Marx, da pie a dos clases sociales; por un lado, los capitalistas, que eran los dueños del capital, y, por otro, el proletariado, que aportaba su trabajo. Estas clases sociales tenían intereses encontrados porque los capitalistas obtienen mayor beneficio cuanto más se produzca, y esto implica una explotación a la clase trabajadora. Los trabajadores, si obtienen más salario, reducen el beneficio. Este conflicto le inspira para elaborar su teoría de la “Lucha de Clases”¹²³⁴, que será un movimiento histórico y dialéctico que permitirá a

convierte en cosas útiles. Ver: Marx, K. (2010) [1867] *El capital. Crítica de la economía política*. Pág. 50.

¹²³¹ Por lo que el concepto de “valor” se vuelve ambiguo y su utilización producirá serios tropiezos al análisis económico del propio Marx. Ver: Furtado, C. (1987) *Teoría y política del desarrollo Económico*. Pág. 24.

¹²³² Marx señala que ha visto que “el valor de uso de toda mercancía se encierra una determinada actividad productiva, conforme a un fin, esto es, trabajo útil.” Una sociedad apunta esta diferenciada por los trabajos útiles que “se realizan independientemente unos de otros, como negocios privados de productores autónomos, se convierte en un sistema articulado, en la división social del trabajo.” Ver: Marx, K. (2010) [1867] *El capital. Crítica de la economía política*. Pág. 52.

¹²³³ Comenta que se vislumbra una “conciencia ecológica” en Marx con sus trabajos, en particular en el Capital, en el que argumenta que la historia del hombre y de la naturaleza se condicionan mutuamente. Ver: Foster, J. (2004) *La ecología de Marx: materialismo y naturaleza*. Pág. 164.

¹²³⁴ En la obra *Las luchas de clases en Francia* que escribe con Engels, incluía cuatro artículos: “La derrota de junio de 1848”, “El 13 de junio de 1849”, “Las consecuencias del 13 de junio en el continente” y “La situación actual en Inglaterra”. Sin embargo, sólo

los proletarios salir de su condición de oprimidos: no habrá clases sociales, y no habrá propiedad privada tal y como se la conoce hasta ese momento (habrá la propiedad común de los bienes de producción)¹²³⁵.

Hay que considerar otro aspecto de la obra de Marx, que es su denuncia contra la expansión del sistema capitalista a nivel mundial. En su obra *El Manifiesto del Partido Comunista* (1848) hace referencia a que los mercados mundiales tienden a la universalización de la cultura¹²³⁶. En este proceso globalizador, el capital queda presente en menos manos y por ello las crisis comerciales son producto de la superproducción¹²³⁷.

Marx fundamenta su doctrina de la lucha de clases a través de la teoría de la plusvalía. Afirma que la producción tiene carácter social, pues la única fuente creadora de valor es el trabajo aplicado en cada actividad. La apropiación del producto tiene carácter privado, ya que la fuerza de trabajo se vende como mercancía a los propietarios de los instrumentos de producción. De este modo cree haber identificado la relación de producción básica del sistema capitalista. Los que producen se ven impedidos de apropiarse el fruto completo de su trabajo, por lo que se conforman con negociar su mano de obra con quienes poseen el monopolio de los instrumentos de producción¹²³⁸.

aparecieron tres artículos. Engels introdujo adicionalmente un cuarto capítulo en el que se incluían apartados dedicados a los acontecimientos de Francia con el subtítulo de “Tercer comentario internacional”. Pero Engels tituló este capítulo “La abolición del sufragio universal en 1850”. Es de señalar que en esta obra Marx subraya que en la base de los hechos políticos están los hechos económicos. Por tanto el origen de la revolución de 1848 se encuentra en la crisis económica que sacudió Europa y que cambió las relaciones entre las clases sociales. A su vez, la recuperación económica iniciada a mediados de 1848 sería uno de los factores para el triunfo de la contrarrevolución y el nuevo dominio de la gran burguesía; la aristocracia financiera contra el proletariado. Ver: Marx, K. (1975) [1850] *Las luchas de clases en Francia*. Pág. 50.

¹²³⁵ Así que Marx la entiende como una revolución que cambiará radicalmente la sociedad. Ver: Harnecker, M. (2005) *Los conceptos elementales del materialismo histórico*. Pág. 256.

¹²³⁶ Identifica: “necesidades nuevas que ya no bastan a satisfacer, como en otro tiempo, los frutos del país, sino que reclaman para su satisfacción los productos de tierras remotas. Ya no reina aquel mercado local y nacional que se bastaba a sí mismo y donde no entraba nada de fuera; ahora, la red del comercio es universal y en ella entran, unidas por vínculos de interdependencia, todas las naciones” Ver: Marx, K. y Engels, F. (2007) [1848] *Manifiesto Comunista*. Pág. 33.

¹²³⁷ Ante una urbanización creciente, Marx comenta el sometimiento que percibe “del mismo modo que somete el campo a la ciudad, somete los pueblos bárbaros y semibárbaros a las naciones civilizadas, los pueblos campesinos a los pueblos burgueses, el Oriente al Occidente” Ver: Marx, K. y Engels, F. (2007) [1848] *Manifiesto Comunista*. Pág. 34.

¹²³⁸ De este modo las clases sociales son antagónicas, y el choque entre esos intereses encontrados constituyen el resorte que impulsa el desarrollo de las fuerzas productivas. Ver: Furtado, C. (1987) *Teoría y política del desarrollo Económico*. Págs. 24-25.

Un aspecto acerca del cual Marx se detuvo fue el tema de las crisis. Siguiendo a Gamble (1999), Marx predijo que el sistema capitalista conllevaría diversas crisis que se acentuarían progresivamente hasta que el sistema colapsara¹²³⁹. Las crisis son producto del capitalismo, de sus contradicciones, que producen un empeoramiento de la calidad de vida de los obreros. En cuanto a esto, López (2006) comenta que las crisis del mercado mundial revelan las contradicciones y los antagonismos de la producción burguesa¹²⁴⁰.

Según Aguilera (1998), el crecimiento en Marx, como en los clásicos, se basa en la acumulación de capital. Sin embargo para Marx existe una contradicción esencial en el capitalismo que caracteriza el crecimiento económico desequilibrado, porque el modo de producción ha liberado a las fuerzas productivas, es decir la técnica aplicada a la generación de riqueza material. Por eso analiza los factores de crecimiento de la riqueza¹²⁴¹.

En *El Capital* Marx afirma que *la productividad alcanzada por el trabajo*, en la que se funda *la relación capitalista*, no es un don de la naturaleza sino de la historia. La producción social “*queda ligada a las condiciones naturales*”, que desde el punto de vista económico se agrupan en *riqueza natural y riqueza de trabajo*¹²⁴². Se puede concluir, por tanto, que Marx se percató de los problemas ambientales y del agotamiento de los recursos naturales que llevaba consigo el desarrollo industrial de la época. Sin embargo, como comenta Naredo (1988), aunque Marx y Engels mostraron

¹²³⁹ El análisis marxista, comenta Gamble (1999), está más interesado en el capitalismo como una realidad existente en lugar del socialismo como una posibilidad, y por lo tanto más centrado en la resaltar la crisis capitalista. La capacidad de adaptación, resistencia, flexibilidad, creatividad, y el dinamismo del capitalismo como sistema social y político tienen prioridad en el análisis sobre su fragilidad, la vulnerabilidad y la inminente desaparición. Ver: Gamble, A. (1999) “Marxism after Communism: beyond Realism and Historicism”. *Review of International Studies*. Vol. 25. Núm. 5. Pág. 133.

¹²⁴⁰ Así comenta que hay que asumir que es una situación periódica. Ver: López, P. (2006) *Capitalismo y crisis. La visión de Karl Marx*. Págs. 185-187.

¹²⁴¹ Por lo que entiende que el crecimiento depende del excedente económico o plusvalía, así como de la técnica de producción y finalmente del proceso de inversión de la plusvalía. Con lo que se centra en la tasa de rendimiento de la plusvalía, la composición orgánica del capital y la teoría de acumulación. Ver: Aguilera, M. (1998) *Crecimiento económico y distribución del ingreso: balance teórico y evidencia empírica*. Pág. 51.

¹²⁴² Comenta que en las primeras civilizaciones la riqueza natural entendida como *medios de subsistencia*, (la fertilidad del suelo, aguas con abundancia, peces, etc.) fue decisiva para el desarrollo, pero conforme evolucionaron las sociedades, este papel lo asumió el trabajo. Ver: Marx, K. (2010) [1867] *El capital. Crítica de la economía política*. Vol. 2. Págs. 621 y 622.

una preocupación por los problemas ecológicos, no hicieron una aportación teórica conceptual¹²⁴³.

4.2.5 La Escuela Neoclásica

Entendemos que las ideas neoclásicas han estado presentes en diferentes momentos de la historia contemporánea. Aquí resaltamos tres situaciones puntuales que tienen gran importancia a través de las escuelas del pensamiento económico.

4.2.5.1 El Marginalismo

La escuela marginalista deriva de la escuela clásica. Los marginalistas introdujeron un lenguaje formalizado que llevó a la asimilación de la matemática en la economía¹²⁴⁴. Los principios fundamentales de esta escuela fueron enunciados en torno a 1870, casi simultáneamente, por tres economistas de diferente nacionalidad: Jevons en Inglaterra, León Walras en Francia y Carl Menger en Austria. Sin embargo, el precursor de este nuevo enfoque fue Hermann Heinrich Gossen (1810-1858), quien enunció la ley del crecimiento de la utilidad marginal y la ley de la igualdad de las utilidades marginales ponderadas.

Los economistas que se identifican como parte de esta escuela de pensamiento intentaron, como comenta Sanz (2006), olvidarse del fantasma estacionario ricardiano y empezar a mirar un desarrollo económico sostenido¹²⁴⁵. La aportación de la escuela marginalista, como comentan Castaño y González (2011), se da en el orden microeconómico, ya que utilizaron el análisis de la utilidad con el fin de establecer leyes generales que regulen el sistema económico. En su propuesta buscan maximizar el placer, la satisfacción o la utilidad, aunque la maximización de la utilidad

¹²⁴³ Como señala Naredo (1988), no se preguntaron cuáles han de ser las fuentes de energía para lograr su visión progresista, ni los materiales capaces de asegurar su sociedad comunista. Ver: Naredo, J. (1988) *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*. Pág. 174.

¹²⁴⁴ Algunas de las aportaciones que se le reconoce a esta escuela es el individualismo metodológico, aunque la revolución marginal consistió, como menciona Perdices (2006), en el descubrimiento del principio de la utilidad marginal pero decreciente. Ver: Perdices, L. [Coord.] (2006) *Escuelas de pensamiento económico*. Pág. 56.

¹²⁴⁵ Las aportaciones marginalistas derivan de una reacción desencadenante de la Revolución Industrial y en gran medida son un volver a los clásicos, con una visión matemática. Ver: Sanz, J. (2006) *Esquemas de historia del pensamiento económico*. Pág. 47.

estaba pensada desde el individuo que actuaba siempre de manera racional, influyendo en los mercados¹²⁴⁶. Siguiendo a Royo (2003), la escuela marginalista no se planteó, en sus desarrollos teóricos, ni la utilidad social, ni las cuestiones éticas o morales¹²⁴⁷.

La mayoría de los autores marginalistas tenían una importante formación matemática y buscaban dotar a la economía de un alto grado de precisión científica. También recibieron la influencia de conceptos darwinistas y newtonianos. Pero su característica principal, como comenta Encinas (2013), es la utilidad marginal decreciente¹²⁴⁸.

Stanley William Jevons (1835-1882) es considerado como el iniciador del pensamiento neoconservador¹²⁴⁹ y, como la mayoría de los economistas neoclásicos, aspira a que la ciencia económica se asemeje a las ciencias exactas¹²⁵⁰, para elaborar leyes generales que permitan anticipar el comportamiento del mercado¹²⁵¹. Desde muy temprano Jevons tuvo gran interés en las fluctuaciones comerciales y creía que las fluctuaciones periódicas de la actividad solar influenciaban directamente a la economía.

¹²⁴⁶ Se supone que cada individuo decide en la economía de mercado, conforme a los precios de los bienes de consumo. Es decir la interacción individual fija las posiciones del mercado. Ver: Castaño, R. y González, H. (2011) *Ideas económicas mínimas*. Pág. 98.

¹²⁴⁷ Consideran, como comenta Guillén Royo (2003), que los bienes generan bienestar y que éste puede medirse y agregarse a partir de funciones de utilidad cardinal para obtener un valor concreto. Ver: Guillén Royo, M. (2003) “Hacia una revisión crítica del análisis neoclásico del consumo: una alternativa basada en las necesidades”. *Revista de Economía Crítica*. Vol. 1. Pág. 99.

¹²⁴⁸ Se entiende, por utilidad marginal, la satisfacción adicional provocada por el consumo de una unidad adicional de mercancía. Ver: Encinas, C. (2013) *Principios de Economía Política*. Pág. 83.

¹²⁴⁹ Un neoconservador, nos recuerda Borgucci (2005), sigue los planteamientos neoclásicos de la economía que, hoy en día, están representados por la oferta, el monetarismo, la macroeconomía clásica y la nueva hacienda conservadora. Ver: Borgucci, E. (2006) “William Stanley Jevons: precursor del pensamiento económico neoconservador”. *Telos*. Vol. 8. Pág. 15.

¹²⁵⁰ En su *Teoría política económica*, señala la importancia de las matemáticas. Dice textualmente “para que sea ciencia económica debe de haber ciencia matemática”, y apunta que debe ser así al ser una ciencia cuantitativa. Ver: Jevons, S. [1871 (1965)] *The theory of political economy*. Pág. 3.

¹²⁵¹ Hay diversas características, como comenta Reiss (2000), que no pueden ser recogidas por las matemáticas, como son: el color, la intensidad, las sensaciones, las pasiones, los gustos, las creencias e ideologías. Por lo anterior entendemos que las ciencias exactas tienen sus límites al hablar de satisfacción de necesidades. Ver: Reiss, J. (2000) “Mathematics in economics: Schmoller, Menger and Jevons”. *Journal of Economic Studies*. Vol. 27. Pág. 484.

Méndez (2004) sostiene que esta idea le permitió esbozar los ciclos económicos¹²⁵².

Siguiendo a Reiss (2000), se puede ver en Jevons una influencia de Jeremy Bentham cuando entiende la economía bajo la dualidad de la relación de “placer y dolor”. Sin embargo, Jevons cree que los principios morales se escapan del objeto de la economía, que busca maximizar la utilidad entendida como satisfacción o como placer¹²⁵³. Este razonamiento le llevó, como comenta Martínez-Echevarría (1983), a concluir que el valor depende enteramente de la utilidad, entendida esta última como expresión de la satisfacción recibida¹²⁵⁴. Por eso Jevons, al igual que Menger, utiliza el concepto de *utilidad marginal* en vez del de *utilidad general* para dar respuesta el problema del valor y el precio. Sin embargo, fueron los economistas posteriores los que consolidaron la teoría¹²⁵⁵.

Jevons entendía que para determinar el precio en el mercado se requería de “*un acto de intercambio*” en el que los últimos incrementos deben tener la misma relación que las cantidades totales intercambiadas¹²⁵⁶. Es decir, un individuo estará dispuesto a gastar sus ingresos en la medida que el gasto adicional se iguale al beneficio que obtiene en la compra. Por lo que el consumo del individuo aumentará en la medida en que el precio de la unidad adicional comprada se iguale a su utilidad marginal. A partir de las leyes de utilidad se desprende la teoría del intercambio, que, como comenta Sanz (2006), establece “*la relación de intercambio entre dos mercancías cualesquiera será el recíproco de la relación entre los grados finales de utilidad de las cantidades de mercancía disponible para el consumo, después de completado el intercambio*”¹²⁵⁷. Aunque, para que esto se produzca, se requiere que la otra persona también se beneficie. Así que el

¹²⁵² Utilizando series históricas de fluctuaciones en los precios de los cereales, se dio cuenta de que estaban relacionados con los ciclos solares. Ver: Méndez, F. (2004) *Marginalistas y Neoclásicos*. Pág. 160.

¹²⁵³ Así Reiss (2000), cree que Jevons no suaviza el término placer para elaborar la teoría de utilidad y señala que jerarquiza el poder y la autoridad a los sentimientos. Ver: Reiss, J. (2000). *Mathematics in economics: Schmoller, Menger and Jevons*. Pág. 485.

¹²⁵⁴ Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 139.

¹²⁵⁵ La teoría sirvió, como comentan Gamble y Walton (1997), como un instrumento contra el socialismo, como defensa del orden liberal. Ver: Gamble, A. y Walton, P. (1997) *El Capitalismo en Crisis: La inflación y el Estado*. Págs. 59-60.

¹²⁵⁶ Señala que el bien, ya sea una cosa o un objeto, puede intercambiarse con el valor intrínseco que posee por uno o más bienes. Ver: Jevons, S. (1965) [1871] *The theory of political economy*. Pág. 77.

¹²⁵⁷ La teoría de intercambio se expresa matemáticamente como la sustitución de bienes expresados de forma marginal; es decir, la cantidad incremental de cada bien es resultado de la relación inversa entre sus precios. Ver: Sanz, J. (2006) *Esquemas de historia del pensamiento económico*. Pág. 158.

intercambio tendrá lugar cuando se equilibre la utilidad que ambas partes persiguen.

Marie Esprit León Walras (1834-1910), autor francés clave de la escuela marginalista, es considerado por muchos fundador de la economía matemática porque fue el primero en analizar y describir cómo, para diversas mercancías, los precios se pueden determinar por las interacciones entre los mercados. Expresó matemáticamente el equilibrio general de la competencia perfecta. Sin embargo, su preocupación principal fue solucionar el problema de la distribución de la riqueza, y la economía política es un paso previo necesario en el camino de la economía social. Como comenta Schumpeter (1971), su preocupación social es típica de la clase media francesa de la época. Su obra en artículos e informes coincide con su trabajo como profesor en Lausana¹²⁵⁸. En Walras la riqueza social se puede definir como el conjunto de cosas, tanto materiales como inmateriales, que son escasas, es decir, que son limitadas en cantidad. Walras apunta: “*la teoría económica pura, es también la teoría de la riqueza social*”¹²⁵⁹.

Siguiendo a Martínez-Echevarría (1983), una de las preocupaciones de Walras estaba enfocada en que sus teorías tuvieran validez universal y no se limitasen en un período concreto de una época. Por ello su teoría de equilibrio general¹²⁶⁰ entiende la economía como un “*sistema de elementos interdependientes que se articulan entre sí*”¹²⁶¹. Formuló un sistema de ecuaciones en las que se integran las principales relaciones económicas. Para “solucionar” ese sistema de ecuaciones agregadas introdujo su famoso

¹²⁵⁸ Shumpeter considera que en su tiempo no tuvo el éxito esperado, aunque era consciente de ello, ya que en una carta a un amigo Walras, comentó: “*si uno quiere una cosecha pronta, tiene que plantar zanahorias y lechugas; y si uno aspira a plantar encinas, ha de ser capaz de decirse a sí mismo: mis nietos me deben esta sombra.*” Ver: Shumpeter, J. (1971) *Historia del análisis económico*. Pág. 908.

¹²⁵⁹ Walras comenta que entre las cosas que componen la riqueza social, se diferencian los *bienes de capital* y los *bienes duraderos* que pueden utilizarse más de una vez, y los *bienes fungibles* o bienes de renta, que se utilizan una vez. Ver: Walras, L. [1900 (1996)] *El equilibrio general*. Pág. 21.

¹²⁶⁰ Walras suponía, como comenta Orfila (2007), que todos los mercados en los cuales un bien se demanda y se ofrece funciona en competencia perfecta. Esos mercados tienen un horario de apertura y de cierre durante el cual se efectúan las transacciones de compra y de venta del producto. Para dirigir esas operaciones había un “árbitro” o “subastador” que anunciaba los precios y cantidades en viva voz para información de productores y compradores. Ver: Orfila, M. (2007) “El modelo de equilibrio general de León Walras”. *Revista Contribuciones a la Economía*.

¹²⁶¹ Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 183.

tantonnement,¹²⁶² “tanteo” o prueba y error¹²⁶³. Este sistema, como comenta Monsalve (2010), fue producto de la inspiración en la observación de los mercados de bolsa y, particularmente, de la *Bourse de Paris*, en la que no se realizan transacciones fuera del equilibrio¹²⁶⁴. Este equilibrio identifica cuatro agentes: terratenientes, capitalistas, empresarios y trabajadores, que interactúan a su vez en cuatro estadios: la teoría del intercambio, la teoría de la producción, la teoría de la formación de capital y la teoría monetaria. Es decir, Walras busca representar las interconexiones de todos los mercados de factores y de productos en una economía¹²⁶⁵. La novedad de la propuesta del equilibrio walrasiano, comentan Eckelund y Hébert (1992), es algo confusa; sin embargo es propio de un pionero: subraya el sistema de maximización de la utilidad del individuo, dada todas las mercancías que consume, así como la restricción presupuestaria¹²⁶⁶.

Por su parte, Cataño (2004) señala que en la teoría walrasiana es palpable un “individualismo metodológico” que entiende que las instituciones (o leyes) no participan en la constitución y regulación de los individuos. Porque para Walras las cosas y los agentes no influyen en la realidad social de los individuos, excepto la información relativa a los bienes presentes y

¹²⁶² El sistema de *tantonnement* ha producido diversas críticas a lo largo de la historia. Era una representación de cómo se ajustan los mercados. Parte, como comenta Segura (2005), de una resolución matemática de las ecuaciones de equilibrio y la forma práctica en que el mercado alcanza el equilibrio: era una solución teórica y empírica. Sin embargo, en su aplicación, no siempre ha sido bien acogida. Ver: Segura, J. (2005) “Una larga polémica: el *tantonnement* walrasiano”. *Investigaciones de Historia Económica*. Núm. 2. Págs. 99-100.

¹²⁶³ Walras concibió el *tantonnement* como un mecanismo de mercado que permite que funcionen las ecuaciones de equilibrio de intercambio. Mediante este mecanismo, logra formular su ley de establecimiento de precios de equilibrio en el caso de varias mercancías: “es necesario que la demanda efectiva de cada mercancía sea igual a su oferta efectiva. Cuando esta igualdad no se cumple es preciso, para alcanzar los precios de equilibrio, una alza en el precio de las mercancías, cuya demanda efectiva es mayor a la oferta efectiva y una reducción de aquellas cuya oferta efectiva es mayor a la demanda efectiva”. Ver: Walras, L. (1996) [1900] *El equilibrio general*. Pág. 59.

¹²⁶⁴ Como señala Monsalve (2010), parece que Walras confunde el equilibrio con el problema de estabilidad. Comenta que el problema de la existencia del equilibrio y su unicidad, Walras lo intenta resolver con el argumento de que si su sistema contenía exactamente el mismo número de ecuaciones que de incógnitas, no tendría por qué dejar de haber soluciones. Ver: Monsalve, S. (2010) “A cien años de la muerte de León Walras I: Sobre su obra original”. *Cuadernos de Economía*. Págs. 287-319.

¹²⁶⁵ Ver: Monsalve, S. (2010) “A cien años de la muerte de León Walras I: Sobre su obra original”. *Cuadernos de Economía*. Págs. 287-319.

¹²⁶⁶ A partir de estas elecciones se pueden deducir las funciones de demanda y oferta del individuo. Por lo que se utiliza una “cesta de bienes” y se desarrolla el concepto de tasa marginal de sustitución. Walras utiliza indistintamente utilidad, felicidad y bienestar, así como la *rareté* que es la utilidad marginal. Ver: Eckelund, R. y Hébert R. (1992) *Historia de la Teoría Económica y de su Método*. Págs. 456-461.

futuros¹²⁶⁷. En cuanto a los mercados, Walras entiende que existen dos tipos: por un lado el mercado de servicios, en el que los trabajadores y empresarios se comportan como compradores y vendedores de servicios, y por otro, el mercado de bienes o productos¹²⁶⁸.

Carl Menger (1840-1921) es considerado el padre de la escuela austriaca. Es el iniciador del marginalismo austriaco que, como nos recuerda Martínez Echeverría (1983), intentó llegar a una teoría económica exacta, bien fundada, con precisión lógica no sólo en los fundamentos, sino también en el proceso deductivo. Con el método abstracto, Menger busca poner freno al método historicista y esto le lleva a entender el *valor* económico de forma subjetiva¹²⁶⁹. Para él, las condiciones y las circunstancias determinan la medida de valor. Así que introdujo el concepto de *utilidad marginal* aplicándolo a la formación de valor, pero también a los bienes de consumo y a los factores de producción¹²⁷⁰.

Para Menger, la economía investiga la esencia del valor, las rentas, el beneficio, la división del trabajo, etc. Comienza el estudio de la teoría de valor, como comentan Eckelund y Hebert (1992), con una discusión extensa y sistemática en la que distinguía los bienes de las cosas útiles¹²⁷¹. Entendía

¹²⁶⁷ Las hipótesis básicas del modelo son las siguientes: un número dado de consumidores y productores que aplican el principio de conducta de la racionalidad maximizadora; información perfecta, dada y accesible a todos; unicidad del precio de los bienes en la información para la toma de decisiones; sistema completo de mercados presentes, futuros y contingentes; las condiciones de competencia perfecta; un “subastador de precios” que realiza varias tareas que escapan a los individuos, como son anunciar los precios, agregar las ofertas y demandas, cambiar los precios de acuerdo con las decisiones de los individuos, y anunciar la existencia eventual del equilibrio y por último, la existencia de un sistema de pagos que representa un sistema centralizado de compensación de cuentas para cancelar las deudas y acreencias entre los individuos. Ver: Cataño, J. (2004) “La teoría neoclásica del equilibrio general. Apuntes críticos”. *Cuadernos de Economía*. Vol. 23. Págs. 175-204.

¹²⁶⁸ Como comenta Méndez (2004), ambos mercados se encuentran interrelacionados con el dinero. Ver: Méndez, F. (2004) *Marginalistas y Neoclásicos*. Pág. 212.

¹²⁶⁹ Mediante el principio de *equimarginalidad* (según el cual el consumidor únicamente maximizará su utilidad cuando la utilidad marginal de todos los bienes por unidad marginal de gasto sea idéntica. Es decir, el consumidor debe conseguir que la utilidad de la última unidad monetaria empleada en el consumo de un bien sea la misma que en el consumo de otro. Si no fuera así, consumiendo más de un bien y menos de otro, incrementaría su utilidad). Explica el proceso subjetivo de valoración económica de los distintos bienes. Ver: Perdiges de Blas, L. (2008) [Coord.] *Diccionario de Historia del Pensamiento Económico: Economistas, escuelas y corrientes del pensamiento económico*. Pág. 84.

¹²⁷⁰ Puso énfasis en la relación de los bienes y en que esta relación modifica su utilidad. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 142.

¹²⁷¹ Para Menger una cosa se convierte en bien, o dicho de otra forma, alcanza la cualidad de bien, cuando se cumple “1) Una necesidad humana. 2) La cosa tenga la capacidad de

que las personas, con el fin de obtener la mayor satisfacción posible, disponían de diferentes bienes¹²⁷². Define a los *bienes económicos* como aquellos de los que “*la necesidad de un bien es mayor que la cantidad disponible*”¹²⁷³, mientras que con los *bienes no económicos* ocurre lo contrario –agua, aire, etc. – es decir, que la oferta supera las necesidades. Aborda el tema de las necesidades humanas y cómo estas influyen en la teoría del valor¹²⁷⁴. Señala: “*fenómeno vital que llamamos valor de los bienes brota de la misma fuente que el carácter económico de estos últimos, es decir, de la relación entre necesidad y masa de bienes disponible*”. Esto permite que se pueda disponer de cada cantidad parcial concreta de bienes que influye en nuestro bienestar¹²⁷⁵. De este modo, Menger recuerda el dilema del agua y los diamantes que Adam Smith planteara y señala que ambos poseen utilidad, pero que la diferencia radica en la demanda que hay de ellos, así como de la valoración subjetiva entre uso y necesidad¹²⁷⁶.

Las necesidades, así como sus satisfacciones, señala Spiegel (2001), tienen distinta importancia; tanto las de diferentes clases como las de la misma necesidad¹²⁷⁷. Por ello Menger diseñó un esquema geométrico, una tabla con diferentes escalas, en la que las necesidades vitales van descendiendo hasta necesidades de menor importancia, hasta que se alcanza la saturación¹²⁷⁸.

mantener una relación causal con la satisfacción de dicha necesidad. 3) Conocimiento, de esta relación causal. 4) Poder de disposición sobre la cosa, de tal modo que pueda ser utilizada de hecho para satisfacer la necesidad.” Sólo cuando confluyen estas cuatro premisas, comenta, puede convertirse en bien. Ver: Menger, C. (1997) [1934] *Principios de economía política*. Pág. 104.

¹²⁷² Por lo que Menger, como comentan Ekelund y Hebert (1992), también distinguía los bienes según su orden (primer orden, capaces de satisfacer por si solos la necesidad y de orden superior, que satisfacen indirectamente). Ver: Ekelund, R. y Hébert R. (1992) *Historia de la Teoría Económica y de su Método*. Pág. 342.

¹²⁷³ Ver: Menger, C. (1997) [1934] *Principios de economía política*. Pág. 149.

¹²⁷⁴ Para un análisis más amplio sobre la Teoría Austríaca del Valor, se puede consultar, entre otros, a: Wieser, F. (1891) “The Austrian school and the theory of value”. *The Economic Journal*, así como: Macvane, S. (1893) “The Austrian Theory of Value”. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, además: Sweezy, A. (1934) “The interpretation of subjective value theory in the writings of the Austrian Economists”. *Review of Economics Studies*, y Brems, H. (1962) “The Austrian Theory of Value and Classical One”. *Zeitschrift für Nationalökonomie*.

¹²⁷⁵ Ver: Menger, C. (1997) [1934] *Principios de economía política*. Pág. 173.

¹²⁷⁶ Por lo que, como señalan Ekelund y Hebert (1992), el valor de uso presupone escasez, aunque los bienes no económicos pueden poseer utilidad ya que tienen la capacidad de satisfacer algunas necesidades humanas; sólo los bienes económicos poseen valor de uso. Ver: Ekelund, R. y Hébert R. (1992) *Historia de la Teoría Económica y de su Método*. Pág. 343.

¹²⁷⁷ Ver: Spiegel, H. (2001) *El desarrollo del pensamiento económico*. Pág. 621.

¹²⁷⁸ Asignó, para cada uno de los actos con que se satisface una necesidad, un valor numérico, decreciente a medida que dicha necesidad se va ya satisfaciendo. Por lo que: “*para cada una de las necesidades de cuya satisfacción depende hasta cierto punto nuestra*”

Este intento de Menger de construir una economía partiendo del ser humano como actor activo y protagonista de todos los procesos sociales, como comentan Faiña y Salcines (1998), es su idea más original¹²⁷⁹.

Menger, así como Wieser y Böhm-Bawerk, sus discípulos, se hallan entre los primeros autores que analizaron la distribución de la riqueza utilizando la teoría del valor como base. Se especializaron en los principios que gobiernan los procesos productivos¹²⁸⁰.

4.2.5.2 Revisión del pensamiento clásico

Las teorías marginalistas llevaron a Alfred Marshall (1842- 1924) a sintetizar y adecuar las teorías económicas clásicas a los nuevos acontecimientos. Quizá por ello es considerado, por diversos autores, como un autor marginalista. Sin embargo, destaca su hondura y su vuelta a los clásicos. Por ello, comentan Ekelund y Hebert (1992), junto con Walras es fundador del análisis neoclásico. Entre sus obras destacan *Industria y Economía* (1879), *Principios de Economía* (1890), e *Industria y comercio* (1919), con diversas reimpresiones. Su trabajo fue muy meticuloso¹²⁸¹. Marshall, a pesar de que era un apasionado de las matemáticas, limitó su uso porque ante todo estaba interesado en comunicarse fácilmente y tuvo serias dudas sobre la verdadera utilidad de las matemáticas para cubrir ese objetivo. Recomendó que se hiciera economía sobre una base histórica y estadística. Es decir, lo fundamental era que las matemáticas y la estadística no se alejaran de la realidad. Los principales conceptos analíticos de

vida, un valor que está en relación decreciente con el grado de plenitud de la satisfacción conseguida y del bienestar inherente a dicha satisfacción.” Ver: Menger, C. (1997) [1934] *Principios de economía política*. Pág. 184.

¹²⁷⁹ Ver: Faiña, A. y Salcines, V. (1998) “La meta-ordenación de preferencias como un sistema procedimental economizador: la aportación de Carl Menger”. Tólos. Pág. 128.

¹²⁸⁰ Es de señalar, como menciona Martínez-Echevarría (1983), que la teoría de interés de Böhm-Bawerk combina aspectos psicológicos y reales. Así entiende que los individuos prefieren los bienes presentes a los futuros a través del pago de intereses, y es por excelencia una refutación del sistema socialista y un elemento fundamental para comprender lo que es el sistema capitalista. Por su parte, según Wieser, su gran aportación es el principio de coste alternativo, o de coste de oportunidad en la que el valor así deducido representa un coste de oportunidad en todas las industrias y los valores de los factores y de los productos quedan determinados en todo el sistema. De esta forma no desarrolla los determinantes de la oferta y la demanda sino que el determinante del valor es la utilidad marginal. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Págs. 170-175.

¹²⁸¹ Ver: Ekelund, R. y Hébert R. (1992) *Historia de la Teoría Económica y de su Método*. Pág. 397.

Marshall, así como sus contribuciones, han sido ampliamente discutidos y reinterpretados¹²⁸².

Según Martínez-Echevarría (1983), Marshall entendía que las leyes no son inmutables ni eternas. Se interesó por el estudio de las pequeñas e innumerables variaciones económicas que constituyen la actividad económica¹²⁸³. En cuanto al crecimiento de la riqueza, Marshall entendía que en gran parte de la historia se podía constatar cuándo las diversas civilizaciones progresaban, desde la acumulación de piedras preciosas hacia la riqueza social, que se palpaba en edificios públicos, religiosos y monárquicos. Pero son los avances tecnológicos, de las máquinas, lo que le da importancia a las sociedades industrializadas, así que los factores que aminoran el esfuerzo humano “*generan nuevas necesidades y nuevos y más costosos medios para satisfacerlas*”. Marshall señala que, aunque el progreso por momentos ha sido lento, no “*hay motivo para creer que hay un estado estacionario*” en el cual no haya nuevas necesidades que satisfacer¹²⁸⁴.

Marshall consideraba que la inestabilidad económica podía ser explicada a través de las expectativas empresariales que se generan al buscar el beneficio. No obstante, que la libre competencia perturbara la concentración industrial, como comenta Finch (2000), era uno de los temores de Marshall, pues los monopolios resultantes tendrían muy pocos incentivos para innovar y mejorar los procesos productivos¹²⁸⁵.

En cuanto a que las empresas tuvieran un comportamiento monopolístico, es decir, con rendimientos crecientes, Marshall planteó dos posibles escenarios, como señala Martínez-Echevarría (1983). Por un lado están las economías

¹²⁸² Marshall echa mano del método de abstracción para separar una variable o un sector de la economía. Ello no implica, necesariamente, que la economía permanezca sin cambio. Al revés, Walras ya había aportado la idea de que las variables y mercados se encuentran interconectados entre sí. Sin embargo, Marshall indica que ante una perturbación externa, un mercado, o un sector, se ajusta por sí mismo, sin producir efecto alguno. Así que lo llamo *ceteris paribus* para indicar que todo continúa igual. Ver: Méndez, F. (2004) *Marginalistas y Neoclásicos. Historia del pensamiento económico*. Pág. 259.

¹²⁸³ Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 148

¹²⁸⁴ Ver: Marshall, A. (1957) [1890] *Principios de economía*. Págs. 187-188.

¹²⁸⁵ A veces, Marshall está analizando un organismo de la industria en el mercado que comprende subsistemas altamente interdependientes, pero en otras ocasiones hay referencias claras a la selección natural darwiniana. Procesos de selección que Finch (2000), mediante un enfoque centrado en la industria, analiza en la explicación *marshalliana* de los grupos de la industria, desde conceptos conductuales hasta explicaciones evolutivas, las rutinas que proporciona estabilidad y la herencia. Ver: Finch, J. (2000) “Is post-Marshallian economics an evolutionary research tradition?”. *European Journal of the History of Economic Thought*. Vol. 7. Pág. 399.

externas o efectos externos que incluyen todo tipo de mejoras de la infraestructura socioeconómica, como las carreteras, puertos, puentes, etc. Este tipo de mejoras son externas a la empresa y proceden de la sociedad. Por otro lado, están las economías internas, que incluyen todo tipo de alteraciones en las relaciones insumo-producto, mejoras tecnológicas del proceso productivo, mejoras organizativas, etc. Se generan dentro de cada empresa y alteran las posiciones de la competencia¹²⁸⁶.

Marshall observó que la reducción de los costes en las empresas se realizaba por factores ajenos a sus decisiones, tales como la expansión de los mercados. Por lo que, como comenta Bifani (1999), en este contexto el estudio de las externalidades generó un intenso debate en torno a la actuación de las políticas públicas. Es decir: si se debe impulsar las externalidades positivas o evitar las negativas¹²⁸⁷.

En cuanto a los periodos del mercado, Marshall entiende que hay un corto y largo plazo. Eso es un factor determinante para la comprensión de su método, ya que la relación entre los cambios de la demanda y las condiciones de producción causa diferentes efectos en la producción; es decir, sus efectos varían a corto y a largo plazo. Así, a corto plazo, ante una variación de la demanda existen rigideces en la respuesta de la oferta (algunos factores son fijos). A largo plazo, por el contrario, desaparecen las rigideces¹²⁸⁸.

Para Marshall, en el mercado el precio de equilibrio se establece a partir de una demanda –que tiene su base en la utilidad– y una oferta –que tiene su base en los costes. Por eso al producirse el intercambio los precios son muy variables. Esto le llevó a explicar que era causa de la elasticidad, siempre que existiera competencia, es decir que no hubiera perturbaciones monopólicas¹²⁸⁹.

¹²⁸⁶ Ver: Martínez-Echevarría, M (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 158.

¹²⁸⁷ Ver: Bifani, P. (1999) *Medio Ambiente y desarrollo sostenible*. Págs. 61-64.

¹²⁸⁸ Esto se puede entender, siguiendo a Ekelund y Hebert (1992), mediante el ejemplo del mercado del pescado. Marshall considera tres circunstancias. Primero, cambios muy rápidos que producen fluctuaciones en el precio (como las irregularidades en clima). Segundo, cambios de duración moderada, como aumento de la demanda de pescado (causado por epidemia en el ganado). Finalmente, durante toda una generación la demanda se modificará por la variación de gustos. Ver: Ekelund, R. y Hébert R. (1992) *Historia de la Teoría Económica y de su Método*. Págs. 401 y 402.

¹²⁸⁹ Pigou (1973), agrupa las reglas sobre la elasticidad de la demanda que Marshall propuso que son: 1) Primera ley de Marshall: La demanda de un bien será más elástica cuanto más fácil pueda sustituirse por otro bien. 2) Segunda ley de Marshall: La demanda de un bien, será tanto más elástica cuanto más elástica sea la demanda de cualquier otro bien que

Igual que otros autores, Marshall entiende que el individuo busca satisfacer nuevas necesidades y para ello desarrolla nuevos medios. Estos cambios cualitativos, comenta Bifani (1999), que se producen en la sociedad, son los que impedirán que se gesticione un “Estado Estacionario”¹²⁹⁰.

Siguiendo a Aspers (2010), entendemos que Marshall desarrolla una teoría de clases que es estructural pero tiene un principio diferente del marxista y de las teorías neo-weberianas, que subrayan la propiedad en el mercado laboral. Por tanto, la teoría de clases de Marshall se centra en los efectos sobre el hombre por su trabajo. Marshall clasifica la sociedad, o más exactamente, a sus miembros, desde una perspectiva en la que las capacidades del individuo que le permiten desarrollar habilidades son las que le permiten ascender en la estructura social¹²⁹¹.

4.2.5.3 La escuela económica de Lausana

La Escuela de Lausana se constituyó mediante los trabajos de economistas neoclásicos que siguieron los trabajos de León Walras y su propuesta de equilibrio general. La escuela toma su nombre de la Universidad de Lausana, en la que Walras fue profesor de 1870 hasta 1892. Pero normalmente, al hablar de esta escuela, se hace referencia a Vilfredo Pareto (1848-1923), quien promovió la utilización de las curvas de indiferencia.

Pareto escribió diversas obras de economía y algunos panfletos antigubernamentales –por la llegada de Mussolini al poder, en la que critica, tanto el intervencionismo como la falta de democracia. En la primera etapa de su desarrollo intelectual fue continuador de los trabajos neoclásicos de Walras. Estaba convencido, como recuerda Martínez-Echevarría (1983), de que era necesario elaborar una teoría sólida en la que se tuvieran en cuenta todas las interacciones que se producen en la economía real¹²⁹².

contribuya a producir. 3) Tercera ley de Marshall: La demanda de un bien será menos elástica cuanto menos influya el coste de este mismo bien en el coste total de otro producto. 4) Cuarta ley de Marshall: La demanda de un bien será más elástica cuanto más elástica sea la oferta de los agentes de producción. Ver: Pigou, A. (1973) *La economía del bienestar*. Págs. 682- 685.

¹²⁹⁰ Ver: Bifani, P. (1999) *Medio Ambiente y desarrollo sostenible*. Pág. 65.

¹²⁹¹ En consecuencia, no reduce la clase social y su movilidad a una cuestión de recursos materiales. Pero si entiende que la propiedad es una dimensión que importa, no es una causa en sí, como lo es en muchas teorías de clase que carecen de una base explicativa. Ver: Aspers, P. (2010) “Alfred Marshall and the Concept of Class”. *American Journal of Economics & Sociology*. Vol. 69. Pág. 162.

¹²⁹² Se da cuenta de que las limitaciones del análisis *walrasiano* proceden del concepto de utilidad, así que sugiere el término “ofelinidad” es decir la capacidad que tienen los bienes

Pareto desarrolló su concepción de desigualdad¹²⁹³ de las rentas en dos obras: en el Tomo II del *Cours d'Économie Politique*, así como en el *Manuale di Economia politica*. En estos trabajos propone un criterio general para medir la desigualdad de las rentas, y habla de “*disminución de la desigualdad de las rentas*”¹²⁹⁴ al comparar dos distribuciones de rentas. Al realizar esta comparación, observó que las curvas que representaban esas distribuciones tenían un corte, en un punto de la renta, por lo que la renta mínima hasta ese punto la desigualdad disminuía, y desde el punto de corte hasta la renta máxima, la desigualdad aumentaba¹²⁹⁵. Estudia las consecuencias derivadas de la aplicación de su criterio de desigualdad.

Para valorar en conjunto la obra de Pareto, nos acogemos a la síntesis que hizo Schumpeter (1971), en la que señala que su influencia internacional se puede resumir en la llamada “ley de Pareto” sobre la distribución de la renta, con especial referencia a su teoría del valor, que perfeccionó respecto a la de los marginalistas Jevons y Walras¹²⁹⁶. En esta relación con los marginalistas destacamos, además de la sustitución del concepto de “utilidad”, la teoría del equilibrio estático en el mercado de bienes, que permite determinar simultáneamente las cantidades y los precios de todos los bienes intercambiados en el mercado. Además de su contribución a la “Nueva Economía del Bienestar”¹²⁹⁷, Pareto ensalzó los beneficios de la

económicos de satisfacer necesidades humanas. La *ofelimity elemental*, o utilidad marginal, no podía depender sólo de las cantidades de un bien, sino de las relaciones de sustituciones y complementariedad de los bienes disponibles. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 191.

¹²⁹³ El problema de la desigualdad, consecuencia de las revoluciones, tiene una explicación en Pareto que se fundamenta en Teorías Naturalistas. Señala que la sociedad humana no es homogénea, que los hombres son distintos física, moral e intelectualmente, y que una de las características de las sociedades modernas como consecuencia de la lucha jerárquica, es que se produce una intensa vinculación entre las diversas clases. Ya que al maximizar el *ophelimity*, cada individuo, indirectamente y sin proponérselo, modifica la posición de los demás. Es decir la propiedad de equilibrio. Ver: Pareto, V. (1945) [1906] *Manual de economía política*. Pág. 267

¹²⁹⁴ La expresión, como señalan Basulto, Busto y Sánchez (2011), creó confusión, así que la modificó a “*disminución de la desigualdad de la proporción de las rentas*” Ver: Basulto, J.; Busto, J. y Sánchez R. (2011) en *Historia de la probabilidad y la estadística*. Capítulo IV. *El concepto de desigualdad en Vilfredo Pareto*. Pág. 47.

¹²⁹⁵ Ese punto de corte era una renta muy alta, y la proporción de individuos con una renta menor que la renta de corte, era mayor al 90% de la población considerada. Por ello concluye que es un comportamiento válido para casi todo el rango de las rentas. Ver: Pareto, V. (1945) [1906] *Manual de economía política*. Págs.121-159

¹²⁹⁶ Ver: Schumpeter, J. (1971) *Historia del análisis económico*. Pág. 939.

¹²⁹⁷ Schumpeter (1949) comenta que Pareto puede ser el inspirador de la teoría del Bienestar; sus aportaciones pueden entenderse como humanitarismo político. Ver:

competencia perfecta y sus trabajos contribuyeron al desarrollo del principio de compensación.

Según Spiegel (2001), Pareto demostró interés por detalles empíricos; esto queda demostrado con la numerosa utilización de ejemplos históricos y estadísticos. Mediante este tipo de análisis, llega a la conclusión de que la distribución de la renta se conforma a un modelo invariable. Para demostrarlo, realizó una representación gráfica de la que se desprende que la única manera de aumentar las rentas de los individuos es aumentando la renta de toda la sociedad¹²⁹⁸.

Pareto le dedica un capítulo al análisis de la población, en el que parte de una heterogeneidad social en la que “*las desigualdades propias del ser humano corresponden a desigualdades económicas y sociales*”¹²⁹⁹. Señala que desde los tiempos más antiguos hasta los más modernos siempre está presente una “*colectividad jerárquica*”¹³⁰⁰. En cuanto a la producción de los capitales personales, comenta que el aumento de la riqueza no sigue un patrón estable: hay períodos de grandes aumentos y otros de estancamiento e incluso decrecimiento¹³⁰¹. Por último, en sus *Escritos Sociológicos* Pareto desarrolla ideas en torno a la desigualdad¹³⁰². Entiende al hombre en un proceso de adaptación en torno a la sociedad, a fin de sobrevivir. Para él, en toda sociedad están presentes diversos sentimientos de simpatía entre las personas que permiten la conexión con unidades sociales. Utiliza el *determinismo científico* para explicar los hechos sociales¹³⁰³.

Schumpeter, J. (1949) “Vilfredo Pareto (1848-1923)”. *The Quarterly Journal of Economics*. Págs. 147-173.

¹²⁹⁸ Los trabajos de Pareto pueden ser considerados, como comenta Spiegel (2001), como precursores de los estudios empíricos cuantitativos que dominaron la economía política del siglo XX. Ver: Spiegel, H. (2001) *El desarrollo del pensamiento económico*. Pág. 652.

¹²⁹⁹ Ver: Pareto, V. (1945) [1906] *Manual de economía política*. Pág. 287.

¹³⁰⁰ Sin embargo, señala que aunque esta jerarquía está marcada por las rentas económicas en el caso de que la constitución social llegara a cambiar y *el colectivismo substituyera a la propiedad privada*. Seguiría habiendo jerarquías, aunque estas no sean marcadas por el dinero. Ver: Pareto, V. (1945) [1906] *Manual de economía política*. Pág. 293.

¹³⁰¹ Señala: “*el crecimiento de la población depende de la fuerza generadora y de los obstáculos que pueda encontrar*”. Por lo que apunta que la falta de subsistencia puede ser un obstáculo al aumento de la población, pero actúa de manera distinta en diferentes capas sociales. Además comenta que existen dos tipos de obstáculos: los preventivos (que actúan antes del nacimiento) y los represivos (después del nacimiento). Ver: Pareto, V. (1945) [1906] *Manual de economía política*. Págs. 309-326.

¹³⁰² Sus ideas de élites frente a la de las clases sociales le da mayor peso a la riqueza, al bienestar, o a los honores, en la formación del equilibrio social. Así los actores, lejos de querer agruparse en clases que permitan dinamizar la sociedad, persiguen de forma individual, metas de enriquecimiento, es decir, la elevación del status.

¹³⁰³ En sus *Principios generales de la organización social*, la objetividad es el único juez que admite la ciencia. Su campo es muy pequeño y no admite que se le invada. La ciencia

4.2.6 Proyección de la economía

4.2.6.1 En busca del pleno empleo

El impulsor de esta teoría es John Maynard Keynes (1883-1946) el economista más influyente en la política fiscal moderna (impuestos y gastos del gobierno). Su gran idea radica en entender que el sistema capitalista no tiende al pleno empleo ni al equilibrio de los factores productivos, sino hacia un equilibrio que sólo de forma accidental coincidirá con el pleno empleo. Ekeleund y Hébert (1992) comentan que los trabajos de Keynes causaron un resurgimiento, en pleno el siglo XX, del interés por la economía agregada, es decir, un énfasis en el estudio de la teoría macroeconómica y monetaria¹³⁰⁴.

La visión neoclásica del desarrollo económico se funda, como comentan Echebarría, Aguado y Barrutia (2010), en unos factores productivos dados, así como en un doble supuesto: por una parte, en una perfecta movilidad de factores, y, por otra, en una flexibilidad en el precio. Con ellos se obtendrá el equilibrio de la renta y de la producción, que derivará en el pleno empleo en el uso de los recursos. Por ello los modelos de corte neoclásico defienden la eliminación de cualquier tipo de barreras que impidan la movilidad de los factores, pero al mismo tiempo exigen incentivos financieros o fiscales y el acceso a infraestructuras que modifiquen los precios de dichos factores o permitan una disminución de los costes, dando paso así a beneficios privados y sociales¹³⁰⁵.

En plena crisis económica de los años treinta, que derivó en un elevado desempleo, los neoclásicos suponían que las rigideces de la oferta de trabajo o del mercado de bienes generaban perturbaciones en los precios. Situación que generó, como comenta Rima (1995), que se centraran en la asignación

se halla limitada a la observación y a la experiencia. Hay que distinguir entre proposiciones verdaderas y útiles. Por lo que con estos principios, Pareto considera que el Estado está en imposibilidad de dar reglas objetivas respecto a qué tipo de gobierno es preferible para una sociedad. Sin embargo, la actividad financiera del Estado descansa en la sociedad para evitar una reacción contraria al gobierno. Ver: Pareto, V. (1987) *Escritos Sociológicos*. Págs. 117-139.

¹³⁰⁴ Su obra magna es *Teoría general de ocupación, el interés y el dinero*. Ver: Ekeleund, R. y Hébert R. (1992) *Historia de la Teoría Económica y de su Método*. Págs. 543 y 544.

¹³⁰⁵ Ver: Echebarría, C.; Aguado, I. y Barrutia, J. (2010) “El desarrollo sostenible a lo largo de la historia del pensamiento económico”. *Revista de Economía Mundial*. Vol. 21. Págs. 92-93.

racional de recursos, pero la incapacidad por rescatar el equilibrio motivó que se culpaba a los monopolios¹³⁰⁶ o a los sindicatos, que impedían que los salarios tuvieran flexibilidad¹³⁰⁷. Por eso Keynes se centró en la capacidad de restaurar el equilibrio en el cual los trabajadores encontrasen el “pleno empleo”, es decir, que fueran capaces de encontrar trabajos a tasas de salarios prevalecientes. Por tanto, el único desempleo que existe en esta condición es el voluntario¹³⁰⁸.

Es conocida la apuesta de Keynes por fortalecer al Estado en la economía, con una mayor participación e injerencia para contrarrestar los fallos del mercado. La intervención gubernamental que propone pretende alcanzar: el pleno empleo, la estabilidad de precios, una distribución más justa de la riqueza nacional, así como el equilibrio de la balanza de pagos. Por lo que, como comenta Martínez-Echevarría (1983), fue el fin del “*laissez faire*”, ya que con ello se buscó una mayor regulación del mercado¹³⁰⁹.

Según Caballero y Garza (2010), Keynes entendía que el desempleo masivo es el resultado de una demanda agregada insuficiente. Por lo tanto, para corregir tal situación el Estado debía intervenir y establecer ciertos “controles vitales” a fin de ejercer una influencia orientadora del gasto público¹³¹⁰. Las ideas de Keynes derivaron en un rompimiento con la teoría clásica¹³¹¹. En particular, la histórica mostraba que el desempleo se producía aun cuando los trabajadores habían reducido sus salarios, situación que contravenía los postulados anteriores. Por lo tanto el problema se encontraba en la demanda de trabajo¹³¹².

¹³⁰⁶ Estas situaciones de competencia imperfecta o monopolistas fueron primeramente analizadas en profundidad por Joan Robinson, discípula de Keynes, en su obra *Economía de la competencia imperfecta*.

¹³⁰⁷ Ver: Rima, I. (1995) *Desarrollo del análisis económico*. Pág. 475.

¹³⁰⁸ Como comenta Hutchinson (1980), Keynes ofreció diversas medidas innovadoras que pasaban desde el incremento del gasto público, hasta llegar a una activa política fiscal que permitiera hacer frente a esos gastos. Ver: Hutchison, T. (1980) *Keynes versus los ¡Keynesianos!* Págs. 50-55.

¹³⁰⁹ Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 287.

¹³¹⁰ Keynes creía que el objetivo fundamental de la política económica era el de aminorar el aumento del desempleo, problema que se convirtió en su principal preocupación, así como el de una buena parte de los economistas de la época, pues habían sufrido la Gran Depresión de los años 30. El pensamiento *keynesiano*, junto con otras influencias del ámbito social y político, dieron un giro radical a las instituciones y políticas, dando paso a la llamada “economía mixta”. Ver: Caballero, G. y Garza, M. (2010) *La Gran Recesión Perspectivas Globales y Regionales*. Pág. 34.

¹³¹¹ Ver: el prólogo de Robert Lekachman en la obra de Keynes, J.; Friedman, M.; Hansen, H.; Sweezy, P.; Johnson, H.; Ohil, B.; Lerner, A.; Haberler, G.; Robertson, D.; Williams, J.; Wright, D.; Reder, M. y Lekachman, R. (1970) *Crítica a la economía clásica*. En la que se exponen los argumentos a favor y en contra de la ruptura de Keynes con la visión clásica.

¹³¹² Ver: Andjel, E. (1988) *Keynes: teoría de la demanda y el desequilibrio*. UNAM.

Para Keynes, a través del libre mercado no era posible alcanzar la meta del pleno empleo, es decir, que su visión era contraria a la escuela clásica¹³¹³. Además, entiende que en el caso de que circunstancialmente se alcanzara el pleno empleo, no sería duradero porque el mercado es inestable, y con ello caería en recesión o bien en un proceso inflacionario¹³¹⁴. Por eso se centró en la perspectiva macroeconómica, aunque a corto plazo, dado que Keynes no se preocupó demasiado por las tendencias económicas a largo plazo¹³¹⁵. Su frase “*a largo plazo estaremos todos muertos*” ilustra a dónde encaminaba la política económica¹³¹⁶.

Según Eckeledund y Hebert (1992), Keynes subrayó que la demanda de inversión viene determinada por multitud de factores: el tipo de interés y los rendimientos futuros esperados. Esto dio paso al concepto de *eficiencia marginal del capital* (inversión real), que relaciona el coste de la inversión

¹³¹³ Keynes hace un análisis de los principales postulados clásicos, los tratados sobre la teoría del valor y la producción. Señala que la teoría clásica se basa en dos postulados fundamentales: “(1) *El salario es igual al producto marginal del trabajo*” esto es, el salario real de una persona ocupada es igual al valor que se perdería si el nivel de empleo disminuye. “(2) *La utilidad del salario, cuando se emplea un volumen dado de trabajo, es igual a la desutilidad marginal de este volumen de empleo*”. Este postulado señala es compatible con el llamado paro “*friccional*” porque admite desajustes que impiden un empleo continuo. En una sociedad dinámica siempre existirá recursos desocupados “*entre empleos sucesivos*”. También apunta que la única teoría clásica que reconoce como de desempleo es la de Piegou, pero depende de la utilidad del salario nominal. Ver: Keynes, J.; Friedman, M.; Hansen, H.; Sweezy, P.; Johnson, H.; Ohil, B.; Lerner, A.; Haberler, G.; Robertson, D.; Williams, J.; Wright, D.; Reder, M.; y Lekachaman, R. (1970) *Crítica a la economía clásica*. Págs. 32-39.

¹³¹⁴ Pero además Keynes da una interpretación contraria a la de la escuela austriaca, en cuanto al origen de los ciclos económicos. Mientras que los austriacos consideraban que las fluctuaciones no pueden ser producto del libre proceso del mercado, por cuanto que se deben a factores exógenos. Sin embargo Keynes apuntó lo contrario en “*psicología de los mercados de inversión*” o lo que él llamo “*animal spirits*” Ver: Ravier, A. (2006) *Formación de capital y ciclos económicos Una introducción al análisis macroeconómico*. Pág. 31.

¹³¹⁵ Para ser precisos, en su obra *Teoría general del empleo el interés y el dinero*, en la que expone sus principales teorías económicas, se centra en el corto plazo partiendo de unos recursos y tecnología dados, Sin embargo, en su artículo *Algunas consecuencias económicas del decaimiento poblacional* publicado en 1946, plantea el estudio del crecimiento a largo plazo, ya que busca entender los efectos que la dinámica poblacional causa a la economía. Ver: Tarascio, V. (1971) “Keynes on the Sources of Economic Growth”. *Journal of Economic History*. Vol. 31. Págs. 429-444.

¹³¹⁶ Este interés deriva en su análisis dinámico en la economía, que como afirma Leijonhufvud (1991), toma prestado el análisis del equilibrio de Marshall para elaborar su Teoría General. Ver: Leijonhufvud, A. (1976) *Análisis de Keynes y de la economía keynesiana: un estudio de teoría monetaria*.

con los rendimientos esperados. Keynes considera que las expectativas, que dependen de caprichosos factores psicológicos, tienen efectos directos e importantes sobre la inversión y, por tanto, sobre la renta. Cuando la perspectiva es desalentadora, la inversión se detiene¹³¹⁷.

Según Hansen (1957), Keynes observó una evolución cíclica de la economía basándose en las fluctuaciones de la tasa de inversión que, a su vez, dependen de la eficacia marginal del capital. Señaló que sobre dicha eficacia influían los rendimientos esperados por los inversores y el costo de los bienes de capital¹³¹⁸. Por lo que Keynes afirmaba que estos ciclos presentan “*cierto grado de regularidad, en la secuencia y duración de los movimientos ascendentes y descendentes*”. Sostenía que estos movimientos eran parte del ciclo económico y que cuando ocurren con violencia se generan las crisis, que define como “*colapso repentino de la eficiencia marginal del capital*”¹³¹⁹. Por lo que, siguiendo a Galindo y Malgesini (1993), existe un problema al relacionar los ciclos económicos con el análisis de crecimiento; esto no resulta sencillo, ya que el comportamiento de los ciclos económicos impacta al menos en tres tipos de variables: por una parte, las psicológicas fundamentales, es decir la propensión marginal a consumir; la preferencia por la liquidez, y la expectativa de rendimiento; por otra, el salario monetario (que se determina mediante acuerdo de trabajadores) y empresarios) y la cantidad de dinero existente¹³²⁰.

En cuanto a las diferencias sociales, la experiencia sugiere, señala Keynes, que “*el ahorro por medio de instituciones y de fondos de reserva, es más que adecuado, y que las medidas tendientes a la redistribuir los ingresos de una forma que tenga probabilidades de aumentar la propensión de a consumir*” que, por supuesto, es beneficioso para el crecimiento del capital¹³²¹. Hansen es el que se ocupa de los problemas del desarrollo bajo la óptica keynesiana. Siguiendo a Hidalgo (1998), las principales contribuciones a la economía del desarrollo son dos: por un lado una teoría

¹³¹⁷ Ver: Heckelund, R. y Hebert, R. (1992) *Historia de la teoría económica y su método*. Pág. 554.

¹³¹⁸ Ver: Hansen, A. (1957) *Guía de Keynes*. Págs. 186-187.

¹³¹⁹ Señala: “*el pesimismo y la incertidumbre*” que acompaña a la crisis, naturalmente precipita un aumento por la preferencia de liquidez, y de aquí un alza en la tasa de interés. Por lo que tiende a ir acompañado de “*un descenso de la inversión*” Ver: Keynes, J. (1996) [1936] *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. Págs. 280-281.

¹³²⁰ Ver: Galindo, M. y Malgesini, G. (1993) *Crecimiento económico: principales teorías desde Keynes*. Pág. 7.

¹³²¹ Ver: Keynes, J (1996) [1936] *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. Pág. 329.

de inversión autónoma; por otro, el reconocimiento de la posibilidad de divergencia del Producto Nacional Bruto (PNB)¹³²².

4.2.6.2 La Sucesión de Ciclos

Son importantes los trabajos de Joseph Alois Schumpeter (1883-1950) sobre desarrollo económico. Apunta que diversas teorías sobre el desarrollo económico afirman que es una función que depende de “*las oportunidades objetivas del medio, del incremento de la población, del espíritu de la civilización de una nación, del progreso tecnológico (creciente control sobre la naturaleza)*”. Las afirmaciones de esta índole pueden contener cierta verdad en casos especiales y en condiciones en que, de hecho, no ha ocurrido un gran cambio en los factores del desarrollo más determinantes¹³²³.

Según Brouwer (2002), Schumpeter entendía que el desarrollo económico es un conjunto de transformaciones que ponen en marcha el sistema económico desde un punto de equilibrio a otro en un nivel superior¹³²⁴. En su obra *Teoría del desarrollo económico*, Schumpeter profundiza en diferentes aspectos macroeconómicos y de largo plazo. Es en *Historia del pensamiento económico* donde realiza una recapitulación de cuatro principales políticas de desarrollo: el *librecambio* y política internacional, la *sozialpolitik*, política fiscal y el dinero. Afirma que “*tanto el progreso como sus vicisitudes determinan la historia política y cultural*”. Sólo a través de ellos se entiende la radicalización de las masas o el aumento en el nivel de vida. Así, las actividades estatales y la organización industrial dieron cuenta de los cambios en el desarrollo¹³²⁵.

En su obra *Ciclos económicos. Análisis teórico, histórico y estadístico del proceso capitalista*, Schumpeter manifiesta que la dinámica del sistema capitalista se explica mediante los procesos de expansión, recesión y

¹³²² Como señala Hidalgo (1998), hay tres aportaciones, aunque la tercera es la verificación empírica de sus supuestos. Usa datos de dos décadas para Estados Unidos. Ver: Hidalgo, A. (1998) *El pensamiento económico sobre el desarrollo. De los Mercantilistas al PNUD*. Pág. 52.

¹³²³ Señala: “*el desarrollo económico no es autónomo y si dependiente de factores ajenos a él, y como esos factores son numerosos, ninguna teoría que descansa en un solo factor puede ser satisfactoria.*” Ver: Schumpeter, J. (1958) *Problemas teóricos del desarrollo económico*. Págs. 63-71.

¹³²⁴ Ver: Brouwer, M. (2002) “Weber, Schumpeter and Knight on entrepreneurship and economic development”. *Journal of Evolutionary Economics*. Vol. 12. Págs. 83-105.

¹³²⁵ Ver: Schumpeter, J. (1971) *Historia del análisis económico*. Págs. 834-835.

estancamiento del crecimiento económico, que son causados, principalmente, por las innovaciones. Por otro lado, el análisis que realiza Schumpeter del Estado parte del sistema capitalista, que entiende como un proceso continuo de innovación tecnológica¹³²⁶, y de “destrucción creativa” que es impulsado por empresarios en busca de beneficios. Sin embargo, comenta Sánchez (2005), el progreso tecnológico es papel inicial del empresario, es decir, el iniciador del cambio. Pero es el Estado el que promueve el cambio tecnológico y, por tanto, el crecimiento económico, o al menos así fue durante el siglo XIX¹³²⁷.

Schumpeter señala, en sus obras anteriores, que la tarea de innovar pertenece a los empresarios. Sin embargo, en su trabajo *Capitalismo, Socialismo y Democracia* apunta que esta labor se ha “despersonalizado y automatizado”; los comités de expertos, los investigadores y el personal altamente calificado poseen métodos que les permiten resolver lo que se les pide¹³²⁸. Es decir, que el método y la técnica sustituyen a la creatividad individual. En *Imperialismo y clases sociales* Schumpeter establece su visión y su análisis sociológico muestra, entre otras cosas, que las familias son el epicentro social, pues comenta: “el individuo está inserto en una determinada situación de clase”. Es una situación objetiva que limita su comportamiento no por propia elección, ni por cualidades innatas, por lo que no tiene carácter individual; es decir, arranca en su calidad de miembro de un determinado clan o linaje. La familia es “la verdadera unidad de clase y de la teoría de clases”¹³²⁹.

¹³²⁶ La innovación se expresa como una combinación de factores productivos, que realiza el empresario, con lo que se produce el crecimiento económico. Esta innovación *schumpeteriana* tiene cinco categorías: 1) fabricación de un nuevo bien; 2) implantación de una forma de producción original; 3) nuevas salidas para la producción como las exportaciones a diferentes mercados (diversificación); 4) incorporación de nuevas fuentes de materias primas; 5) transformación de las condiciones del mercado. Ver: Schumpeter, J. (1978) *Teoría del desenvolvimiento económico*. Pág. 77.

¹³²⁷ Señala que es el Estado el que debe promover la innovación privada mediante un sistema efectivo de patentes, y puede contribuir de forma directa e indirecta a aumentar los recursos dedicados a la investigación y el desarrollo (I+D). Ver: Sánchez, D. (2005) “Capitalismo, desarrollo y Estado”. *Revista de Economía Institucional*. Vol. 7. Pág. 82.

¹³²⁸ Establece que la labor del empresario es “reformular o revolucionar el sistema de producción; sin embargo, comenta que esta función social está perdiendo fuerza impulsora y es el “progreso técnico” lo que toma esta actividad. Por lo que el progreso económico tiende a automatizarse. Ver: Schumpeter, J. (2000) [1942] *Capitalism, Socialism and Democracy*. Pág. 132.

¹³²⁹ No obstante señala que el movimiento de ascenso de clase se explica también por el “comportamiento” o “aptitud” que permiten modificar las posiciones de arranque de la posición familiar. Las oportunidades abiertas y las conexiones establecidas son determinantes. Ver: Schumpeter, J. (1986) [1951] *Imperialismo y clases sociales*. Págs. 117 y 129.

Schumpeter entiende el crecimiento como una variación lenta de la renta originada por el aumento de la población; sin embargo, el desarrollo¹³³⁰ es un proceso no armónico, no sólo por la variedad de causas que lo explican, sino porque requiere de un proceso “rompedor”. Dicho de otra manera, un proceso innovador que en la teoría de Schumpeter provoca un movimiento ondulatorio¹³³¹. El concepto de innovación, comenta Hirooka (2003), se expresaba en términos del ciclo de negocio, acentuando la relevancia del espíritu emprendedor como catalizador del proceso no lineal de innovación¹³³². En este mismo sentido, comentan Scherer y Perlman (1992), para Schumpeter la innovación en tecnología es determinante en la construcción del crecimiento económico¹³³³. Al respecto, Hansen (1965) señala que la teoría de la innovación de Schumpeter no tendría sentido sin el marco de la “escuela continental de ciclo económico”. Su contribución, comenta, es valiosa en un marco, y apunta que “*la innovación, ciclo tras ciclo renueva el movimiento de forma ondular*”.

Así, junto con las concepciones dinamizantes, el ciclo económico es una aportación¹³³⁴. Los ciclos y sus fases de acumulación de invenciones no explotadas, en el periodo de contracción de la economía, se utilizarían, apunta Rosenberg (2000), en las sucesivas fases de expansión, y, de este modo, al llegar a la fase alcista del ciclo, aparecerían los competidores imitadores¹³³⁵.

¹³³⁰ Si bien Schumpeter se concentró en el estudio de las economías avanzadas, sus ideas sobre el proceso de desarrollo y sobre las funciones del Estado en ese proceso, son especialmente pertinentes para entender la experiencia a los en desarrollo.

¹³³¹ Siguiendo a Hidalgo (1998), la innovación no sólo abarca la innovación en producto, sino también en mercados y en procesos. Distingue esta innovación de la invención, aunque ésta última es un primer paso para la primera. Las innovaciones, según Schumpeter, eran nuevas combinaciones de los recursos productivos. Estas tomarían cinco formas principales: 1) la introducción de un nuevo producto o de una nueva calidad de un producto ya existente; 2) la introducción de un nuevo proceso de producción; 3) la apertura de un nuevo mercado; 4) el desarrollo de una nueva fuente de insumo, y 5) los cambios en la organización industrial. Ver: Hidalgo, A. (1998) *El pensamiento económico sobre el desarrollo. De los Mercantilistas al PNUD*. Pág. 47.

¹³³² Ver: Hirooka, M. (2003) “Nonlinear dynamism of innovation and business cycles”. *Journal of Evolutionary Economics*. Vol. 13. Págs. 549-576.

¹³³³ Scherer, F. y Perlman, M. (1992) [Eds.] *Entrepreneurship, Technological Innovation, and Economic Growth*.

¹³³⁴ Hansen (1965) cuestiona si los ciclos en Schumpeter son endógenos o exógenos, pero señala que aunque nunca respondió a esta cuestión, sus ideas permearon en la comunidad científica. Ver: Hansen, A. (1965) *La contribución de Schumpeter a la teoría de ciclo económico*. En Harris, S. [Ed.] *Schumpeter científico social*. Págs. 170-175.

¹³³⁵ Ver: Rosenberg, N. (2000) *Schumpeter and the endogeneity of technology: some American perspectives*.

Como comentan Brinkman y Brinkman (2001), el desarrollo se explica de forma endógena, en dos etapas: primero, el Estado Estacionario, en el que no hay innovación, es decir, que sólo se repite, continuamente, una metodología en los procesos productivos; segundo, la etapa de crecimiento económico, en la que son las innovaciones en el proceso productivo las que impulsan el crecimiento¹³³⁶. Sin embargo, el proceso de crecimiento es entendido como un efecto de “creación destructiva”¹³³⁷. Por lo que la inversión en investigación, base de la innovación, según Schumpeter, puede estimular el desarrollo económico. Ello ha generado la construcción de diferentes modelos económicos.

4.2.7 La Teoría Moderna del Crecimiento Económico

Los modelos económicos con una estructura de equilibrio general han sido la base en la que se desarrolla la Teoría Moderna del Crecimiento Económico que se centró, como comenta Díaz-Bautista (2003), en el comportamiento competitivo, en la ya mencionada dinámica de equilibrio y en los retornos decrecientes de la acumulación de trabajo y capital¹³³⁸. Siguiendo a Echebarría, Aguado y Barrutia (2010) se pueden agrupar en dos principales tipos de modelos, que presentan diversas diferencias en las propiedades o características, con las que se configura la función de producción. Estos modelos derivan del intento de dinamizar el modelo keynesiano en el medio y largo plazo, por un lado, y por otro, los que se denominan modelos neoclásicos¹³³⁹. De esta forma, como comenta Berumen (2006), podemos resaltar, por un lado, a los postkeynesianos, entre los que destacan los trabajos de Harrod (1939) y Domar (1946), y, por otro, los autores neoclásicos que siguen los trabajos de Solow (1956) y Swan (1956), entre otros. Aquí comentaremos brevemente los elementos esenciales¹³⁴⁰.

4.2.7.1 El Modelo Harrod-Domar

¹³³⁶ Ver: Brinkman, R. y Brinkman, J. (2001) “The new growth theories: a cultural and social addendum”. *International Journal of Social Economics*. Vol. 28. Págs. 506-525.

¹³³⁷ Es decir, mientras que el crecimiento económico se fundamenta en el aumento de factores, el desarrollo económico se sustenta en el cambio de factores, motivado por procesos innovadores, que serían el motor principal del progreso económico.

¹³³⁸ Ver: Díaz-Bautista, A. (2003) *Los determinantes del crecimiento económico: comercio internacional convergencia y las instituciones*. Pág. 10.

¹³³⁹ Ver: Echebarría, C.; Aguado, I. y Barrutia, J. (2010) *El desarrollo sostenible a lo largo de la historia del pensamiento económico*. Pág. 94.

¹³⁴⁰ Ver: Berumen, S. (2006) *Introducción a la economía internacional*. Pág. 147.

Entre los modelos llamados keynesianos,¹³⁴¹ cabe recalcar en particular los trabajos de Harrod y Domar, que realizaron investigaciones independientes con diferentes supuestos de partida. Destinobles (2007) comenta que el modelo llamado comúnmente Harrod-Domar es una abreviatura por la similitud en sus conclusiones, el comportamiento de la renta en el tiempo, aunque el modelo de Harrod utiliza una función de inversión que no existe en el modelo de Domar¹³⁴². Solow¹³⁴³ comenta que fueron capaces de responder cuándo una economía puede tener un crecimiento estable a un ritmo constante. Ambos llegaron a una respuesta clásicamente simple, aunque por diferentes caminos: “*la tasa de ahorro nacional, es decir la fracción del ingreso que no se gasta, debe ser igual al producto de la razón capital-producto y de la tasa efectiva de crecimiento de la fuerza de trabajo*”¹³⁴⁴. Bajo estas premisas, una economía podría mantener un “stock” de planta y equipo en equilibrio con su respectiva oferta de trabajo, y el crecimiento estable podría continuar sin problemas de escasez de empleo¹³⁴⁵.

El modelo de Harrod tiene la particularidad de que actúa sobre la distribución de la renta, al variar la propensión marginal a ahorrar, que es una variable endógena, y con ello a influir sobre el crecimiento. Sin embargo, Harrod señala que con el uso exclusivo de medidas monetarias y fiscales no se puede garantizar un continuo crecimiento con pleno empleo. Por tanto propone impulsar el ahorro público sin que se modifiquen las expectativas de inversión privada¹³⁴⁶.

¹³⁴¹ Los autores keynesianos que, como comenta Naredo (1996), son los expositores de las ideas de crecimiento a largo plazo, como de las fluctuaciones en los ciclos económicos, son: Alexander, 1950; Kalecki, 1954; Baumol, 1959, 1965; Ackley, 1961; Hicks, 1958, 1963) Ver: Naredo, J (1996) *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*.

¹³⁴² Ver: Destinobles, G. (2007) *Introducción a los modelos de crecimiento económico exógeno y endógeno*. Pág. 9.

¹³⁴³ Palabras de la conferencia pronunciada por Robert M. Solow en Estocolmo, Suecia, a l recibir el Premio Nobel. Versión publicada por el Colegio de México.

¹³⁴⁴ Ver: Solow, R. (1986) *La teoría del crecimiento y sus alcances*. Pág. 193.

¹³⁴⁵ Ambos observaron, como comenta Sala i Martin (1994), que el gasto neto en inversión producía un incremento en el ingreso agregado en el corto plazo, pero al mismo tiempo generaba una expansión en la producción futura. Por ello utilizaron en sus trabajos el efecto multiplicador keynesiano para explicar el crecimiento a largo plazo. Sin embargo, se centraron en mitigar los efectos de la destrucción del empleo cuando se realiza el crecimiento. Ver: Sala i Martin, J. (1994) *Apuntes de crecimiento económico*. Pág. 33.

¹³⁴⁶ Para Harrod, el equilibrio de ahorro e inversión debe contemplarse en un contexto dinámico. Como señala Martínez-Echevarría (1983), el ahorro es función del nivel de renta, mientras que la inversión depende de del crecimiento de la renta. Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 307.

El modelo de Domar es frecuentemente analizado conjuntamente con el modelo de Harrod debido a la similitud de sus resultados básicos y a la “ecuación fundamental”. Sin embargo, siguiendo a Heywell (1988), podemos detallar algunas diferencias. El modelo de Domar se centra en la naturaleza *dual* de la tasa de inversión, así que, por un lado, la inversión determina el nivel efectivo de la renta a través del multiplicador. Por otro, incrementa el *stock* de capital, y con ello se incrementa al *máximo* su nivel de renta *potencial*¹³⁴⁷.

England (2000) opina que el modelo que proponen tiene diferentes supuestos que simplifican la ecuación, en la que se determina la tasa de crecimiento, así como los factores que le impactan. Con lo cual se asume un crecimiento continuo, pero no necesariamente en equilibrio, en pleno empleo. Por tanto, estamos frente a un modelo que proyecta crisis periódicas, es decir, el comportamiento cíclico e inestable de la economía.¹³⁴⁸ A manera de resumen, siguiendo a Hywell (1988), el modelo Harrod-Domar presenta tres problemas fundamentales:

- 1) La *posibilidad* de crecimiento sostenido con pleno empleo
- 2) La *improbabilidad* de un crecimiento sostenido con pleno empleo.
- 3) La *inestabilidad* de la tasa garantizada de crecimiento¹³⁴⁹.

Estamos ante un modelo que pretendió dinamizar la postura de Keynes y que para ello introdujo una serie de supuestos poco adecuados para explicar una situación real. Siguiendo a Galindo y Malgesini (1993), entendemos que numerosos autores han propuesto diferentes alternativas que buscan mejorar el modelo Harrod-Domar, pero se pueden sintetizar dos tipos de alternativas: por un lado, las que se enfocan en el papel que juega el capital dentro del modelo, así como los avances tecnológicos, y, por otro, las que se centran en el papel del ahorro y la distribución de la renta¹³⁵⁰.

¹³⁴⁷ Ver: Hywell, J. (1988) *Introducción a las teorías modernas de crecimiento económico*. Pág. 74.

¹³⁴⁸ Ver: England, R. (2000) “Natural capital and the theory of economic growth”. *Ecological Economics*. Vol. 34. Págs. 425-431.

¹³⁴⁹ Hay que tener presente que el modelo está diseñado para una economía capitalista desarrollada. Ver: Hywell, J. (1988) *Introducción a las teorías modernas de crecimiento económico*. Pág. 70.

¹³⁵⁰ Ver: Galindo, M. y Malgesini, G. (1993) *Crecimiento económico. Principales teorías desde Keynes*. Pág. 26.

4.2.7.2 El Modelo de Solow

Surgieron modelos de crecimiento neoclásicos en respuesta a los keynesianos. Sin embargo, muchos de ellos intentaron cohesionar aspectos de ambas escuelas. Por ejemplo, la Ley de Say, así como la determinación del ahorro en función de la renta. El punto de partida, como comentan Fernández, Parejo y Rodríguez (2002), era una función de producción con rendimientos constantes a escala y decrecientes para cada uno de los factores productivos. También presuponían la existencia de mercados perfectamente competitivos. Con todo ello, aspiraban demostrar la posibilidad de que la economía se encontrase en una situación de equilibrio sostenido a largo plazo con pleno empleo, oponiéndose, de esta manera, a la inestabilidad en el crecimiento económico planteada por Harrod y Domar¹³⁵¹.

Los nuevos modelos neoclásicos parten principalmente de la aportación de Solow (1956), que, como comenta Martínez-Echevarría (1983), son modelos en los que se considera al factor trabajo estable, y el factor capital variable, a través de un sistema de ecuaciones sujeto a estrictas restricciones, la dinámica transitoria de la economía hacia su Estado Estacionario¹³⁵².

Para Solow era posible alcanzar un Estado Estacionario, estable, en el que para reemplazar el capital depreciado se realizaría la inversión, sin que quedaran más recursos que permitieran aumentar el stock de capital. Así la propia dinámica del modelo conducía la economía hacia el Estado Estacionario, en el que el mayor nivel de bienestar se logra maximizando el nivel de consumo per cápita¹³⁵³. Sin embargo, el modelo de Solow entrega una propuesta en la que se permite deducir la tasa de ahorro que originaba el consumo máximo. Por lo que se propone una tasa de ahorro exógena, es decir, que sea independiente del proceso de optimización macroeconómico. Con ello puede ser manipulada para obtener el máximo nivel de consumo y, por tanto, de bienestar¹³⁵⁴.

¹³⁵¹ Ver: Fernández, A.; Parejo, J. y Rodríguez, L. (2002) *Política Económica*.

¹³⁵² Ver: Martínez-Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Pág. 312.

¹³⁵³ Ver: Sala i Martín, J. (1994) *Apuntes de crecimiento económico*.

¹³⁵⁴ Siguiendo a Galindo y Malgesini (1993), el modelo de Solow parte de tres supuestos: 1) La población y la fuerza de trabajo crecen a una tasa proporcional y constante, que se considera independiente de otras variables. 2) El ahorro y la inversión son una proporción fija del producto neto, en cualquier momento en el tiempo. 3) la tecnología está afectada por dos coeficientes constantes: la fuerza de trabajo por unidad de producto y el capital por producto. Ver: Galindo, M. y Malgesini, G. (1993) *Crecimiento económico. Principales teorías desde Keynes*. Pág. 31.

En todo caso, siguiendo a Pulido (2003), el modelo de Solow no logra explicar el crecimiento económico a largo plazo. En el caso del corto plazo, se aprecia una correlación entre tasa de inversión y tasa de crecimiento, que en el largo plazo no depende de la tasa de inversión. Por tanto permite el continuo crecimiento económico, además de ofrecer la posibilidad de sustituir el factor trabajo por el factor capital. En cuanto al caso de la eficiencia en el trabajo como una variable exógena al modelo, Solow explica que mediante el progreso tecnológico se causa el incremento de la eficiencia en el trabajo¹³⁵⁵. Este modelo ha sido criticado por diversos autores; por ejemplo, Eisner se centró en que el modelo de Solow no explica el papel que juega la *trampa de liquidez*¹³⁵⁶, o el comportamiento del salario mínimo de los trabajadores. La réplica consistió, como comentan Galindo y Malgesini (1993), en que estas restricciones keynesianas se pueden introducir como elementos secundarios al modelo¹³⁵⁷.

El modelo de Solow-Swan ha sido utilizado como punto de partida para desarrollar modelos de crecimiento, muchos de los cuales se han centrado en el capital humano y sus efectos sobre el crecimiento¹³⁵⁸. Algunos otros se centran en el papel del sector público, como, por ejemplo, en los efectos que pueden causar las políticas económicas o las infraestructuras¹³⁵⁹. Sin

¹³⁵⁵ Ver: Pulido, A. (2003) “Desarrollo sostenible: un reto central para el pensamiento económico”. *Estudios de Economía Aplicada*. Vol. 21. Págs. 203-220.

¹³⁵⁶ Es una situación en la que los tipos de interés son muy bajos, próximos a cero, la preferencia por la liquidez tiende a hacerse absoluta; es decir, las personas prefieren conservar todo el dinero antes que invertirlo, por lo que las medidas tendientes a aumentar la masa monetaria no tienen ningún efecto para dinamizar la economía y las autoridades monetarias no logran hacer nada.

¹³⁵⁷ Otra dura crítica fue la elaborada por Rato, que afirma que las variaciones que se producen en el capital no pueden ser muy elevadas. Las críticas mejoraron el modelo de Solow y, como afirma Wan, dicho planteamiento es un intento para reconciliar la tradición keynesiana con la neoclásica. Lo cierto es que dicha integración es muy difícil de conseguir. Ver: Galindo, M. y Malgesini, G. (1993) *Crecimiento económico. Principales teorías desde Keynes*. Pág. 38.

¹³⁵⁸ Algunos de estos trabajos de capital humano son: Arrow, K. (1962) “The economic implications of learning by doing”. *Review of Economic Studies*. Vol. 29. Págs. 155-73; Barro, R. y Lee, J. (1993) “International Comparison of Educational Attainments”. *Journal of Monetary Economics*. Vol. 32. Núm. 3. Págs. 363-94; King, R. y Rebelo, S. (1990) “Public policy and economic growth: developing neoclassical implications”. *Journal of Political Economy*. Vol. 98. Págs. 5126-5150; Lucas, R. (1988) “On the mechanics of economic development”. *Journal of Monetary Economics*. Vol. 22. Págs. 3-42, así como: Mankiw, N.; Romer, D. y Weil, N. (1992) “A contribute to the empirics of economic growth”. *Quarterly Journal of Economics*. Núm. 107. Págs. 407-437.

¹³⁵⁹ Para una revisión de la influencia de las Administraciones Públicas sobre el crecimiento, ver: Aron, J. (2000) “Growth and Institutions: A Review of the Evidence”. *The World Bank Research Observer*. Núm. 15. Págs. 99-135; Aschauer, D. (1989) “Is public expenditure productive?”. *Journal of Monetary Economic*. Núm. 23. Págs. 177-200; Barro, R. (1990) “Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth”. *Journal of*

embargo, la gran mayoría ha seguido la línea de evaluar el papel del progreso técnico y las innovaciones¹³⁶⁰. Los hay que analizan el efecto de la inclusión de las externalidades en el modelo, aunque buena parte de ellos han estudiado el fenómeno de la convergencia en los niveles de renta entre los países industrializados y los subdesarrollados¹³⁶¹. Por último está el análisis de los modelos de crecimiento respecto de los recursos naturales, mediante la consideración de los recursos como factores agotables y, por tanto, como elementos que limitan el crecimiento económico¹³⁶².

4.3 Hacia una Economía del Desarrollo

Las relaciones entre el crecimiento económico y los niveles de desigualdad fueron estudiadas a partir del trabajo de Simon Kuznets (1901-1985)¹³⁶³. En

Political Economy. Núm. 98. Págs. 5103-5125, así como: Levine, R. y Renelt, D. (1992) "A sensitive analysis of cross-country growth regressions". *American Economic Review*. Núm. 82. Págs. 942-63.

¹³⁶⁰ Algunos de estos trabajos sobre innovación y tecnología son: Aghion, P. y Howitt, P. (1992) "A model of growth through creative destruction". *Econometrica*. Núm. 60. Págs. 423-451; Kaldor, N. (1961) *Capital accumulation and economic growth*, en Lutz, F. y Hague, D. [eds.] *The Theory of Capital*; Grossman, G. y Helpman, E. (1991) *Innovation and growth in the global economy*, así como: Romer, P. (1987) "Growth based on increasing returns due to specialization". *American Economic Review*. Núm. 77. Págs. 56-62.

¹³⁶¹ Para una revisión reciente de las teorías de crecimiento sobre las externalidades, convergencia y diferencias de países, ver, entre otros: Romer, P. (1986) "Increasing returns and long run growth". *Journal of Political Economy*. Núm. 94. Págs. 1002-1037; Capolupo, R. (1998) "Convergence in recent growth theories: a survey". *Journal of Economic Studies*. Núm. 25. Págs. 496-537; Young, A. (1994) "Lessons from the East Asian NICs: a contrarian view". *European Economic Review*. Núm. 38. Págs. 964-973, así como: Barro, R. y Sala i Marti, X. (1995) *Crecimiento económico*.

¹³⁶² Para algunos trabajos sobre crecimiento y recursos agotables, ver: Asheim, G. (1986) "Hartwick's Rule in Open Economies". *The Canadian Journal of Economics*. Núm. 19. Págs. 395-402; Dasgupta, P. y Heal, G. (1975) "The Optimal Depletion of Exhaustible Resources". *Review of Economic Studies, Symposium of Economics of Exhaustible Resources*. Págs. 3-28, en: Heal, G. (1993) [Ed.] *The Economics of Exhaustible Resources*. Núm. 32. Págs. 56-81; Solow, R. (1974) "The economics of resources or the resources of economics". *American Economic Review*. Núm. 64. Págs. 1-14, en Heal, G. (1993) [Ed.] *The Economics of Exhaustible Resources*. Núm. 32. Págs. 3-16, así como: Krautkraemer, J. (1985) "Optimal growth, resource amenities and the preservation of natural environments". *Review of Economic Studies*. Núm. 52. Págs. 153-170.

¹³⁶³ Una de las aportaciones de Kuznets, por la que se han elaborado numerosos trabajos para confirmar o desvirtuar su validez, es la exposición gráfica, la relación de largo plazo entre crecimiento y desigualdad que presenta la forma de una "u" invertida cuando el primero se representa a lo largo del eje horizontal y la segunda a lo largo del eje vertical.

1955, Kuznets publica *Crecimiento económico y desigualdad del ingreso*, trabajo de corte empírico que realizó para un conjunto de países desarrollados con el fin de entender si existe una relación directa entre crecimiento y desigualdad del ingreso en el largo plazo de una economía, y un punto crítico a partir del cual la desigualdad del ingreso se reduce a medida que el crecimiento avanza y la economía presenta rasgos más propios de un sistema capitalista¹³⁶⁴. Pero en *Crecimiento económico y estructura económica*, que publicó en 1967 mediante 12 ensayos, establece una teoría de crecimiento de manera sistémica: “*un país experimenta crecimiento económico cuando su población y su producto per cápita aumentan de modo constante*”¹³⁶⁵. Estas tasas de crecimiento y su evolución a través del tiempo son aspectos cuantitativos básicos del crecimiento económico.

Los trabajos de William Arthur Lewis (1915-1991) son interesantes. En artículo *El desarrollo económico con oferta ilimitada de trabajo*, escrito en 1954, expone el modelo que lleva su nombre en su honor, y que se centra en dos sectores, urbano y rural, es decir en una economía dual¹³⁶⁶. Siguiendo a Montenegro (2008), este modelo opera, por un lado, mediante un sector capitalista moderno y pequeño, y por otro, en un sector tradicional no capitalista que es heterogéneo, con bajos niveles de vida. La oferta de mano

Esta curva en forma de “u” invertida es conocida como la Curva de Kuznets o Hipótesis de Kuznets.

¹³⁶⁴ Señala, acerca de una mejor visión de la estructura secular de la distribución del ingreso: “*Dado que esta distribución es un punto focal en el que el funcionamiento del sistema económico incide sobre los seres humanos que son el miembro vivo de la sociedad*”. Para quien y por quien la sociedad funciona, es importante entender los patrones de comportamiento de las personas como productores, consumidores y ahorradores. Concluye: “*Si vamos a tratar adecuadamente los procesos de crecimiento económico, los procesos de cambio a largo plazo, en el que los marcos de la alta tecnología, los demográficos y los sociales también están cambiando, y de esta forma, afectan decididamente la operación de las fuerzas económicas, es inevitable que nos aventuramos en campos diversos más allá de la reorganización de las últimas décadas como la provincia de la economía.*” Para el estudio del crecimiento económico de las naciones, es imperativo familiarizarnos con los resultados en las disciplinas sociales que pueden ayudar a entender los patrones de crecimiento de la población, la naturaleza y las fuerzas de los cambios tecnológicos, todos ellos factores determinantes en las instituciones políticas y en general en la vida en sociedad. Ver: Kuznets, S. (1955) “Economic growth and income inequality”. *The American Economic Review*. Vol. XLV. Pág. 27.

¹³⁶⁵ Resalta que los movimientos deben ser constantes para no confundirlos con perturbaciones transitorias. Ver: Kuznets, S. (1974) [1967] *Crecimiento económico y estructura económica*. Pág. 15.

¹³⁶⁶ Artículo que fue publicado por primera vez en la Escuela de Manchester en mayo de 1954. El artículo y el modelo posterior sirvieron de base para fundar el campo de la economía del desarrollo. Ver: Lewis, W. (1954) “Economic Development with Unlimited Supplies of Labour”. *The Manchester School*. Vol. 28. Núm. 2. Págs. 139-191.

de obra, proveniente del sector tradicional, es limitada¹³⁶⁷. Es interesante la revisión de la literatura del desarrollo económico que realiza Stern (1989). En ella comenta que el artículo de Lewis es el trabajo más influyente en la historia de la economía del desarrollo¹³⁶⁸. El ensayo de Lewis se relaciona, comúnmente, con la explicación sociológica de cómo surge la clase capitalista capaz de propiciar el aumento del ahorro y la inversión.

Kuznets y Lewis fueron precursores del análisis en países que no cumplían con las economías capitalistas, o en los que sus niveles de desarrollo y desigualdad eran distintos de los países industrializados¹³⁶⁹. En su mayoría rechazaron las ideas neoclásicas porque no lograban explicar las causas de las enormes diferencias de la económica a nivel global. Por lo que se consideró la industrialización de los países subdesarrollados como un proceso necesario, es decir, una etapa a alcanzar en la que el Estado tiene un papel determinante. Estas ideas fueron permeando diferentes corrientes, pero en cuanto a la distinción entre crecimiento y desarrollo, la primera hace referencia “*al incremento de la dimensión en una unidad*”, que en un país generalmente se expresa en PNB¹³⁷⁰. La segunda implica “*el despliegue de la actividad recíproca entre los hombres, mediante el intercambio de bienes y servicios*”¹³⁷¹. En este contexto, los conceptos y las ideas dieron lugar a nuevas teorías que se pueden agrupar, siguiendo a Hidalgo (1996), en cinco escuelas principales: Teoría de la Modernización, Teoría Estructuralista, Teoría Neomarxista, Teoría Neoliberal y Teorías Alternativas¹³⁷².

¹³⁶⁷ Ver: Montenegro, A. (2008) *El debate sobre la economía del desarrollo*. Pág. 13.

¹³⁶⁸ Como señala Stern (1989), la complejidad del desarrollo son de gran importancia en los estudios microdetallados al proporcionar diversos aspectos. Como son el pueblo, la nutrición, la desigualdad y el comportamiento de los hogares. Comenta la necesidad de la elaboración de más estudios que proporcionen información sustancia real acerca de la economía del desarrollo. Ver: Stern, N. (1989) “The economics of development”. *The Economic Journal*. Vol. 99. Núm. 397. Págs. 597-685.

¹³⁶⁹ Autores como Hirschman, Rosenstein-Rodan, Rostow, Nurkse, Singer, Lewis, Myint, Gerschenkron, Myrdal, Scitovsky, Perroux, y Prebisch, entre otros, que son considerados *pioneros del Desarrollo*. Ver: Meier, G. y Seers, D. (1986) *Pioneros del desarrollo*.

¹³⁷⁰ El término *crecimiento* es usado para referirse al largo plazo, siendo *expansión* el término usado para corto plazo. Ver: Perroux, F. (1984) *El desarrollo y la nueva concepción de la dinámica económica*. Pág. 37.

¹³⁷¹ Para que se realice el desarrollo se debe cumplir, como señala Perroux (1984), con tres requisitos: “1) *La articulación de las partes con un todo...* 2) *La mutua acción y reacción de los sectores...* 3) *Todos los recursos humanos tienen la posibilidad de aumentar su eficacia y calidad.*” La contraprueba se verifica en los países en desarrollo. Ver: Perroux, F. (1984) *El desarrollo y la nueva concepción de la dinámica económica*. Págs. 43-44.

¹³⁷² Ver: Hidalgo, A. (1996) *Una visión retrospectiva de la economía del desarrollo*.

4.3.1 Teoría de la Modernización

Esta teoría asemejaba el desarrollo con el crecimiento del PNB *per cápita*. Con ello, la diferencia entre países y regiones se explicaba por la existencia de los llamados “Círculos Viciosos”¹³⁷³, o trampas de pobreza, que eran los causantes de estas diferencias¹³⁷⁴. Esta teoría propone, como comenta Huntington (1976), un largo proceso de evolución lineal en la que países con distintos niveles de desarrollo adoptarían sus propuestas a fin de lograr la occidentalización del planeta¹³⁷⁵. Lo que es criticable, como comenta Levy (1967), es que el modelo de desarrollo occidental se presenta como el único válido y exportable a todas las regiones del mundo. Por tanto es un proceso homogeneizador que busca igualar los países en un mismo nivel de bienestar¹³⁷⁶.

Es también relevante Rostow (1960), con su obra *Etapas del crecimiento Económico. Un manifiesto no comunista*. En esta obra entendía que todos los países, en su proceso de desarrollo, tenían que pasar por una serie de etapas consecutivas y diferenciadas, que son: 1) la sociedad tradicional¹³⁷⁷; 2) la creación de las condiciones previas necesarias para el despegue¹³⁷⁸; 3) el despegue¹³⁷⁹; 4) la marcha hacia la madurez¹³⁸⁰; y 5) la era del consumo de masas¹³⁸¹. Esas etapas están pensadas como fases del desarrollo de un sistema capitalista, y por tanto, como comenta Naredo (1996), el socialismo

¹³⁷³ Autores que contribuyeron a la Teoría de Círculos Viciosos son Myrdal, Singer y Nurkse. Para una mayor profundización sobre el tema, ver: Fontela, E. y Guzmán, J. (2003) “La teoría circular del desarrollo. Un enfoque complejo”. *Estudios de Economía Aplicada*. Págs. 22-23 y 221-242.

¹³⁷⁴ Ver: Bustelo, P. (1989) *Los nuevos países industriales asiáticos desde 1945 ¿milagros económicos o modelos de desarrollo?*

¹³⁷⁵ Ver: Huntington, S. (1976) *The Change to Change: modernization, development and politics*.

¹³⁷⁶ Ver: Levy, M. (1967) *Social Patterns and Problems of Modernization*.

¹³⁷⁷ La primera etapa, la de *la sociedad tradicional*, se caracteriza por el alto peso del sector primario en la economía y, por ello, en esa sociedad el poder político residirá generalmente en los terratenientes.

¹³⁷⁸ La segunda etapa se caracteriza por la incorporación de innovaciones técnicas en las funciones de producción industriales y agrícolas gracias al Comercio Internacional. Este proceso se produjo en Europa Occidental tras la Revolución Industrial y se difundió a otros países a través de los procesos colonizadores.

¹³⁷⁹ En la tercera etapa, la *del despegue*, es donde el crecimiento se convierte en algo sistemático, dado que la continua reinversión de beneficios por parte de las empresas e industrias generan la expansión del crecimiento.

¹³⁸⁰ En la marcha hacia *la madurez*, o cuarta etapa, la tecnología se extiende a todos los sectores productivos y se considera que la economía es capaz de producir cualquier cosa.

¹³⁸¹ En la última etapa, la era *del consumo de masas*, es donde se consigue que la población tenga acceso a casi cualquier tipo de bienes y donde hará su aparición el Estado de Bienestar.

o cualquier otro sistema simplemente no están previstos en la teoría. Como el objetivo era lograr la fase de abundancia, Rostow se centró en explicar los factores que determinan la aceleración de la tasa de crecimiento. Concluyó que a través de la inversión, la variable que permitiría el ritmo acelerado, se producirían innovaciones¹³⁸².

Rostow creía que la industrialización era la solución para promover la modernización en los países del Tercer Mundo. Si el problema radicaba en la falta de inversiones productivas, entonces la solución sería, como comenta Tipps (1976), proveer ayuda en forma de capital, tecnología y experiencia. Se pensaba que había que poner el énfasis en el proceso industrializador y con ello se generaron dos corrientes contrapuestas. Por un lado, la postura que defendía un crecimiento en todos los sectores económicos, sin enfatizar en los recursos o ventajas del lugar; lo importante era agilizar el dinamismo del mercado interno¹³⁸³. Las influencias de Rostow, en especial en la década de los sesenta, son un ejemplo de las aplicaciones que tuvo la teoría de la modernización. Así, tanto el Plan Marshall como la Alianza para el Progreso en Latinoamérica dan cuenta de las teorías políticas de Rostow. Algunos de estos autores a favor del Desarrollo Equilibrado son Rosenstein-Rodan (1961), con su idea del *Gran Empuje*, y otros como Nurkse (1953) y Lewis (1955), con la teoría de *Círculos Viciosos de la Pobreza*.

Por otro lado está la postura del desarrollo de sectores clave, que pone el énfasis en los recursos y la especialización del lugar para que, en una etapa posterior, actúen como motor del resto de los sectores. Por ejemplo, Hirschman propone un *Desarrollo Desequilibrado*, mientras que Perroux (1958) ofrece su *Teoría de los Polos de Desarrollo*.

La *Teoría del Desarrollo Equilibrado* tiene como fundamento la *Ley de la demanda de Say* que, como se ha dicho, subraya la inversión para generar un estado de productividad que permita salir de la situación de rezago socio-económico. Uno de sus exponentes, Rosenstein-Rodan, analizó las relaciones entre las distintas ramas de la industria y su impacto en el crecimiento. Suponía una inversión determinada para que los países que lo necesiten salgan del estancamiento económico. Para ello el Estado tenía, mediante la inversión pública, que fomentar las inversiones privadas.

¹³⁸² Ver: Naredo, J. (1996) *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*.

¹³⁸³ Ver: Tipps, D. (1976) *Modernization Theory and the Comparative Study of Societies: A critical perspective*. Págs. 65-77.

Por su parte, la teoría de los *Círculos Viciosos de la Pobreza*, con sus principales exponentes Nurkse (1953) y Lewis (1955), pusieron el énfasis en la acumulación de capital, vía ahorro, para que los países puedan salir de esos círculos que originaban escasez de ahorro privado, ya que las expectativas de obtener beneficios eran muy bajas y por ello no había inversiones privadas. Por tanto, la economía no conseguía acelerar su crecimiento.

Hirschman (1958) plantea la necesidad de la inversión en los sectores más activos de la economía, ya que empujarían al resto de sectores¹³⁸⁴. Entendía que la industrialización en los países con distintos niveles de desarrollo se podría realizar a través de un primer sector clave impulsor; así se generaría un proceso de crecimiento en la economía mediante la acción industrializadora por eslabones. Su apuesta al desarrollo como una cadena de desequilibrios se refleja en los beneficios de una industria competitiva, que por esta expectativa genera inversión. Distingue, en las primeras fases, la necesidad de una inversión *inducida* para llegar a una *autónoma*. Señala: “*la inversión genera más inversión a través de complementariedades y economías externas es una ayuda inapreciable para el desarrollo*”¹³⁸⁵.

Otras aportaciones, como las de Perroux (1958, 1961), planteaban un punto intermedio entre ambos enfoques que se denominó teoría de *Polos de Desarrollo*¹³⁸⁶. Parte de que los sistemas (capitalista y socialista) no han logrado un desarrollo estable en las diferentes regiones y señala que tanto el oeste como el este han luchado utilizando recursos naturales del mundo y demográficos, e incluso han abandonado sus bases teóricas, para afrontar el problema del desarrollo. Ninguna de las dos ideologías en competencia (de

¹³⁸⁴ Hirschman creía inviable el *¡Gran Empuje!* por la limitada capacidad de inversión, así como por los débiles vínculos entre los distintos sectores industriales. De hecho, critica abiertamente al crecimiento equilibrado, señalando: “*Se dice que para que el desarrollo sea posible es necesario empezar, al mismo tiempo, un gran número de nuevas industrias.*” Pero apunta si el desarrollo se entiende como “*un tipo de economía se convierte en otro más avanzado*”, entonces es imposible que se rompa el equilibrio del subdesarrollo. Es decir, se requiere de algo que tense la cuerda y la rompa. Ver: Hirschman, A. (1964) [1958] *La estrategia del desarrollo económico*. Pág. 59.

¹³⁸⁵ Ver: Hirschman, A. (1964) [1958] *La estrategia del desarrollo económico*. Pág. 80.

¹³⁸⁶ Si bien Perroux, en *La coexistencia pacífica*, hace mención de los polos de desarrollo al comparar los bloques capitalistas y socialistas, la noción la desarrolla más ampliamente en *La economía del siglo XX*. Allí establece: “*el crecimiento no aparece en todos los sitios a la vez; se manifiesta en puntos o polos de crecimiento con intensidades variables.*” Estructurar esta visión de crecimiento es hacer manejable las exposiciones teóricas. Subraya que el equilibrio de factores de producción produce un *equilibrio social dinámico*. También hace referencia a que el crecimiento requiere de grandes empresas. Ver: Perroux, F. (1964) [1961] *La economía del siglo XX*. Págs. 155-167.

ahí el nombre de su libro: *la coexistencia pacífica*) han podido mejorar los niveles y estándares de vida en la economía de la totalidad¹³⁸⁷.

Perroux utiliza como ejemplo el petróleo en Oriente Medio para resaltar que los centros de producción propagan sus efectos en territorios que imponen prácticas que formalizan lazos entre las naciones. La explotación de hidrocarburos generó un mejoramiento de la economía nacional. Las concentraciones territoriales de determinadas industrias favorecen el establecimiento de focos tecnológicos que actúan como *Polos de Crecimiento*¹³⁸⁸.

4.3.2 Teoría Estructuralista

Las ideas del Estructuralismo se fraguaron con los economistas de la CEPAL, entre los que destaca Prebisch (1950), que analizaron las dificultades de América Latina para competir en el mercado global. Esta teoría pone el énfasis en las diferencias de las estructuras productivas del Centro y la Periferia, y resalta las diferencias entre los países industrializados y los países en vías de desarrollo¹³⁸⁹. Para Prebisch, se requiere elevar la productividad hasta que permita lograr una acumulación de capital suficiente para producir dicha transformación estructural. Este

¹³⁸⁷ Ver: Perroux, F. (1960) [1958] *La coexistencia pacífica*. Pág. 145.

¹³⁸⁸ Apunta que en los países subdesarrollados el vicio más profundo es la *desproporción de factores*, que se puede romper a través de la unidad de producción (empresa) capaz de ejercer acciones de innovación. Esta idea la comparte con Schumpeter: el ciclo de innovaciones sucesivas. Subraya que la innovación empresarial es la causa principal del desarrollo. En la industria se busca llevar a cabo la *innovación expansiva* que derivará en una mayor infraestructura. Para Perroux, el crecimiento y el desarrollo son fenómenos interdependientes, por tanto es necesario que se produzcan cambios estructurales que generen el crecimiento, y con ello, el desarrollo. Ver: Perroux, F. (1960) [1958] *La coexistencia pacífica*. Págs. 225-243.

¹³⁸⁹ Señala que en las relaciones de intercambio, los países del *Centro* se ven favorecidos por ser especializados en la exportación de productos manufacturados cuyo precio había evolucionado al alza, distanciándose de los precios los países de la *Periferia* que producen productos agrícolas. Esto se explicaba por el mayor incremento de la demanda de manufacturas frente a la demanda de materias primas, y, de este modo, los países del *Centro* se apropiaban de los incrementos de productividad de los países de la *Periferia*. Por tanto se apunta a un cambio en las estructuras sociales y económicas, sobre todo en el papel que desempeña la industria como motor de arrastre para el resto de sectores. Ver: Prebisch, R. (1950) *Crecimiento, desequilibrio y disparidades: interpretación del proceso de desarrollo económico*. La división del mundo entre un “centro” rico e influyente, y una “periferia” desamparada y explotada está en la base del análisis neomarxista que afloró en la segunda mitad del siglo XX. Se halla igualmente en el enfoque de la llamada Teología de la Liberación.

incremento productivo esta sostenido por la tecnología; sin embargo, señala que se debe vigilar las importaciones para no caer en la dependencia tecnológica, por ello propone un industria tecnológica propia. Cree que es necesario dar prioridad a la industria frente a la agricultura¹³⁹⁰.

Según Solorsa y Cetré (2011), en su vertiente autocrítica la teoría estructuralista pretende impulsar proyectos de desarrollo nacional autónomo que consideraban que la existencia de límites al desarrollo derivaba de variables endógenas y llevaba a una dinámica insuficiente de las estructuras sociales. A su parecer, la región (América latina) vivía un estancamiento estructural. Por ello enfocaron sus trabajos a explicar el subdesarrollo, producto de la interacción entre factores externos e internos¹³⁹¹. Finalmente podemos decir que la teoría estructuralista promueve la intervención del Estado en la economía para mejorar las condiciones de distribución de la renta, y también para la defensa de la industria naciente. Por lo que esta teoría influenciaría otras posturas como la Teoría de la Dependencia y la escuela Neo marxista.

4.3.3 Teoría Neo-marxista

La escuela neo-marxista rechaza el determinismo económico percibido en Marx y en los escritos posteriores, haciendo hincapié en aspectos psicológicos, sociológicos y culturales¹³⁹². La base ideológica de la crítica del sistema económico, comenta Utz (1984), es que las relaciones de producción y los medios determinan el estado de una sociedad. Por ello los derechos de propiedad tienen importancia, es el Estado quien debe velar por el orden¹³⁹³.

En esta línea, siguiendo a Echebarría, Aguado y Barrutia (2010), observamos que las posturas neo marxistas se utilizan frecuentemente para describir la oposición a desigualdades que experimentan los países en vías

¹³⁹⁰ Ver: Prebisch, R. (1950) *El desarrollo económico de América Latina y sus principales problemas*.

¹³⁹¹ Ver: Solorsa, M. y Cetré, M. (2011) “La teoría de la dependencia”. *Revista Republicana*. Pág. 130.

¹³⁹² Los neomarxistas, partiendo de un enfoque dialéctico, defendían la tesis de la dependencia en el sistema capitalista, de la super-explotación del trabajo, y de la tendencia al fascismo por parte de las burguesías nacionales, sin excluir movimientos democráticos; contemplaron al socialismo como la solución única a la pobreza y miseria generadas por la dependencia. Ver: Martins, C. (1998) *Theotonio Dos Santos- Introducción a la vida y obra de un intelectual planetario*. en *Los retos de la globalización. Ensayos en Homenaje a Theotonio Dos Santos*. Pág. 74.

¹³⁹³ Para mayor detalle sobre neomarxistas se puede consultar, entre otros: Utz, F. (1984) *Neomarxismo y orden económico pluralista*. Pág. 88.

de desarrollo en el orden económico internacional. Podemos distinguir dentro de la escuela dos corrientes principales: por un lado, la llamada *Teoría de la Dependencia*, con Paul Baran como su principal exponente, y por otro, la teoría del *Sistema Mundial*, que propuso Wallerstein¹³⁹⁴.

4.3.3.1 Teoría de la dependencia

Paul A. Baran (1910-1964) fue precursor de las posteriores teorías de la dependencia. En su libro *La Economía Política del Crecimiento*, que publicó en 1957, analizó los motivos del subdesarrollo, al entender que es una consecuencia del imperialismo y el colonialismo¹³⁹⁵. Junto con Samir Amin y André Gunder Frank formuló una propuesta que luego se llamó *Teoría de la dependencia*¹³⁹⁶. Como ya hemos mencionado, tiene una fuerte influencia marxista; por ello muchos de sus autores proponen una revolución socialista en los países subdesarrollados como única vía para salir de su estancamiento económico¹³⁹⁷. Por lo tanto, como comenta Hirschman (1984), la teoría

¹³⁹⁴ Ver: Echebarría, C.; Barrutia, J. y Aguado, I. (2010) “El desarrollo sostenible a lo largo de la historia del pensamiento económico”. *Revista de Economía Mundial*. Vol. 21. Pág. 98.

¹³⁹⁵ Señala que mientras en Estados Unidos una *fracción considerable del potencial productivo* este sin utilizar, no puede hablarse de *escasez de recursos* necesarios para impulsar el desarrollo. Por ello le dedica un capítulo entero al *excedente económico* (la diferencia entre la producción *real* generada por la sociedad y el consumo *efectivo* corriente). En él, explica la irracionalidad del sistema capitalista, para después evaluar el estancamiento y desarrollo del sistema capitalista, para luego observar las *raíces del atraso*, en el capítulo IV, es decir los motivos por los cuales los países subdesarrollados no avanzan. Por ejemplo apunta, al hablar de la fuerza impulsora del capitalismo: “*el capital rápidamente se crea en un mercado interno, destruyendo todas las artesanías rurales*” mediante la fabricación de manufacturas, sustituyendo las cadenas productivas y separando al obrero (antes siervo) de su tierra. Ver: Baran, P. (1961) [1957] *La economía política del crecimiento*. Pág. 200.

¹³⁹⁶ Podemos consultar, sobre esta escuela, los siguientes: Palma, G. (1978) “Dependency: a formal theory of underdevelopment or a methodology for the analysis of concrete situations of underdevelopment?”. *World Development*. Vol. 6. Núm. 7-8. Págs. 881-924; Bustelo, P. (1999) *Teorías contemporáneas del desarrollo económico*. Págs. 203-216; Hunt, D. (1989) *Economic theories of development. An analysis of competing paradigms*. Págs. 162-197 y 198-224, así como: Hidalgo, A. (1998) *El pensamiento económico sobredesarrollo*. Págs. 133-161.

¹³⁹⁷ Al respecto comenta Dos Santos (1971, 1979) que la teoría de la dependencia está en contra de las estructuras de desarrollo capitalista y del seguimiento de los países en vías de desarrollo a modelos impuestos (por el imperio capitalista). Además subraya a la industria como el requisito para lograr mejores niveles de desarrollo interno y, por ello, aboga por un papel dinámico del Estado comportándose como garante del establecimiento de las

define básicamente una situación en la que el desarrollo de una economía está condicionada por el desarrollo y la expansión de otra economía de la que depende (por ello su nombre). En particular entiende que los países en vías de desarrollo están condicionados de manera nociva por las relaciones económicas internacionales. Por este motivo rechaza el *beneficio mutuo*¹³⁹⁸.

Los trabajos de Baran (1957) junto con los de Sweezy (1966)¹³⁹⁹ tuvieron una gran influencia en diversos autores¹⁴⁰⁰. Todas sus propuestas buscan una estrategia de desarrollo que sacuda a los países menos desarrollados mediante una revolución social e histórica que rompa las condiciones de dependencia que el capitalismo impone al Tercer Mundo¹⁴⁰¹.

4.3.3.2 Teoría del Sistema Mundial Moderno

Esta teoría tiene como uno de sus principales exponentes a Immanuel Wallerstein, que es uno de los teóricos marxistas más influyentes de la actualidad, ya que ha revitalizado el materialismo histórico. Aunque no es el único, él y sus seguidores¹⁴⁰² han analizado las condiciones socioeconómicas de diferentes regiones del mundo. Entienden que existe un intercambio desigual, con Estados fuertes en el Centro y débiles en la Periferia. La obra de mayor trascendencia de Wallerstein es *The Modern World System* (1974),

condiciones nacionales necesarias para el desarrollo. Ver: Dos Santos, T. (1971) *La Estructura de la Dependencia*, y Dos Santos, T. (1979) *La cuestión de la teoría de la dependencia*, en Villarreal, R. [Ed.] *Economía Internacional*. Págs. 488-499.

¹³⁹⁸ Ver: Hirschman, A. (1984) *De la economía a la política y más allá*. Pág. 14.

¹³⁹⁹ Su obra conjunta: *El capital monopolista*, es un ensayo-bosquejo, o así ellos mismos lo definen. Los autores se centran en el excedente económico, el índice de productividad y de riqueza, de la libertad que una sociedad tiene para alcanzar sus metas. Por ello eligen un modelo que tiene las siguientes características: 1) El control descansa en la dirección; 2) la dirección la constituye un grupo que se autoperpetúa; 3) Independencia financiera. Estas son las características de las corporaciones gigantescas que analizan. Señalan las formas que tienen para que el excedente “1) puede ser consumido, 2) puede ser invertido; 3) puede desperdiciarse.” Ver: Baran, P. y Sweezy P. (1968) [1966] *El capital monopolista*. Pág. 67.

¹⁴⁰⁰ Bustelo propone la siguiente clasificación de las diversas interpretaciones de la teoría de la dependencia: 1) Teoría general del subdesarrollo, en la que se entiende un estancamiento de estos países dentro del sistema. Ej: Frank, Amin, Dos Santos, Marini, etc; 2) El análisis de la C.E.P.A.L. enfatiza el crecimiento económico, asume que existen diversos obstáculos para su desarrollo. Ej: Furtado, Sunkel, Pinto, etc. 3) El análisis del subdesarrollo cuestiona las dos visiones anteriores y propone el concepto “desarrollo dependiente asociado” Ej: Cardoso y Falleto. Ver: Bustelo, P. (1992) *Economía del desarrollo. Un análisis histórico*, así como: Bustelo, P. (1998) *Teorías contemporáneas del desarrollo económico*. Pág. 208.

¹⁴⁰¹ Ver: Palma, G. (1987) *Dependencia y desarrollo: una visión crítica*. Pág. 50, así como: Bustelo, P. (1998) *Teorías contemporáneas del desarrollo económico*. Pág. 204.

¹⁴⁰² Podemos mencionar como desarrolladores de esta teoría a Samir Amin, Immanuel Wallerstein y Giovanni Arrighi, así como sus seguidores Shannon y So, entre otros.

en la que realiza una investigación minuciosa, basada en la obra de historiadores como Postan, Chaunu, Bloch, Kosminsky, Lublinskaya y Braudel, deteniéndose en las relaciones económicas europeas desde fines del siglo XV al siglo XVII. Hace énfasis en la transición del sistema feudal a la formación del Estado burgués¹⁴⁰³.

A partir del análisis histórico de Wallerstein acerca de las relaciones comerciales internacionales, la transferencia de tecnología, los mecanismos financieros y la difusión de las innovaciones entre países, se estructuraría una crisis que padecen los países subdesarrollados. Una de sus tesis es que la estructura del mundo ya no se dividía solamente en Centro y Periferia, sino que es trimodal, y así aparecía la Semi-periferia, que intentaba explicar el surgimiento de los llamados nuevos países industrializados, que, como dice gráficamente d'Entremont (1997), no se hallaban cómodos entre los países pobres y venían a incomodar a los países ricos¹⁴⁰⁴.

4.3.4 Teoría Neoliberal del Desarrollo

Después de la revolución keynesiana y la síntesis neoclásica-keynesiana que le siguió, nos acercamos a esta corriente, que tiene entre sus bastiones una férrea oposición a la intervención del Estado en la economía excepto cuando el mercado carezca de eficiencia; ejemplos son los monopolios y las barreras al comercio que disminuyen el crecimiento¹⁴⁰⁵. La teoría del desarrollo tuvo

¹⁴⁰³ Entiende que la *economía mundo* del siglo XVII es producto de la crisis del siglo XVI: recesión del 1590, que se acentuó en 1620, pero que alcanzó su peor parte en torno a 1650. A partir de este momento surgen los cuatro sectores, centro, semiperiferia, periferia y «arena exterior», que van a determinar sustancialmente toda la evolución europea posterior. *El sistema de la economía mundo* que nace es un sistema social que “posee límites, estructuras, grupos, miembros, reglas de legitimación y coherencia. Su vida resulta de las fuerzas conflictivas que lo mantienen unido por tensión y lo desgarran en la medida en que cada uno de los grupos busca eternamente remodelarlo para su beneficio”. Ver: Wallerstein, I. (1984) *El moderno sistema mundial: I La agricultura capitalista y los orígenes de la economía-mundo europea del siglo XVI*. Pág. 490.

¹⁴⁰⁴ El *development gap* que apunta d'Entremont, media entre los países más aventajados y los más rezagados, es lo que determina la magnitud y los parámetros de los distintos grados de desarrollo, y esto obliga a los países más pobres a mirar hacia los más ricos en búsqueda de modelos para lograr el progreso. Ver: d'Entremont, A. (1997) *Geografía económica*. Pág. 477.

¹⁴⁰⁵ Para Hunt (1989), la teoría se fundamenta esencialmente dos bastiones: 1) la defensa de la eficacia del mercado como mecanismo de asignación óptima de los recursos junto con la crítica a la intervención pública en las actividades económicas por cuanto generadoras de distorsiones. 2) las ventajas de una participación plena en el comercio internacional. Con ello, es contraria al modelo de industrialización por sustitución de importaciones, que

su auge en la década de los ochenta del siglo XX, y sus antecedentes se encuentran en tres décadas anteriores, específicamente en los años cincuenta y sesenta¹⁴⁰⁶. Uno de los autores de esta teoría, Paul Bauer, analiza los países subdesarrollados identificando sus rasgos y sus problemas principales. Señala: “*la ausencia de un mecanismo administrativo evolucionado y las dificultades de una reacción efectiva del consumidor, plantea problemas que no pueden resolverse eficazmente*”¹⁴⁰⁷. Comenta que es muy fácil que los impuestos que van destinados al desarrollo adopten formas que retrasen el aumento de la producción. Se debe propiciar la inversión privada, pero el problema es que los empresarios locales no son premiados. Además es preciso estimular el ahorro, pues “*es una contribución neta a la oferta de capital*”. La inversión no es el único medio para el desarrollo económico; hay fuerzas institucionales y políticas que tienen mayor importancia¹⁴⁰⁸.

La teoría neoliberal de desarrollo, como señala Hidalgo (2011), entiende que las fuerzas de mercado, mediante su acción libre, son el mecanismo más eficaz para la asignación de recursos; por tanto subraya la liberalización internacional del comercio. Pero además observa una necesidad de impulsar tecnologías más avanzadas, aunque esto implique la reasignación de factores. Sin embargo, tendrán que ser los agentes privados, en la búsqueda de la maximización del beneficio, los encargados de introducir estos procesos productivos¹⁴⁰⁹. Algunos de los planteamientos de esta teoría son reinterpretaciones del mercado. Bauer (1975) resalta el mercado como garantía de eficiencia y de libertad; por ello propone una liberalización interna en los países en vías de desarrollo en la que los agentes busquen la maximización del beneficio¹⁴¹⁰.

supone restricciones a las importaciones y al sesgo antiexportador. Ver: Hunt, D. (1989) *Economic theories of development. An analysis of competing paradigms*. Pág. 326.

¹⁴⁰⁶ Autores como Jacob Viner, Gottfried Haberler, Theodore Schultz, Colin Clark, Eugene Staley, Peter Bauer, Hla Mynt, Harry Johnson, Arnold Harberger y Robert Solow, que desde una perspectiva conservadora mantuvieron una postura crítica a la teoría de la modernización. Se les reconoce por seguir las teoría clásica de la división del trabajo de Adam Smith (1776), la teoría clásica de la ventaja comparativa de David Ricardo (1817), la teoría neoclásica de la dificultad de alcanzar el estado estacionario de Alfred Marshall (1890) y la moderna teoría neoclásica del comercio internacional de Eli Heckscher (1919) y Bertil Ohlin (1933), entre otros.

¹⁴⁰⁷ Ver: Bauer, P. (1965) *Análisis y política económica de los países subdesarrollados*. Pág. 120.

¹⁴⁰⁸ Ver: Bauer, P. (1965) *Análisis y política económica de los países subdesarrollados*. Págs. 138-139.

¹⁴⁰⁹ Ver: Hidalgo, A. (2011) “Economía Política del Desarrollo. La construcción retrospectiva de una especialidad académica”. *Revista de Economía Mundial*. Núm. 28. Págs. 279-320.

¹⁴¹⁰ Señala a los recursos naturales como uno de los determinantes del desarrollo, junto con los contactos exteriores y las oportunidades del mercado. Pero señala que los recursos nos

En las décadas de los ochenta y noventa se produce un giro neoclásico sin precedentes, una vuelta a las versiones más liberales de la economía. La idea que predomina es que el sistema económico general es uno, y las especificidades de la economía del desarrollo sólo perjudican a los propios países que adoptan estas medidas (los subdesarrollados)¹⁴¹¹. Por tanto, la estrategia del desarrollo pasa por poner en práctica el modelo económico general de una manera decidida en los países con atraso. Diferentes organismos internacionales se pronunciaron a favor de las políticas neoliberales, como la OCDE, el Banco Mundial, el FMI o el *Institute of Economic Affairs*. Esta postura derivó, tras la caída del Muro de Berlín, en el denominado “*Consenso de Washington*”¹⁴¹², que proponía unas medidas de política económica de corte neoliberal¹⁴¹³.

En el *Consenso de Washington* se recoge un documento derivado del Seminario Internacional *Latin American Adjustment* que publicó en 1990 Jeffrey G. Williamson, que contenía dos temas principales: el diagnóstico de la crisis de los países de Latinoamérica y las recomendaciones que se deberían aplicar a corto plazo, con la respectiva reforma estructural. Se asume que el crecimiento del Estado, del proteccionismo, ha sido excesivo

son imprescindibles, no así las habilidades humanas que permiten explotar estos recursos. Ver: Bauer, P. (1975) *Crítica de la teoría del desarrollo*. Pág. 87.

¹⁴¹¹ Este sentir queda reflejado en “*el declive de la economía del desarrollo probablemente nos llevará a mejorar la salud de las economías y de las economías de los países en desarrollo*” Traducción propia. Ver: Lal, D. (2000) *The Poverty of “Development Economics”*. Pág. 109.

¹⁴¹² El *Consenso de Washington* queda nombrado así por el complejo político-económico-intelectual que agrupa al FMI, BM, la Reserva Federal y altos cargos de la Administración estadounidense. Para mayor detalle, se puede consultar: Serrano, J. (2000) *El “Consenso de Washington” ¿paradigma económico del capitalismo triunfante?*

¹⁴¹³ La postura tan firme de los organismos internacionales deriva de una serie de acontecimientos que, siguiendo a Hunt (1989), y Bustelo (1998), podemos sintetizar en: 1) el cambio de fuerzas a nivel mundial. Tras la crisis del petróleo en los setenta, ahora los países exportadores ponen condiciones; 2) la falta de respuesta a una crisis de oferta como la que ocurrió en los años setenta; 3) la llegada de partidos conservadores al poder: Thatcher, Reagan y Kohl; 4) la deuda externa hizo que los países del Tercer Mundo se vieran obligados a recurrir más al FMI y al BM, lo que ayudó a que estas instituciones ganaran en influencia.; 5) el fracaso de las estrategias *estatalitas* de desarrollo en el Tercer Mundo; 6) la persistencia de países muy pobres, el enfoque de la dependencia, así como el éxito de los Países Industrializados Asiáticos que habían conseguido aunar crecimiento sostenido, transformación estructural y mejoras en el bienestar. Ver: Hunt, D. (1989) *Economic theories of development. An analysis of competing paradigms*. Pág. 70. Así como: Bustelo, P. (1998) *Teorías contemporáneas del desarrollo económico*. Págs. 163-164, además: Toye, J. (1993) *Dilemmas of development: Reflections on the Counter-revolution in Development Economics*. Págs. 71-72.

tanto en la regulación como en las empresas públicas, que son ineficientes. Además se observa una incapacidad de los gobiernos para controlar el déficit público. Por tanto, con objeto de subsanar la crisis de la deuda se proponen diez medidas: 1) Mayor disciplina fiscal; 2) Reordenación de las prioridades del gasto público; 3) Reforma tributaria; 4) Liberalización de las tasas de interés; 5) Tipo de cambio competitivo; 6) Liberalización del comercio; 7) Liberalización de la inversión extranjera directa; 8) Privatización de las Empresas Públicas; 9) Desregulación; y 10) Derechos de Propiedad, sobre todo en cuanto al sector informal¹⁴¹⁴.

Las críticas no se hicieron esperar, principalmente por el tema de la equidad. La exclusión era manifiesta si tenemos en cuenta, además, que las medidas consensuadas estaban principalmente dirigidas a una región, Latinoamérica¹⁴¹⁵. Se reformuló el Consenso tratando de subsanar la exclusión y con este propósito se añadieron, desde el punto de vista social, algunos temas relativos a las prioridades en el gasto público, la reforma tributaria o la liberalización financiera¹⁴¹⁶.

Entre los críticos destaca Stiglitz (1997), que se violentó con su postura ante estas medidas, principalmente por no contemplar la regulación de los mercados financieros o la reforma agraria¹⁴¹⁷. Comenta que algunas de las medidas propuestas son necesarias, aunque no son suficientes para lograr un

¹⁴¹⁴ Estas medidas han sido fuertemente criticadas por su visión neoliberal del desarrollo, visión que ha negado en repetidas ocasiones el propio autor. Ver: Williamson, J (1990) *What Washington means by policy reform*, en Williamson, J. [Comp.] *Latin American Adjustment*. Institute of International Economics. Washington D.C. Págs. 8-17; y Williamson, J. (2003) “No hay consenso. Reseña sobre el Consenso de Washington y sugerencias sobre los pasos a dar”. *Finanzas y Desarrollo*. Págs. 10-13.

¹⁴¹⁵ Posteriormente, Williamson intentó justificar esta exclusión, señalando: “*mi pretensión era elaborar una lista positiva más que una lista normativa. Sin embargo, apruebo todo el contenido de la lista, lo que no es demasiado sorprendente, ya que vivo en Washington y me gusta pensar que soy más razonablemente ecléctico que temperamentalmente rebelde. No obstante, la lista es sensiblemente diferente de la que habría elaborado si mi objetivo hubiese sido una lista normativa, ya que esto último habría tenido un componente mucho más orientado a la equidad. Excluí deliberadamente de la lista todo lo que fuera básicamente redistributivo -no lo que tuviera consecuencias equitativas como un subproducto de la búsqueda de objetivos de eficiencia- porque pensé que el Washington de los ochenta era una ciudad muy desdeñosa de las preocupaciones sobre la igualdad.*” Ver: Williamson, J. (1993) “Democracy and the “Washington Consensus” ”. *World Development*. Vol. 21. Págs. 1329-1336.

¹⁴¹⁶ Las modificaciones que presenta Williamson en relación a la equidad fueron planteadas como una relación de sustitución.

¹⁴¹⁷ Ver: Stiglitz, J. (1997) *The Role of Government in Economic Development*, en Bruno, M. y Pleskovic, B. [Eds.] *Annual World Bank Conference on Development Economics*. Págs. 11-23.

auténtico desarrollo humano, integral y democrático¹⁴¹⁸. Por tanto podemos sintetizar que la postura del desarrollo que propone Stiglitz no debe incluir únicamente objetivos económicos, sino que enfatiza los procesos y las libertades políticas. Así, plantea cuatro objetivos fundamentales:

- 1) La mejora de los niveles de vida;
- 2) Un desarrollo sostenible;
- 3) Un desarrollo igualitario;
- 4) Un desarrollo democrático.

4.3.5 Teorías Neo-institucionalistas

El institucionalismo económico es una corriente de pensamiento que surge hacia fines del siglo XIX¹⁴¹⁹ a partir de la publicación en 1899 de la obra de Thorstein Veblen (1857-1929)¹⁴²⁰ principalmente, y de los trabajos de John R. Commons, Wesley Mitchell y Clarence Ayres. Siguiendo a Rutherford (2001), el término “economía institucional” se usa, con diferentes variaciones, para referirse a una escuela del pensamiento¹⁴²¹ que ha ido cambiando de exponentes y tiene su origen en el institucionalismo estadounidense. También participan en esta corriente autores del historicismo alemán, como F. List, W. Roscher, B. Hildebrandt, G. Schmoller

¹⁴¹⁸ Apunta: “Algunos países han seguido muy de cerca los dictados del modelo, pero no han experimentado funcionamientos económicos especialmente fuertes. Otros países han ignorado muchos de los dictados -como mínimo respecto a detalles cruciales de secuenciación- y han experimentado algunas de las tasas más altas de crecimiento sostenido que el mundo haya visto jamás. Concentrándose en un grupo excesivamente estrecho de objetivos -incremento del PIB-, otros objetivos, como la equidad, pueden haber sido sacrificados...” Ver: Stiglitz, J. (1998) *Knowledge for Development: Economic Science; Economic Policy, and Economic Advice*. en Pleskovic, P. y Stiglitz, J. [Eds.] *Annual World Bank Conference on Development Economics*. Pág. 2.

¹⁴¹⁹ Siguiendo a Backhouse (1988), los representantes del enfoque institucionalista se concentraron geográficamente en Estados Unidos, y la corriente floreció en el periodo de entreguerras. Es decir en la transición de 1920-1930. Ver: Blackhouse, R. (1988) *Historia del Análisis Económico Moderno*.

¹⁴²⁰ Para una visión de la vida y obra de Thorstein Veblen, se puede consultar: Gorostiza, J. (2013) “Thorstein Veblen, el inclasificable”. *Revista de Economía Crítica*. Vol. 16. Págs. 323-332.

¹⁴²¹ Ver: Rutherford, M (2003) [2001] “La economía institucional: antes y ahora”. *Análisis Económico*, Núm. 28. Págs. 13-39. Publicado originalmente en: *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 15.

y W. Sombart, por mencionar algunos. Los trabajos que han tenido mayor difusión son los propuestos, entre otros, por Ronald Coase, Edith Penrose, Douglass North, Oliver Williamson y Elinor Ostrom.

Es interesante *La teoría de la clase ociosa* que publicó en 1899 Veblen, en el que critica la sociedad de consumo norteamericana a través del análisis de la clase ociosa como factor económico en la vida moderna. Introduce términos como *consumo ostensible*¹⁴²² o *emulación pecuniaria*¹⁴²³, así como un análisis detallado de la moda, entre otros aspectos. Posteriormente, en *La teoría de la empresa de negocios* (1904), resalta la lucha de poder entre los distintos grupos sociales, comparándola con las especies en un mismo ecosistema en la sociedad: los que tienen un carácter industrial luchan contra los que tienen un carácter monetario, los primeros por esmero, los segundos por derroche.

Sin embargo, siguiendo a Rutherford (2001), no es posible descubrir en qué se convirtió el institucionalismo partiendo de la influencia, exclusiva, de Veblen. Muchos institucionalistas, como Hamilton, J. M. Clark, John R. Commons o Robert L. Hale, se interesaron por cuestiones de ámbitos legales vinculadas a la economía. Por ejemplo, Commons, en su libro de 1924 *The Legal Foundations of Capitalism*, propone nociones de mediación en los conflictos.¹⁴²⁴ Además contribuyó en temas microeconómicos con su concepto de *transacción* como unidad básica de análisis¹⁴²⁵.

¹⁴²² Entiende que después de cierta refinación social –las comunidades incipientes las clasifica como bárbaras– producto la refinación de la *clase ociosa*, se produce una diferenciación en el consumo. Así el consumo se transforma en una demostración de riqueza. Comenta: “Durante las primeras etapas del desarrollo económico, el consumo ilimitado de bienes, en especial de bienes de mejores calidades, -idealmente todo consumo que exceda del mínimo de subsistencia -corresponde a la clase ociosa.” Ver: Veblen, T. (1974) [1899] *Teoría de la clase ociosa*. Pág. 79.

¹⁴²³ Término que abarca en el capítulo II, y que entiende como parte de la evolución cultural de la clase ociosa. Así enfatiza que en esta evolución surgen dos clases: la clase trabajadora y la clase ociosa. Para argumentar lo anterior hace un análisis de los roles (hombre-mujer) en una comunidad y como la propiedad modifica las relaciones. Señala: “Dondequiera que exista la institución de la propiedad privada, aunque sea en forma poco desarrollada, el proceso económico presenta como característica una lucha entre hombres por la posesión de los bienes.” Apunta que en la medida que las comunidades progresan y aparece cierto desarrollo tecnológico, la eficacia industrial permite “más que los medios mínimos de subsistencia.” El aumento de las comodidades de vida permite el consumo de bienes. Gradualmente, en las sociedades, se hace necesario un grado de éxito manifestado en la acumulación de capital. Recuerda que *la proeza y la hazaña* dejan de ser la base del otorgamiento de la estima popular para que *la riqueza y las posesiones* adquieran ese reconocimiento social. Ver: Veblen, T. (1974) [1899] *Teoría de la clase ociosa*. Págs. 31 y 36.

¹⁴²⁴ Los términos de las transacciones estaban determinados por la estructura del marco legal, así como el poder económico. Por lo que estudió diversos temas como los derechos de

Walton Hamilton (1919) fue el primero en utilizar el término “economía institucional” en una conferencia dictada para la *American Economic Association* (AEA)¹⁴²⁶. Sin embargo, diversos autores reconocen el evento como un hecho simbólico en el institucionalismo; pese a ello existe una declaratoria que defiende su identidad como grupo¹⁴²⁷. Dada la diversidad de propuestas institucionalistas y de autores, es complejo contar con un cuerpo doctrinal. Sin embargo, siguiendo a Haney (1945), entendemos cinco elementos fundamentales que comparten los miembros del primer institucionalismo: 1) Las conductas y las reglas de los actores económicos, y no los precios, son determinantes en la estructura económica; 2) El comportamiento humano es cambiante, por ello las generalizaciones deberán ser acotadas a un tiempo y lugar específico; 3) Se subrayan las costumbres, los hábitos y las leyes como modos de organización de la vida económica; 4) Hay diversos factores que influyen a los individuos que no están sujetos a medición; 5) Los desajustes en la economía deben ser considerados como situaciones normales; por tanto su reiteración muestra la necesidad de mejorar las instituciones¹⁴²⁸.

Una vez identificadas las ideas y principales exponentes, es preciso detenerse en la también llamada nueva economía institucional, o neo institucionalismo, que se basa, fundamentalmente, en los trabajos de Ronald Harry Coase (1919-2013)¹⁴²⁹. Aunque también otros autores, como Douglas North¹⁴³⁰, Furubotn y Richter, forman parte de una propuesta que, como comenta Lozano (1999), busca dar respuesta a cuestiones que la economía

propiedad, el contexto legal de las transacciones, la propiedad intangible, la evaluación de los servicios públicos, y la negociación colectiva. Ver: Rutherford, M. (2003) [2001] *La economía institucional: antes y ahora*. Pág. 17.

¹⁴²⁵ Hamilton y Hale terminaron por trasladarse a escuelas de leyes, con las que tenían estrechas conexiones, sin menoscabar su contribución a la economía institucional.

¹⁴²⁶ Ver: Hamilton, W. (1919) “The Institutional Approach to Economic Theory”. *The American Economic Review*. Vol. 9. Núm. 1. Supplement, Papers and Proceedings of the Thirty-First Annual Meeting of the American Economic Association. Págs. 309-318.

¹⁴²⁷ Ver: Hodgson, G. (2007) *Economía Institucional y Evolutiva Contemporánea*.

¹⁴²⁸ Ver: Haney, L. (1945) *History of Economic Thought*.

¹⁴²⁹ Coase acuñó el concepto de los costes de transacción que hacen referencia al sobreesfuerzo económico que los agentes deben realizar para actuar en los distintos mercados sujetos a unas normas y reglas específicas. Estos costes se pueden dividir en tres categorías: costes de información, costes de negociación y decisión, y costes de vigilancia y ejecución.

¹⁴³⁰ North explica que no siempre el individuo se comporta de forma racional en su decisión económica, al verse influido por su herencia cultural y entorno social, o simplemente por no poseer información. Ver: North, D. (1993) *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*.

ortodoxa es incapaz de explicar. Para ello realizan un estudio pormenorizado del papel institucional en la economía¹⁴³¹. Su visión del sistema económico no tiene como agente económico al *individuo* sino a la *comunidad*, y por tanto dan gran importancia a las teorías sociales del comportamiento humano, y explican el desarrollo económico como un proceso histórico, desde un enfoque multidisciplinar.

Coase, además de fundador de la nueva economía institucional, también lo es del Análisis Económico del Derecho. Su trabajo más influyente es *El problema del coste social* (1960), aunque sus ideas centrales ya se encontraban en *La naturaleza de la empresa* (1937), en donde explica que cualquier sistema de asignación de precios tiene un coste y es posible hacer un análisis económico de las reglas, las formas de organización y los métodos de pago¹⁴³².

En la notoria controversia que Coase sostuvo con Pigou¹⁴³³, el primer error que identifica es la definición de mercado, que se apoya en un conjunto de supuestos sobre la competencia entre los que destacan los costes de transacción cero¹⁴³⁴. La crítica de Coase a la Economía del Bienestar se basa en la inexistencia de costes de transacción asumida por Pigou, que tienen dos particularidades: que no son realistas y no dan lugar a las interrelaciones entre los agentes económicos. Estos costes están asociados al coste de uso

¹⁴³¹ Ver: Lozano, J. (1999) "Economía Institucional y Ciencia Económica". *Revista de Economía Institucional*. Págs. 99-128.

¹⁴³² La visión de Coase sobre los costes de transacción en la teoría sobre la organización moderna fue reintroducida por Oliver E. Williamson en *La economía de coste de transacción: relaciones contractuales de gobierno*. En esta obra apunta que "las principales dimensiones para describir transacciones son: la incertidumbre, la frecuencia de cambio y el grado de inversión". Señala que la organización eficiente de la actividad económica implica estructuras de gobierno que coinciden con estos atributos transaccionales de una manera discriminatoria. Ver: Williamson, O. (1979) "Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations". *Journal of Law and Economics*. Vol. 22. Núm. 2. Pág. 261.

¹⁴³³ La estructura presentada por Pigou tiene al menos dos implicaciones: la primera es económica, la segunda es política e institucional, y ambas tienen importantes consecuencias en el campo ambiental. Pigou introduce en el análisis económico el concepto regulador de coste externo, lo que se traduce en la diferencia entre el coste social y el coste privado. Dicho coste se manifiesta cuando una externalidad negativa es impuesta a la sociedad. La introducción de esta variable tuvo un significado importante desde el punto de vista económico y ambiental. Pigou plantea que de la condición de responsabilidad compensatoria se deriva que quien causa una externalidad negativa debe compensar a la sociedad con una cantidad monetaria equivalente al coste externo.

¹⁴³⁴ Esta compensación fue implementada como un impuesto (conocido más tarde como impuesto *pigouviano*). Tenía como base la existencia de un coste externo transferido a la sociedad, lo que directamente implica que el productor de esa externalidad se debe responsabilizar por dicho coste como una forma de inducir a los agentes a operar en el nivel socialmente óptimo. Ver: Pigou, A. (1946) [1920] *Economía del Bienestar*. Pág. 165.

del mercado que, por su parte, depende del marco institucional, de tal modo que es aquí donde las instituciones en general, y el mercado en particular, revelan su importancia económica.

Para Coase, cuando los costes de transacción son nulos, es indiferente si el causante de una externalidad se responsabiliza o no del daño causado, ya que cualquiera que sea la designación de los recursos en el largo plazo implicará una distribución óptima y la producción será maximizada¹⁴³⁵. Es en este sentido en el que Coase sostiene que los derechos para aclarar cualquier actividad serían utilizados por el agente económico que más los valore sin necesidad de la intervención gubernamental, lo que implicaría un proceso negociador entre los agentes en el que los recursos serían distribuidos del modo más eficiente¹⁴³⁶.

En los costes de transacción positivos en las operaciones de mercado, los derechos solo serán emprendidos cuando el incremento en el valor de la producción provocado por dicho reordenamiento sea mayor que los costes derivados del mismo. Los costes de transacción positivos van a definir el reordenamiento de los derechos, por lo que puede suceder que los costes impidan el uso de los derechos. El proceso de negociación se vuelve más complejo y podría ocurrir que la negociación no se concrete por el elevado precio de los costes de transacción¹⁴³⁷. En síntesis, la introducción de los costes de transacción en el mercado influye, por un lado, en la relación entre los participantes de ese mercado, y por otro, en la corrección de las externalidades provocadas. En el primer caso limita la posibilidad de negociación y de establecimiento de los contratos. En el segundo caso, desestimula la negociación¹⁴³⁸.

Coase cree que las conclusiones a las que llega Pigou tras el estudio de la diferencia entre costes social y privado son incorrectas porque Pigou excluye los ordenamientos sociales alternativos del análisis económico, lo que puede imposibilitar la maximización del producto social final. Por eso Coase sólo

¹⁴³⁵ Ver: Coase, R. (1988) *The Firm, the Market, and the Law*. Pág. 101.

¹⁴³⁶ Ver: Coase, R. (1988) *The Firm, the Market, and the Law*. Pág. 115.

¹⁴³⁷ Ver: Coase, R. (1988) *The Firm, the Market, and the Law*. Pág. 114.

¹⁴³⁸ Coase entiende que la responsabilidad, cuando los costes de transacción son nulos, es indiferente quién se haga responsable de la externalidad negativa porque los afectados de los derechos de propiedad podrían actuar de diferentes modos en el mercado para buscar una solución económica, por lo que el problema económico formulado por Pigou es irreal. Ver: Coase, R. (1988) *The Firm, the Market, and the Law*. Pág. 104.

encuentra pertinentes aquellas acciones estatales en las cuales lo que se gana tiene un valor mayor de lo que se pierde para la sociedad¹⁴³⁹.

Coase cree que, ante una externalidad negativa, lo propio es evitar el mal mayor. Por tanto, cada conflicto debe ser estudiado considerando las circunstancias en las cuales está envuelto cada participante, valorando lo que se gana y lo que se pierde en cada caso, observando las posibilidades reales de negociación entre las partes y extrapolando el resultado a la esfera social¹⁴⁴⁰. La conclusión de Coase es que el análisis económico debe ser complementado considerando los nuevos ordenamientos sociales que se producirían como resultado de los cambios en el mercado generados por una intervención estatal, o sea, qué se gana y qué se pierde en cada caso¹⁴⁴¹.

La importancia de la escuela neo institucionalista, siguiendo a Burgos (2002), es que parte de conceptos como la teoría de agencia¹⁴⁴², los costes de transacción, de información imperfecta, etc., para explicar que el mercado no resuelve diversos problemas, y por ello justifica la intervención del Estado¹⁴⁴³. Como cualquier escuela, tiene sus críticos, entre los que pueden señalarse Racy, Moura Jr. y Scarano (2005). Una visión analítica alternativa es la de Rutherford (1994) y Toboso (1997), que dudan de la separación entre nuevos y viejos institucionalistas¹⁴⁴⁴.

En este sentido, John Kenneth Galbraith (1982) señala que esta corriente postula la imperfección del mercado en cuanto que es causada por su tamaño: un mercado con un número elevado de agentes promueve el anonimato recíproco; en cambio, un mercado con un número reducido de agentes lleva a que las relaciones sean menos formales, lo que introduce mecanismos de distorsión de los precios, como las preferencias individuales

¹⁴³⁹ Ver: Coase, R. (1988) *The Firm, the Market, and the Law*. Pág. 155.

¹⁴⁴⁰ Ver: Coase, R. (1988) *The Firm, the Market, and the Law*. Págs. 96 y 142.

¹⁴⁴¹ Por lo que la maximización del producto social sobre el privado puede no resultar en el óptimo social. Ver: Coase, R. (1988) *The Firm, the Market, and the Law*. Pág. 142.

¹⁴⁴² La relación de agencia consiste en la contratación de un agente por parte de un principal para que el primero defienda los intereses del segundo, pero lo que el agente puede tener un comportamiento oportunista velando por sus intereses en vez de por los de su contratante.

¹⁴⁴³ La contribución es una nueva lectura de las instituciones en la teoría del desarrollo, en la que se incorporan conceptos y categorías de otras disciplinas como la sociología, la psicología, el derecho, etc. Ver: Burgos, G. (2002) "Derecho y Desarrollo Económico: De la teoría de la Modernización a la Nueva Economía Institucional". *Revista de Economía Institucional*. Núm. 4. Págs. 175-199.

¹⁴⁴⁴ Ver: Racy, J.; Moura, A. y Scarano, P. (2005) "História, instituições e as relações sociais de produção na teoria econômica". VIII Encontro de Economia da Região Sul; Rutherford, M. (1994) *Institutions in Economics: The Old and the New Institutionalism*; Toboso, F. (1997) "¿En qué se diferencian los enfoques de análisis de la vieja y la nueva economía institucional?". *Hacienda Pública Española*. Núm. 143. Págs. 175-192.

o las variables socio-emotivas particulares¹⁴⁴⁵. Sugiere, por tanto, la necesidad del control de precios en una economía con pocos agentes para deshacer el desfase temporal entre la prescripción del término de intercambio y su aplicación práctica, así como la disociación entre los costos y la capacidad productiva de las firmas¹⁴⁴⁶. Reconoce además la permanencia de los desequilibrios del mercado (como los equilibrios sub-óptimos, los monopolios, el desfase permanente entre la oferta y la demanda o la falta de correspondencia de los precios) y el supuesto de movilidad limitada de recursos y factores en una economía continental como la de Estados Unidos.

Otras obras que actualizan el institucionalismo norteamericano, además de las de Eggertsson (1990), North (1990) y Williamson (1998), son las de Powell y DiMaggio (1991) y de Hall y Soskice (2002). Estos autores, los institucionalistas actuales, se ocupan de: 1) la imperfección del mercado basada en el tamaño; 2) la posibilidad del control de los precios en una economía con pocos agentes; 3) la permanencia de los desequilibrios del mercado; 4) la discusión del supuesto de movilidad limitada de recursos y factores; 5) la propuesta de una secuencia revisada (complejidad entre oferta y demanda); 6) la negación del individualismo metodológico; 7) la crítica de la hipótesis de la maximización hedonista como móvil del comportamiento de los agentes; 8) el recurso a nuevas áreas temáticas como los contratos y derechos de propiedad; 9) la concepción del mercado como institución regulada por normas, con costos intrínsecos y límites de crecimiento endógenos; 10) la imposibilidad de la competencia perfecta, así como los costos de la falta de oligopolios competidores en el mercado, que se reflejan en el “poder compensatorio”¹⁴⁴⁷; y 11) la búsqueda de patrones-modelos (al contrario de los neoclásicos, cuyo objetivo son los modelos predictivos) que sean validados por la evidencia estructural.

Por otro lado, Stiglitz (1997) ha contribuido a las nuevas propuestas institucionales sobre todo en lo relacionado con la aplicación de procesos participativos. Propone una Estrategia de Desarrollo en la que el fortalecimiento del capital social y el mantenimiento de la organización social sean partes integrantes claves, así incide en la búsqueda de una mayor transparencia y una reducción de la burocracia¹⁴⁴⁸.

¹⁴⁴⁵ Ver: Galbraith, J. (1982) *Una teoría do controlo dos preços*. Pág. 31.

¹⁴⁴⁶ Ver: Galbraith, J. (1982) *Una teoría do controlo dos preços*. Pág. 45.

¹⁴⁴⁷ Ver: Heilbroner, R. (1984) *Formacao da sociedade económica*.

¹⁴⁴⁸ Ver: Stiglitz, J. (1997) *The Role of Government in Economic Development*. En Bruno, M y Pleskovic, B. [Eds.] *Annual World Bank Conference on Development Economics*. Págs. 11-23.

4.4 Los problemas ambientales desde la perspectiva económica

La economía tiene herramientas que ayudan a evaluar, contabilizar y modificar tendencias de producción o consumo que permiten abordar los problemas ambientales. Nos proporcionan una forma útil de organizar nuestros pensamientos sobre estos temas. Siguiendo a Riera (2005)¹⁴⁴⁹, existen seis ejes fundamentales en los que se centra la economía ambiental que aquí expondremos.

4.4.1 Crecimiento económico de carácter sostenible

Desde la segunda mitad del siglo XX se ha producido un crecimiento económico global sin precedentes. Por dar algunas cifras, la producción mundial de bienes y servicios creció desde 1950 hasta el año 2000 unas seis veces, hasta estar cerca de los 37 billones de dólares¹⁴⁵⁰. Se trata de un crecimiento exponencial, acelerado, que viene medido en cada país por el Producto Interior Bruto (PIB). Aunque en años recientes hemos pasado por periodos de estancamiento, no hay precedente histórico. En esta circunstancia se encuentra inmerso el dilema entre la economía y el medio ambiente: para muchos autores hay que centrar el debate entre crecimiento económico y desarrollo sostenible.

La diferencia entre el planteamiento primero y el actual supone cambios en el tratamiento de los recursos y la asunción de las tres funciones que provee el ambiente que ya hemos descrito. Esta triple función debe desarrollarse en un entorno de sustentabilidad, con la idea de evitar que los recursos no renovables disminuyan a límites en los que no se puede garantizar su existencia, además de no saturar la capacidad de asimilación ambiental. Ello permitirá la supervivencia en el largo plazo.

Como comenta Castilla (2009), esto implica tener presente a las generaciones futuras, lo que introduce “*un valor ético intergeneracional en la propia definición de sustentabilidad*”¹⁴⁵¹. La idea trasciende a todos los agentes económicos. La introducción de la ética y la responsabilidad en la toma de decisiones de todos los agentes económicos genera que las

¹⁴⁴⁹ Ver: Riera, P.; García, D.; Kristoöm, B y Brännlund, R. (2005) *Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales*. Pág. 25.

¹⁴⁵⁰ Datos del Banco Mundial equivalentes a dólares de 1990.

¹⁴⁵¹ Ver: Castilla, C. (2009) “Sostenibilidad, concepto y guía para el eterno debate entre economía y medio ambiente”. *CLM. Economía*. Núm. 15. Pág. 116.

empresas e instituciones hayan pasado a la consideración del concepto de Responsabilidad Social Corporativa, Responsabilidad Social Empresarial y Responsabilidad Social Sostenible como un intangible más en el contexto empresarial e institucional.

Bajo esta óptica, Turner (1993)¹⁴⁵² señala cuatro categorías de sostenibilidad:

- 1) Muy débil. En este planteamiento se asume la *sustitución* perfecta entre el capital producido por el hombre, el capital humano y el capital natural, de modo que un aumento del primero que llevase a una destrucción del capital natural podría considerarse sostenible.
- 2) Débil. Teniendo en cuenta este criterio de sostenibilidad, el capital natural no es siempre sustituible por otros tipos de capital. La sostenibilidad requiere el mantenimiento del capital natural salvo que el coste de conseguirlo sea excesivamente alto.
- 3) Fuerte. Considera que el capital natural se debe mantener con independencia del coste que suponga.
- 4) Muy fuerte. Para mantener y potenciar el capital natural, según este criterio de sostenibilidad, sería insostenible cualquier actividad humana que redujera la capacidad del capital natural. Se puede considerar sostenible aquella situación en la que el crecimiento económico y el de población sean nulos¹⁴⁵³.

Otra forma de entender la relación entre crecimiento y desarrollo sostenible es bajo un modelo de crecimiento sostenible que hace referencia al corto

¹⁴⁵² Ver: Turner, R. (1993) *Sustainability: Principles y Practice*. En: Turner, R. [Ed.] *Sustainable Environmental Economics and management. Principles y Practice*. Págs. 157-170.

¹⁴⁵³ Otros autores, como Norton (1992), establecen una sostenibilidad débil que surge de la racionalidad propia de la economía y otra fuerte, que deriva de la economía de la naturaleza. Ver: Norton, B. (1992) "Sustainability, Human Welfare and Ecosystem Health". *Ecological Economics*. Vol. 14. Núm. 2. Págs. 113-127.

plazo¹⁴⁵⁴, como es el índice a corto plazo de crecimiento interno. Sin embargo, las decisiones relacionadas con la actividad económica con efectos ambientales se tienen que tomar en entornos de corto plazo. El debate se centra en responder a preguntas tales como el tiempo y las posibilidades que existen de rectificar cuando percibimos que una decisión es errónea¹⁴⁵⁵.

En consecuencia, la solución es apostar por la prevención. De manera que se habla de prevención y precaución, conceptos del derecho que justifican las posturas preventivas ante la simple sospecha, independientemente de que no haya una evidencia científica que afecte al ambiente en sentido negativo.

4.4.2 La asignación de recursos naturales

Cada economía decide cómo utilizar sus factores de producción¹⁴⁵⁶, su capital humano, su capital físico y su capital natural, o recursos naturales¹⁴⁵⁷ (como los bosques, la tierra, el agua y los minerales). Siguiendo a Riera (2005)¹⁴⁵⁸ entendemos que los recursos naturales son bienes escasos y su importancia radica en que potencialmente permiten obtener un mayor bienestar.

Por ello aquella región que posee una mayor abundancia de recursos naturales (suelo, clima, condiciones geográficas, entre otros), debería ser

¹⁴⁵⁴ Un ejemplo es el punto de equilibrio o punto muerto (los ingresos igualan a los gastos, es decir que hay beneficio nulo). Al respecto ver: Pérez Moya, J. (1997) *Estrategia, gestión y habilidades directivas: Un manual para el nuevo directivo*. Pág. 86.

¹⁴⁵⁵ En temas ambientales, la respuesta es bastante pesimista; no podemos basar nuestro conocimiento en la prueba y el error (*trial and error*) porque en la mayoría de las ocasiones las consecuencias de una decisión mal tomada traería daños irreversibles.

¹⁴⁵⁶ Holland (1999) utiliza, en vez de factores de producción, recursos que se desprenden de la actividad económica, por lo que subraya el término Capital con tres categorías: 1) Capital natural: Elementos de la naturaleza empleados por el hombre; 2) Capital construido por el hombre: Elementos creados por el hombre, resultado de su intelecto, inventiva y habilidad; 3) Capital cultivado: Serían todos aquellos animales y plantas que han sido domesticados, en la agricultura o ganadería y sus derivados. Ver: Holland, A. (1999) "Sustainability: Should We Start From Here?", en Dobson, A. [Comp.] *Fairness and Futurity. Essays on Environmental Sustainability and Social Justice*. Pág. 78.

¹⁴⁵⁷ Para referirse a los recursos naturales muchos de los trabajos, como Gylfason, T. (2001) "Natural Resources and Economic Growth: What is the connection?". Asimismo: Sachs, J. y Warner A. (1995) "Natural Resource Abundance and Economic Growth". Además: Papyrakis, E. y Gerlagh, R. (2004) "Resource-Abundance and Economic Growth in the U.S.", entre otros, utilizan el porcentaje de exportaciones relacionadas con el sector primario.

¹⁴⁵⁸ Para más detalle sobre los límites del crecimiento, la economía ambiental y los recursos naturales ver: Riera, P.; Descalzi, C. y Ruiz, A. (2005) *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*. Págs. 1-21.

más rica que otras regiones. Como menciona Gallup (1999), cuenta con una herencia que no le ha costado nada, así que sólo la debe aprovechar para obtener el máximo de ganancias posible¹⁴⁵⁹.

En la misma línea, Esquivel (2000) presenta evidencias empíricas en favor de la idea de que la geografía natural influye en el desarrollo económico. Usa el caso de las entidades federativas de México a través de sus efectos en la formación. Los resultados demuestran que las características geográficas (tipo de clima, vegetación, altitud entre otras), influyen en el nivel del ingreso per cápita¹⁴⁶⁰. Otro ejemplo de un país que se ha beneficiado, o aún disfruta de sus riquezas naturales extensas, es Noruega, que convierte sus reservas de petróleo en valores extranjeros, con lo cual protege a su economía de los aumentos bruscos. Respecto a otro tipo de riqueza natural, como son los diamantes, Botswana ha experimentado un alto nivel de ingresos de crecimiento durante las últimas tres décadas, además de tener uno de los porcentajes más altos de gasto público en educación con respecto al PIB¹⁴⁶¹.

Como comenta Gylfason (2001), la fuerte dependencia de los recursos naturales influye de manera directa o indirecta en variables que pueden ser importantes para el crecimiento económico, entre otras: la educación, la inversión, las instituciones y las exportaciones. Esta influencia puede ser negativa o positiva, impidiendo el crecimiento económico o fortaleciéndolo, según sea el caso. Si los recursos naturales impiden el crecimiento, entonces

¹⁴⁵⁹ Ver: Gallup, J.; Sachs J. y Mellinger A. (1999) *Geography and Economic Development. Annual World Bank Conference on Development Economics 1998*.

¹⁴⁶⁰ Otros de los factores que quedan afectados de manera significativa son la esperanza de vida y los años de escolaridad promedio. Por su propia naturaleza, estos efectos sugieren que las características geográficas tienen efecto en la tasa de crecimiento del ingreso per cápita de cada entidad federativa.

¹⁴⁶¹ En el ensayo se examina la relación entre la abundancia de recursos naturales y el crecimiento económico en todo el mundo, y las razones principales por las que la producción basada en recursos pueden inhibir el crecimiento económico durante períodos largos, el abandono de la educación, la búsqueda de rentas y los fracasos de las políticas económicas en un gran número de países en el período de 1965 a 1998. Los datos muestran, además, que la participación del sector primario en la fuerza de trabajo está inversamente relacionada con el crecimiento *per cápita* entre los países. Sin embargo, lo que parece importar no es la abundancia de recursos naturales *per se*, sino más bien la calidad de su gestión y de la gestión económica de las instituciones en general. Para más detalle, ver: Gylfason, T. (2001b) "Nature, Power and Growth". *Scottish Journal of Political Economy. Scottish Economic Society*. Vol. 48. Págs. 558-88.

el capital natural tiende a desplazar a otros tipos de capital¹⁴⁶². Esta paradoja se conoce comúnmente como la maldición de los recursos naturales.

Se ha hecho referencia ya al debate que existe entre la relación del crecimiento económico y el ambiente. Los ambientalistas, a través de la economía del bienestar, analizan cómo los recursos naturales interactúan con la demanda de bienes y servicios. Esta rama de la economía proporciona un modelo que muestra que cuanto más producción y/o consumo se genera, hay menos calidad ambiental. El modelo permite estudiar las distintas combinaciones o elecciones que cumplen el criterio de eficiencia o de óptimo definido por Pareto¹⁴⁶³. La idea es buscar que la asignación sea la mejor de todas las posibles para la sociedad¹⁴⁶⁴.

De ahí se deduce lo que la teoría económica reconoce como fallos de mercado: cuando el mercado por sí sólo no genera la cantidad que se considera socialmente óptima debido a las externalidades y la existencia de recursos comunes con libre acceso.

El concepto de externalidad ha ido cambiando a partir de las aportaciones de A. Marshall, que consideraba que existe una externalidad cuando la producción o el consumo de un bien afectan directamente a consumidores y empresas que no participan en su producción o consumo. Las actividades económicas generan externalidades negativas¹⁴⁶⁵ –como lo son el agotamiento de los recursos naturales, la generación de residuos, el deterioro

¹⁴⁶² El autor realiza un análisis acerca del crecimiento económico y cómo varía de forma inversamente proporcional al porcentaje de capital natural. Al respecto ver: Gylfason, T. (2001) “Natural Resources, Education, and Economic Development”. *European Economic Review*. Vol. 45. Págs. 847-859.

¹⁴⁶³ Pareto definió el concepto de óptimo o eficiencia como aquella situación en la que no es posible beneficiar a más elementos de un sistema sin perjudicar a otros. Para mayor detalle ver: Riera, P.; Descalzi, C. y Ruiz, A. (2005) *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*. Pág. 176.

¹⁴⁶⁴ Para lograrlo es necesario contar con algún criterio que tenga en cuenta los aspectos distributivos asociados a cada asignación, lo que induce a utilizar también criterios de equidad distributiva. Podemos decir entonces que la economía ambiental analiza y estudia tanto las soluciones eficientes desde un punto de vista teórico como las que cumplen criterios de equidad distributiva mediante los métodos de elección social. Al respecto se apunta que “la elección social reside en determinar si es posible o no derivar de las preferencias individuales... Esto permitiría idear un procedimiento capaz de evaluar situaciones sociales, construir los indicadores del bienestar social y orientar las decisiones públicas”. Sen, A. (2003) *La Libertad Individual Como Compromiso Social*. Pág. 104.

¹⁴⁶⁵ Una externalidad negativa surge cuando en la producción o el consumo se generan unos costes que recaen sobre aquellos que no han participado. Al respecto ver: Mankiw, G (2007) *Principios de economía*. Pág. 146. Para sus efectos ver: Sepúlveda, S.; Cordero-Salas, P. y Rodríguez, A. (2004) “Temas de comercio y medio ambiente”. *Cuadernos Técnicos de Desarrollo Rural*. San José de Costa Rica. Págs. 6-8.

del paisaje, etc.—; su principal problema es que estos efectos no se reflejan en el precio de mercado¹⁴⁶⁶.

Se pueden dar externalidades positivas cuando se generan beneficios que recaen sobre los que no participan en su producción o consumo. Un ejemplo son los llamados bienes públicos¹⁴⁶⁷, que tienen dos propiedades: la no rivalidad y la no exclusión¹⁴⁶⁸.

La propiedad de no rivalidad se centra en la idea de que el consumo personal no excluye las posibilidades de disfrute de los demás. Por ejemplo, un aire con mayor calidad ambiental. Hay un concepto asociado a las propiedades de los bienes públicos que en la literatura económica se conoce como “el consumidor *free rider*”¹⁴⁶⁹.

Tanto en el caso de los bienes con efectos ambientales que generan externalidades negativas, como en el de los bienes públicos que generan externalidades positivas, el sistema de mercado o la sociedad produce más de los primeros y menos de los segundos de lo que se consideraría como socialmente óptimo. Para que pueda existir una óptima asignación de

¹⁴⁶⁶ Concepto originalmente expuesto por Alfred Marshall y Arthur Cecil Pigou. aunque la idea de bienes públicos está implícita en la literatura económica. Contemporáneamente Paul Samuelson sistematizó la idea de bienes de consumo colectivo o bienes públicos y las consecuentes externalidades. En este sentido entenderemos un bien público como aquel que produce efectos sobre quienes no han participado en la transacción, es decir aquellos que producen efectos para terceros o externalidades que no son susceptibles de internalizarse. En otros términos: aquellos bienes que se producen para todos o no se producen puesto que no se puede excluir a otros. Se pueden ver distintos enfoques de los teóricos de los bienes públicos en: Buchanan, J. y Tullock, G. (1962) *The Calculus of Consent*; Buchanan, J. (1970) *The Public Finances*; (1975) *The Limits of Liberty*; Tullock, G. (1970) *Private Wants, Public Means*; Olson, M. (1965) *The Logic of Collective Action*; Baumol, W. (1952) *Welfare Economics and the Theory of the State*; Samuelson, P. (1954) “The pure theory of public expenditure”. *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 36. Núm. 4; Casares, J. (2002) *El Pensamiento en la Política Económica*. Pág. 47. Como comenta Augel, es a través de los trabajos de Richard Musgrave que la teoría de bienes públicos recibe su verdadero impulso. Ver: Augel, J. (1980) *Sobre algunas funciones sociales de los bienes públicos*. Pág. 5; Stiglitz, J. (2003) *La Economía del sector público*. Pág. 149.

¹⁴⁶⁷ Para mayor detalle sobre las externalidades ver: Parkin, M. (2006) *Economía*. Pág. 410, así como: Riera, P.; Descalzi, C. y Ruiz, A. (2005) *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*. Pág. 40.

¹⁴⁶⁸ Para mayor detalle de estas propiedades ver: Nicholson, W. (2004) *Teoría microeconómica: Principios básicos y ampliaciones*. Pág. 680.

¹⁴⁶⁹ Algunos autores, como de la Cuesta, M (2004), lo entienden como un problema generado por la falta de incentivos de las empresas para incorporar criterios de Responsabilidad Social Corporativa en su gestión. Ver: de la Cuesta, M. (2004) “El porque de la Responsabilidad Social Corporativa”. *Boletín Económico*. ICE. Núm. 2813.

recursos naturales en una economía en particular, como menciona Randall (1981)¹⁴⁷⁰, se requiere contar con derechos de propiedad no atenuados. Esto implica que los derechos sean:

- 1) Específicos completamente: en términos de los derechos que acompañan la propiedad sobre el recurso, las restricciones sobre esos derechos y las penalizaciones correspondientes;
- 2) Exclusivos: de tal forma que el individuo que posee dichos derechos reciba las retribuciones y las penalizaciones correspondientes al uso del recurso natural;
- 3) Transferibles: a efectos de que los derechos sobre el uso de los recursos naturales estén en manos de quienes tienen la capacidad de conducirlos a su más alto valor de uso;
- 4) Efectivamente vigilables: ya que un derecho no vigilable es un derecho vacío.

Otro de las particularidades que se presentan al gestionar recursos naturales es el problema del libre acceso que, como comentan Azqueta y Ferreiro (1994)¹⁴⁷¹, fue identificado por primera vez por H. Scott Gordon (1954) al tratar el tema de los bancos de pesca marítima.

Algunos recursos naturales, como los bancos de peces, los acuíferos, los yacimientos de minerales, etc., son bienes que están muy por debajo de entre los bienes públicos puros y los bienes privados. En estos ejemplos es imposible regular el acceso porque comparten con los bienes públicos la propiedad de no exclusión. Algunos autores los consideran bienes de uso común, ya que no están claramente definidos los derechos de propiedad. Precisamente esa indefinición da lugar, en la mayoría de las ocasiones, a la sobreexplotación y a la degradación. La falta de regulación en su acceso hace que sea frecuente la posibilidad de obtener un beneficio privado que pone en peligro su existencia futura.

Las externalidades, como en la indefinición de los derechos de propiedad, exigen la búsqueda de formas que permitan internalizarlas o soluciones que

¹⁴⁷⁰ Ver: Randall, A. (1981) *Resource Economics: An Economic Approach to Natural Resource and Environmental Policy*.

¹⁴⁷¹ Ver: Azqueta, D. y Ferreiro, A. [eds.] (1994) *Análisis económico y gestión de los recursos naturales*. Pág. 25.

permitan un uso más racional de los recursos comunes¹⁴⁷². Estos aspectos ambientales se tratan en las políticas o instrumentos ambientales de los que hablaremos más adelante.

4.4.3 Las decisiones de producción y consumo de los recursos ambientales

La escasez de los recursos naturales es una preocupación constante de la economía, como ya hemos descrito, y sin embargo no hemos afrontado el hecho particular del posible agotamiento de los recursos. La economía ambiental enfoca las decisiones sobre la explotación de los recursos, por lo que la explotación de cualquier recurso y su posible agotamiento constituye un problema en el largo plazo.

Los recursos pueden ser renovables o no renovables. Los primeros son aquellos que tienen la capacidad de reproducción o regeneración de manera natural. Los segundos son aquellos que se agotan con su incorporación al proceso productivo, por lo que su uso, hoy, compromete la posibilidad de utilizarlos en el futuro¹⁴⁷³.

Un aspecto que permite clasificar los recursos es la tasa de regeneración del recurso, que requiere tener en cuenta el tiempo, el tamaño y el tipo de recurso que se explota, y por tanto su gestión. Se debe determinar la senda de extracción del recurso que maximice el bienestar social y que a su vez no comprometa la capacidad de generación del recurso¹⁴⁷⁴.

En el caso de los recursos no renovables, lo que tenemos que tener en cuenta en un primer momento es: ¿cuál es la mejor forma de explotar a lo largo del tiempo el recurso? Esto nos lleva a analizar ¿cuál sería el periodo ideal de agotamiento del mismo? Para ello debemos partir de la información sobre la cantidad existente del recurso y las previsiones de demanda en un futuro. El grado de escasez del recurso dependerá de esa información inicial. En un

¹⁴⁷² Los instrumentos gubernamentales utilizados para internalizar externalidades son: impuestos, multas, y subsidios, entre otros. Para mayor detalle, ver: Bifani, P. (2007) *Medio ambiente y desarrollo*. Pág. 310.

¹⁴⁷³ Para mayor detalle ver: Riera, P.; García, D.; Kristoom B. y Brannlund, R. (2005). *Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales*. Pág. 310.

¹⁴⁷⁴ Para un análisis más profundo de las tasas de regeneración y de las llamadas tasas sostenibles, ver: Gachet, I. (2002) *La Huella Ecológica: Teoría, Método y Tres Aplicaciones Al Análisis Económico*. Pág. 33; Jacobs, M. (1996) *La Economía Verde: Medio Ambiente, Desarrollo Sostenible y la Política del Futuro*. Pág. 170.

segundo momento, en el medio o largo plazo, estaría la evolución de tecnologías que prolonguen su explotación (producción) o su consumo. Es decir, usos distintos a los actuales que posibiliten una optimización.

Aunado a lo anterior, debemos tener presente la existencia o no de costes asociados como otro factor en consideración, así como la evolución en el futuro de los precios. Es muy probable que la mayor escasez del recurso aumente los incentivos para la búsqueda de recursos alternativos que actúen como sustitutivos¹⁴⁷⁵ del primero. Ante la existencia de bienes sustitutivos, los demandantes reaccionan más a la variación de los precios.

Algunos de estos comportamientos han sido estudiados por Hotelling¹⁴⁷⁶ que, utilizando diferentes supuestos, concluye que para una fijación de precios óptimos se requiere garantizar la explotación eficiente de un recurso no renovable, siempre que se maximice el valor presente de los beneficios que de él puedan obtenerse. Así, su aportación más citada, la llamada *regla de Hotelling*, sirve para calibrar las consecuencias de cualquier cambio en las variables del entorno, lo que permite, entre otros, el descubrimiento de nuevas reservas, los cambios en la demanda, la mejora en cualquiera de los tipos de tecnología, etc.

Este modelo es una herramienta teórica que puede extenderse en múltiples direcciones y permite relajar alguno de los supuestos del análisis. Si se consideran reservas de calidad variable, la regla de Hotelling, como comentan Solow y Wan (1976)¹⁴⁷⁷, redescubre y especifica el principio de los rendimientos decrecientes, con lo cual se explotarán en primer lugar las reservas de mejor calidad.

¹⁴⁷⁵ En economía, se considera un bien sustitutivo de otro, en tanto que uno de ellos puede ser utilizado o consumido en lugar del otro en alguno de todos sus usos posibles. Algunos ejemplos clásicos de bienes sustitutivos son: la margarina y la mantequilla, o el petróleo y el gas natural. El hecho de que uno de los productos sea un bien sustitutivo de otros tiene consecuencias económicas inmediatas. La sustitución se presenta tanto entre los bienes directos como entre los indirectos. “Desde el punto de vista de la demanda, los bienes sustitutos compiten entre sí y, por tanto, influyen sobre la elasticidad de la demanda”. Ver: Baltra, A (1973) *Teoría Económica*. Pág. 51.

¹⁴⁷⁶ Su aportación, “la regla de Hotelling”, es de las más reconocidas en la teoría de recursos naturales, ya que en permite caracterizar la pauta óptima de explotación de un recurso natural no renovable y, en principio, no reciclable. Al respecto ver: Sterner, H. (2007) *Instrumentos de política económica para el manejo del ambiente y los recursos naturales*. Banco Mundial. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Costa Rica. Pág. 106; Riera, P.; García, D.; Kristoom, B. y Brännlund, R. (2005). *Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales*. Pág. 294.

¹⁴⁷⁷ Ver: Solow, R. y Wan, F. (1976) “Extraction Costs in the theory of Exhaustible Resources”. *Bell Journal in Economics*. Págs. 359-370.

El modelo básico de Hotelling es determinista, ya que supone una estructura perfecta de información. Sin embargo, otro ejemplo de las extensiones posibles es la introducción de incertidumbres, como las que proponen Weinstein y Zeckhauser (1975)¹⁴⁷⁸ o Lewis (1977), respecto del coste de la tecnología de reemplazo¹⁴⁷⁹, y Loury (1978) sobre el tamaño de las reservas. Estos autores demuestran que la incertidumbre acelerará la tasa de extracción del recurso y que tal efecto dependerá de la aversión de los agentes al riesgo¹⁴⁸⁰.

En lo que respecta a los recursos renovables, Dasgupta (1996) propone definir la unidad básica del análisis, que puede estar en la ecología de una población¹⁴⁸¹ (*population ecology*) o en la ecología de un ecosistema¹⁴⁸² (*ecosystem ecology*). Ambas son formas de entender la distribución y, en abundancia de los organismos con sus interacciones, determinan el flujo de materia y energía¹⁴⁸³. El énfasis está en la dinámica de interacciones de diferentes especies en un mismo espacio en el que se toman como dados los elementos del entorno ambiental. La diferencia está en que el primero se centra en un recurso específico, por ejemplo un bosque, mientras que el segundo se fija en la unidad de análisis que es el ecosistema¹⁴⁸⁴.

Los problemas ambientales surgen teniendo en consideración la escala de las actividades económicas, el sistema de precios, observados o construidos por

¹⁴⁷⁸ Para mayor detalle sobre las incertidumbres y la derivación de los efectos que ésta ocasiona sobre la demanda del recurso, ver: Weinstein, M. y Zeckhauser, R. (1975) "The Optimal Consumption of Depletable Natural Resources". *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 89. Págs. 371-392.

¹⁴⁷⁹ Ver: Lewis, T. (1977) "Attitudes Toward Risk and the optimal Extraction of an Exhaustible Resource". *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 4. Págs. 111-119.

¹⁴⁸⁰ Ver: Loury, G. (1978) "The Optimal Exploitation of an Unknown Reserve". *Review of Economic Studies*. Vol. 45. Págs. 621-636.

¹⁴⁸¹ En ocasiones llamada demoeología o ecología demográfica, es una rama de la demografía que estudia las poblaciones formadas por los organismos de una misma especie desde el punto de vista de su tamaño, estructura y dinámica. Para mayor detalle sobre este concepto, así como sobre las propiedades que cumplen ver: Flores, R.; Herrera, L. y Hernández, D. (2008) *Ecología y Medio Ambiente*. Págs. 29-31.

¹⁴⁸² La Ecología de los ecosistemas destaca el flujo de energía y los ciclos químicos. Ver: Campbell, N. y Reece, J. (2005) *Biología*. Pág. 34.

¹⁴⁸³ Ver: Likens, G. y Bormann, F. (1995) *Biogeochemistry of a forested ecosystem*.

¹⁴⁸⁴ Dasgupta comenta que la atención se localiza en objetos tales como la energía y el flujo de la misma "en diferentes capas tróficas, y en la distribución y flujos de sustancias bioquímicas en los suelos y el agua, así como de los gases y las partículas en la atmósfera" Dasgupta, P. (1996) "The Economics of the Environment". *Proceedings of the British Academy*. Pág. 4.

el sistema económico, y los incentivos que estos suponen para los agentes económicos. En ese sentido, siguiendo a Daly (1987)¹⁴⁸⁵, el sistema de precios es incapaz de resolver los problemas de escasez. Estos problemas sólo tendrían solución imponiendo límites cuantitativos a la utilización de los recursos¹⁴⁸⁶.

4.4.4 La valoración de los recursos ambientales

La valoración económica es un instrumento al servicio de la política ambiental mediante el cual se pretende atribuir valores económicos a los bienes y servicios ambientales. La valoración económica resulta necesaria para lograr dos objetivos prioritarios: la eficiencia económica y el crecimiento sostenible¹⁴⁸⁷. El punto de partida obligado en el enfoque de la valoración de bienes ambientales recae en la concepción de los bienes ambientales, por lo que surgen dos tipos de visiones alrededor de estas valoraciones. La primera es de carácter epistemológico y gira alrededor de encontrar un factor común, o una uniformidad de criterios¹⁴⁸⁸ que permita comparar los bienes ambientales. La segunda es de carácter técnico y relaciona aspectos como la diferencia entre valor de uso y valor de cambio para los bienes ambientales. El problema de los recursos no renovables es que no tienen posibilidad de sustitución. Otros problemas son el agotamiento o capacidad de carga de los bienes renovables y los usos múltiples de muchos bienes ambientales (biodiversidad, recreación, paisajismo, producción sostenible), muchos de ellos por explorar¹⁴⁸⁹.

¹⁴⁸⁵ Ver: Daly, H. (1987) "The Economic Growth Debate. What Some Economists Have Learned But Many have Not". *Journal of Environmental Economics and Management*. Vol. 14. Págs. 323-337.

¹⁴⁸⁶ La idea *que está inmersa* es que a mayor crecimiento mayor utilización de recursos. Esto conlleva a la llamada "*Ley de la Entropía*" o *Segunda Ley de la Termodinámica* que establece que "*la materia y la energía se degradan continua e irrevocablemente desde una forma disponible a una forma no disponible, o de una forma ordenada a otra desordenada independientemente de que la usemos o no. Así lo que confiere valor económico a la materia y la energía es su disponibilidad para ser utilizada*". Ver: Georgescu-Roegen, N. (1983) "La teoría energética del valor económico: Un sofisma económico particular". *El Trimestre Económico*. Núm. 198. Pág. 840, así como: Magadán, M. y Rivas, J. (1998) *Economía ambiental. Teoría y Práctica*. Pág. 22.

¹⁴⁸⁷ Al respecto: Martínez, J. (2008) *Instrumentos económicos para la protección del medio ambiente*. Págs. 78-138.

¹⁴⁸⁸ Sociólogos como Durkheim, explican por qué la economía, el ambiente y la sociedad no pueden sobrevivir sin necesitarse y complementarse mutua y recíprocamente, lo que es la base fundamental de la *Teoría de la integración*.

¹⁴⁸⁹ Ver: Leff, E. (2004) *Racionalidad ambiental: La reapropiación social de la naturaleza*; Xercavins, J.; Cervantes, G.; Cayuela, D. y Sabater, A. (2005) *Desarrollo Sostenible*.

Estos aspectos se desarrollan entre posiciones que niegan o acreditan la posibilidad de valoración. Sin embargo, ambas posiciones admiten que se puede llegar a aproximaciones valorativas de los bienes ambientales y los recursos naturales. Como comenta Riera (2005)¹⁴⁹⁰, se puede decir que se obtiene un bienestar de los bienes ambientales sin disfrutarlos directamente. Se trata del valor de uso pasivo.

Estos valores reciben muchos nombres: valores de existencia –como la satisfacción que obtenemos de un bien por el mismo hecho de existir¹⁴⁹¹–, y valores de opción, que sería la cantidad que estaríamos dispuestos a pagar por la conservación de un recurso para que pueda ser disfrutado en el futuro.

Pearce y Turner (1995) desarrollan lo que se conoce como la teoría del valor económico total, que considera el “*valor económico total de un bien ambiental como la suma de su valor de uso, su valor de opción y su valor de existencia*”¹⁴⁹². Esta teoría tiene la bondad de adaptar la economía a la cuantificación de los recursos naturales y ambientales. Considera que el valor económico total que puede tener un bien puede dividirse en:

- 1) Valores de uso o activo, derivados del actual uso de un bien o servicio: Pueden ser directos (para el caso de un bosque la caza o la madera, por ejemplo) o indirectos (ej. para la pesca son fundamentales las algas).
- 2) Valores pasivos: Valores de opción: valor que se otorga por la posibilidad de usarlo en el futuro (ej. preservar la opción de visitar un espacio natural); Valor de existencia: valor que se otorga al saber que será disfrutado por generaciones futuras¹⁴⁹³.

Otros autores han nombrado estas formas de valoración como métodos directos e indirectos, por ejemplo Azqueta (2002) comenta: “*es posible*

¹⁴⁹⁰ Ver: Riera, P.; García, D.; Kristoom, B. y Brannlund, R. (2005) *Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales*.

¹⁴⁹¹ Por ejemplo, nos es grato saber que una especie que estaba en peligro de extinción, ya no lo está.

¹⁴⁹² Los autores puntualizan que valor opción es la sumatoria del valor de uso del individuo más el valor de uso de futuras generaciones más el valor de uso por otros individuos. Ver: Pearce, D. y Turner, K. (1995) *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Pág. 176.

¹⁴⁹³ Clasificación tomada de: Martínez de Anguita, P. (2004) “Economía ambiental y ordenación del territorio”. *Ecosistemas: Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*. Vol. 13. Págs. 87-88.

*analizar como revelan las personas su valoración de los bienes ambientales, estudiando su comportamiento en los mercados reales de los bienes con los que están relacionados*¹⁴⁹⁴. La teoría entiende que los individuos no revelan explícitamente lo que para ellos supone el acceso a los bienes ambientales, pero con los métodos indirectos podemos establecer relaciones de sustitución¹⁴⁹⁵ o de complementariedad¹⁴⁹⁶ entre bienes ambientales, que pueden carecer de mercado, y otros bienes que sí se intercambian en mercados. De entre todos ellos destacan los siguientes:

- 1) *El método de los costes de reposición*. Consiste en calcular los costes que son necesarios para reponer a su estado original del sistema ambiental o, dicho de otra forma, reponer los activos afectados por el deterioro del bien. Por tanto identifica el valor de un recurso ambiental con el costo necesario para recuperar su capacidad productiva¹⁴⁹⁷.
- 2) *El método del coste de viaje*. Consiste en observar que el disfrute de determinados bienes ambientales supone una serie de gastos de viaje o desplazamientos. Por lo que se puede entender que las variaciones de estos costes provocan cambios en la respuesta de los individuos.
- 3) *El método de los precios hedónicos*. Consiste en descubrir todos aquellos atributos del bien que explican su precio, para determinar la importancia cuantitativa de cada uno de ellos. De tal forma que, si en un mercado se intercambia un bien que tiene atributos ambientales, podemos valorar su importancia en el precio final¹⁴⁹⁸.

No siempre es posible establecer una relación clara entre calidad ambiental y consumo de determinados bienes privados, porque se trata de bienes que no tienen atributos ambientales. Recurrimos a la valoración de los llamados

¹⁴⁹⁴ Ver: Azqueta, D. (2002) *Economía ambiental*.

¹⁴⁹⁵ Estas relaciones se dan, por ejemplo, en el caso del agua que proporciona un río y que utiliza una empresa de abastecimiento de agua. La empresa tiene que utilizar técnicas de depuración de la misma. Esto supone un coste que se suma al precio de mercado.

¹⁴⁹⁶ Las relaciones de complementariedad se dan cuando el disfrute de los bienes ambientales necesariamente exige el consumo de un bien privado. Por ejemplo para visitar un parque natural tenemos que comprar un billete de tren, o autobús.

¹⁴⁹⁷ Al respecto: Martínez, J. (2008) *Instrumentos económicos para la protección del medio ambiente*. Pág. 54.

¹⁴⁹⁸ En este caso el valor ambiental es estimado a través de las diferencias de precios de los bienes que tienen características ambientales semejantes. Ver: Martínez, J. (2008) *Instrumentos económicos para la protección del medio ambiente*. Págs. 54-55.

métodos experimentales o de preferencias declaradas. Estos métodos se basan en acudir directamente a sistemas que nos permitan obtener información sobre la valoración que dan los individuos a determinados bienes ambientales. De ahí las consultas o referéndums sobre cuestiones ambientales y los *métodos de valoración contingente* que simulan la realización de una consulta a través de una encuesta con el respectivo análisis estadístico posterior. Por lo tanto podemos decir que es un método poco fiable¹⁴⁹⁹.

A modo de resumen, los métodos descritos se valoran en función de la utilidad; hay problemas de percepción, ya que la utilidad del ambiente es subjetiva, además de que la propensión a pagar es muy distinta no sólo entre individuos sino también entre naciones, por lo que influirá el nivel de ingresos y el hecho de que si estamos en un país rico o pobre¹⁵⁰⁰.

4.4.5 Instrumentos de política económica ambiental

En la asignación de recursos ambientales se producen fallos por parte del mercado, por lo que es preciso justificar la intervención gubernamental para las respectivas correcciones. Con lo cual es necesario que el Estado posea una serie de instrumentos que le permitan alcanzar los objetivos ambientales fijados.

La estructura de los regímenes internacionales del medio ambiente debe reflejar la estructura del problema del que se ocupan¹⁵⁰¹. Un régimen que proteja la diversidad biológica debe usar ciertos instrumentos y apelar a determinados públicos y establecer arreglos internacionales diferentes a los de un régimen cuya finalidad sea proteger los océanos de la contaminación del petróleo, o del que se ocupe del comercio internacional de especies en peligro de extinción. Por ejemplo, la mayoría de los regímenes en materia de medio ambiente han terminado por aceptar varios principios fundamentales

¹⁴⁹⁹ Ver: Méndez, E.; Pérez Zabaleta, A. y Martínez, J. (2011) “Estado del Bienestar, ecología y desarrollo sostenible: 40 años de Economía ambiental”. *Comunitaria: Revista Internacional de Trabajo Social y Ciencias Sociales*. Pág. 114.

¹⁵⁰⁰ Ver: Yu Chang, M. (2005) *La economía Ambiental*, en Foladori, G. y Pierri, N. [Coord.] *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. Págs. 175 -188.

¹⁵⁰¹ En la práctica, las políticas ambientales combinan el uso de diferentes instrumentos; podemos destacar a diferentes organismos internacionales como la OCDE y la ONU, que aplican estos instrumentos puesto que ofrecen distintas ventajas, entre ellas: logran minimizar el deterioro del medio, cuentan con una mayor flexibilidad que se traduce en la toma de decisiones eficientes por parte de los agentes económicos, y se les asocia a un mayor grado de protección del medio.

e instrumentarlos por medio de sus instituciones. En este contexto, hay cuatro principios clave:

- 1) *Prevención*. Este principio parte de la base de que por lo general resulta costoso, difícil o imposible reparar el daño al ambiente una vez causado; por eso es mejor evitarlo antes de que se produzca. Esta verdad aparentemente notoria tiene implicaciones prácticas significativas, pues requiere que se tomen iniciativas antes de que haya algún daño; es decir, requiere una actuación basada en la posibilidad del daño.
- 2) *Precaución*. Este principio establece que la falta de evidencia científica concluyente no justifica la inacción, especialmente cuando las consecuencias de la inacción podrían ser devastadoras o cuando los costos de la acción son insignificantes. Se entiende que calcular la posibilidad del daño es difícil porque nuestro conocimiento de los procesos ecológicos y ambientales suele ser, cuando más, rudimentario, y se basa en investigaciones científicas que no cesan de evolucionar. Por desgracia, la ciencia no siempre brinda una orientación clara sobre los cálculos que serían necesarios, de tal manera que a menudo nos encontramos formulando políticas en una situación de incertidumbre, tal como está formulada en la Declaración de Río.
- 3) *Subsidiariedad*. Este principio establece que la adopción de decisiones y la responsabilidad de las mismas recaigan sobre el nivel más bajo de gobierno u organización política que pueda actuar efectivamente. Las relaciones entre los individuos y las consecuencias globales de sus acciones representan enormes dificultades para la organización de la gestión ambiental. Esto significa, concretamente, que las reglas establecidas en un nivel, por ejemplo, en regímenes internacionales, deben adaptarse a las condiciones propias de ambientes regionales o locales muy distintos.
- 4) *Responsabilidad común pero diferenciada*. Muchos regímenes ambientales requieren la participación de muchos países, tanto ricos como pobres. Sin embargo, no todos los países son igualmente responsables de los daños causados al ambiente en el pasado, y no todos los países tienen los mismos recursos a su disposición. Así, pues, aunque todas las partes de los regímenes ambientales reconocen tener una responsabilidad

común respecto del medio ambiente, también se esfuerzan por deslindar responsabilidades en el tratamiento de los problemas ambientales.

Como hemos visto, los principios que orientan las reglamentaciones específicas o directas y sus sistemas coercitivos complementarios, que a su vez tienen como objetivo estimular cambios de comportamiento, establecen patrones que derivarán en cambios tecnológicos, de producción, de consumo, etc.

La responsabilidad en la definición y en el cobro de los patrones y demás necesidades de seguimiento deben dividirse entre el legislativo nacional, estatal y municipal. En este tipo de enfoque el Estado regulador es la autoridad máxima para controlar dónde y cómo los recursos deben ser utilizados para alcanzar las metas. Ese sistema ha conseguido buenos resultados, principalmente en los países desarrollados, y ha sido utilizado de manera predominante.

Algunas ventajas y desventajas de los instrumentos quedan señaladas por Berstein (1993) y Castro (1994). Aquí resaltamos como ventajas las que están vinculadas a las posibilidades de previsión de los resultados, es decir en qué tiempo disminuirá la contaminación y en qué grado. Destacamos:

- 1) *Patrones o normas*: Se constituyen en la principal forma de reglamentación directa de la calidad ambiental utilizada en todo el mundo. Definen metas ambientales y establecen las cantidades o concentraciones permitidas de sustancias y descargas en el aire, agua, suelo o en productos finales. Estos se pueden clasificar, siguiendo a Rodríguez Córdoba (2002), en:
 - a) Normas de ejecución: su objetivo es mejorar la gestión del ambiente, por lo que generalmente tienen medidas de evaluación y protocolos definidos según el ramo de actividad económica.
 - b) Normas de calidad ambiental: son usados generalmente para la protección de la calidad del agua y del aire. Los patrones relacionados con la calidad del agua, por ejemplo, especifican las condiciones mínimas que deben ser establecidas para parámetros y lugares específicos en un cuerpo de agua.

- c) Normas de emisiones y efluentes: determinan valores máximos y mínimos que se consideran como concentraciones aceptables o que no merman la calidad del ambiente que recibe estos vertidos o emisiones.
 - d) Normas con base tecnológica: es un tipo de patrón de efluentes o emisiones que determina el uso de tecnologías específicas que las industrias deben adoptar para cumplir con las reglamentaciones y leyes.
 - e) Normas de desempeño: especifican la cantidad de contaminantes que debe eliminarse antes de su descarga. La implementación de los patrones de desempeño exige que la agencia que controla la contaminación defina las condiciones permitidas en términos de desempeño, sin definir procesos a ser adoptados o equipos a ser utilizados.
 - f) Normas de procesos y productos: esos patrones establecen límites legales, cantidades, concentración por tipo de sustancias contaminantes que pueden ser evacuados en las aguas de superficie, en las subterráneas y en la atmósfera.
- 2) *Licencias*: la garantía o detención de licencias a otras autorizaciones ambientales son consideradas herramientas importantes en el control de la contaminación.
- 3) *Derechos de emisión*: la profesora Llodrá Grimalt los define como: “*el derecho subjetivo a emitir una tonelada equivalente de dióxido de carbono desde una instalación*”. Sin embargo podemos detallar que los derechos de emisión requieren un ente regulador que establece el número de permisos a partir de un límite global de emisiones, que se asignan posteriormente entre los agentes contaminadores mediante algún criterio. El permiso permite emitir una determinada cantidad del contaminante, y se fija un período, que es normalmente de un año, durante el cual se pueden usar estos derechos o comerciar con ellos.

Se puede entender, entonces, que los mercados de derechos son un instrumento de cantidad: inicialmente se fija un objetivo de cantidad contaminante a emitir, para que posteriormente se puedan distribuir los permisos, y finalmente surge un precio a partir de las interacciones del mercado¹⁵⁰².

El comercio de emisiones de la Unión Europea está establecido en la Directiva 2003/87/CE. Se trata de un mecanismo de comercio establecido por la Unión Europea para asegurar el cumplimiento del objetivo comunitario de Kioto. Ya que el mercado europeo es una iniciativa anterior al protocolo de Kioto, esto refleja el compromiso europeo en este campo¹⁵⁰³.

Como cualquier instrumento económico, este mecanismo intenta contribuir a la reducción de las emisiones al mínimo coste, además de proporcionar incentivos a las empresas para que utilicen tecnologías más limpias. Sin embargo, podemos observar una serie de deficiencias. Entre otras, no se ha homogenizado el procedimiento y la cuantía de las asignaciones, lo que en ocasiones limita la materialización de reducciones de emisiones (porque cada país diseña su PNA). Por otro lado, hay una distribución irregular de responsabilidades.

Los instrumentos económicos¹⁵⁰⁴ más utilizados son las tasas e impuestos que se definen como aquellas prestaciones pecuniarias que el Estado exige al

¹⁵⁰² Derechos del uso del suelo y del agua. El ejemplo típico de ese tipo de reglamento son las zonificaciones, que generalmente se implementan y utilizan por administraciones locales. La zonificación divide un municipio en distritos y reglamenta el tipo de uso, actividades, tipo de edificaciones, áreas de lotes, etc.

¹⁵⁰³ El sistema consiste básicamente en la sujeción de un conjunto de sectores y actividades a unos límites de emisiones determinados por el PNA (Plan Nacional de Asignación), generalmente a partir de su historial. La titularidad formará parte de la reserva de nuevos entrantes correspondiente a la Administración General del Estado. Estos planes han de ser guiados por el acuerdo de distribución de carga: la desagregación de los objetivos globales de la UE. La distribución de permisos es gratuita, en línea con la experiencia habitual con mercados de derechos de emisión, lo que sin duda facilita la aplicación del sistema y reduce sus efectos distributivos y sobre la competitividad de la industria comunitaria.

¹⁵⁰⁴ Instrumentos Económicos: teóricamente, tienen la capacidad de controlar la contaminación de acuerdo con mecanismos de mercado y, de este modo, facilitar la desregulación y la reducción del compromiso del gobierno. En la práctica, no obstante, ellos todavía no eliminaron la necesidad de reglamentaciones y otras formas de participación del gobierno. Los instrumentos económicos ambientales, históricamente, se han distribuido en dos grandes grupos: las políticas de modificación de precios, basados en la creación y establecimiento de tasas e impuestos; y la negociación, a través de la creación de mercados como los permisos de emisión u otro tipo de acuerdos voluntarios como el etiquetado verde, los programas públicos, o las iniciativas bilaterales.

sujeto pasivo en uso del poder que le atribuye el ordenamiento jurídico. Siguiendo a Paniagua (2000), se utilizan tres categorías distintas de clasificación de impuestos:

- 1) Impuestos o tasas sobre vertidos de emisiones contaminantes: están formados por impuestos o tasas que paga el contaminante en función de la calidad o cantidad estimada o medida de contaminación. También se incluyen los que pagan los usuarios por el tratamiento de los residuos.
- 2) Impuestos/tasas sobre bienes y servicios: se trata de tributos que se aplican a los productos contaminantes y que suponen un incremento de sus precios.
- 3) Tasas administrativas: que se refieren a pagos por el servicio que dan las administraciones públicas en control, cumplimiento de normativas o por ejemplo registro de productos químicos. De entre todos ellos los que más aceptación tienen entre los países de la OCDE son los impuestos indirectos de bienes y servicios, tales como los impuestos sobre los carburantes, sobre los vehículos de motor y sobre la energía entre otros.

4.5 La Responsabilidad Social Corporativa (RSC)

La responsabilidad remite a una obligación moral, a una exigencia de justicia. El término en la empresa ha provocado recelos, sospechas e incluso, rechazos; sin embargo, el término *responsabilidad social corporativa o de empresa* es un concepto estratégico, un instrumento que mejora las relaciones empresa-sociedad y que, al mismo tiempo, puede generar eficacia y beneficio económico.

4.5.1 Antecedentes del concepto y justificación

Algunos investigadores, como Abreu y Badii (2006)¹⁵⁰⁵, establecen el origen del concepto en la antigua Persia. Así, Zaratustra propuso el término “*Vohû Khshathra Vairya*” en su lengua natal, el avesta, para dar origen a lo que en la actualidad conocemos como responsabilidad social¹⁵⁰⁶. Ansongu (2007) comenta que la parábola del buen samaritano y muchas otras enseñanzas bíblicas influyeron en la visión cristiana de entender los negocios, pues los textos invitan al compartir la riqueza. Conforme a esto, se desarrollaron organizaciones filantrópicas y/o paternalistas¹⁵⁰⁷.

El diccionario de la Real Academia Española contempla cuatro acepciones del término responsabilidad: 1) cualidad de responsable; 2) deuda, obligación de reparar y satisfacer, por sí o por otra persona, a consecuencia de un delito, de una culpa o de otra causa legal; 3) cargo u obligación moral que resulta para alguien del posible yerro en cosa o asunto determinado; y, 4) capacidad existente en todo sujeto activo de derecho para reconocer y aceptar las consecuencias de un hecho realizado libremente.

Por su parte, el *Oxford Dictionary* contempla tres acepciones aplicables al término responsabilidad: 1) estado o el hecho de tener el deber de ocuparse de algo o de alguien; 2) hecho de ser responsable o culpable de algo. 3) oportunidad o la capacidad de actuar con independencia y tomar decisiones sin autorización¹⁵⁰⁸.

Las diferentes significaciones ofrecidas para el término muestran aspectos ligados a la idea del deber, de la obligación legal o moral que, a su vez, se dirigen hacia otros ámbitos sociales de forma directa o indirecta. Con esto se busca destacar que, en dos de las lenguas más habladas del mundo, el

¹⁵⁰⁵ Ver: Abreu, J. y Badii, M. (2006) “Análisis del concepto de responsabilidad social empresarial”. *Daena: International Journal of Good Conscience*. Vol. 2. Págs. 54-70.

¹⁵⁰⁶ Zaratustra propuso sus estrategias de responsabilidad social en el primer tratado de ética que conoció la humanidad, *Los Gathas*. En este tratado que contempla el tema de la responsabilidad social, este filósofo declara que cada persona debe escoger servir a la sociedad y al mundo viviente. Al respecto ver: Humbach, H. y Ichaporia, P. [Trad.] (1994) *The heritage of Zarathushtra: a new translation of his Gathas*.

¹⁵⁰⁷ Apunta que es con la industrialización que las empresas tienen un impacto enorme en la sociedad. Estos efectos se observan en la parte tardía del siglo XIX y comienzos del XX. Ver: Ansongu, J. (2007) *Strategic Corporate Social Responsibility in Practice*. Pág. 30.

¹⁵⁰⁸ En inglés existen varias palabras para el término como: *responsibility; liability; accountability, charge* y *responsiveness*. Todos ellos permiten expresar el término dependiendo de los contextos.

español y el inglés, no se contempla una última acepción concreta para la responsabilidad.

Existe entonces una enorme dificultad para encontrar un consenso en torno a la definición; partimos aquí de la definición expuesta en el foro de expertos del Ministerio de Trabajo, que tenía el encargo parlamentario de elaborar un documento sobre RSC con el fin de orientar al gobierno: “*La RSE es, además del cumplimiento estricto de las obligaciones legales vigentes, la integración voluntaria en su gobierno y gestión, en su estrategia, políticas y procedimientos, de las preocupaciones sociales, laborales, medioambientales y de respeto a los derechos humanos, que surgen de la relación y el diálogo transparentes con sus grupos de interés, responsabilizándose así de las consecuencias y los impactos que se derivan de sus acciones*”¹⁵⁰⁹.

El concepto comunitario de empresa, que es contrario al enfoque tradicional (contratos entre principal y agente), parte de esa definición, de modo que la empresa no se considera un ente abstracto sino una institución social, o una asociación de agentes económicos con derechos y obligaciones¹⁵¹⁰.

Independientemente del uso del término, podemos situar la discusión pública sobre la responsabilidad social de la empresa, siguiendo a Davis, K., Frederick W. y Blomstrom R. (1980), en los finales del siglo XIX, cuando el gobierno de Estados Unidos empezó a regular las actividades empresariales por la gran influencia directa que tienen en la comunidad local, ya que son fuentes de generación de empleo, así como desarrolladoras de bienes y servicios¹⁵¹¹.

Se puede decir, siguiendo a Finch, Freeman, Gilbert (1996), que fue el multimillonario escocés Andrew Carnegie quien utilizó el término por primera vez en un sentido similar al actual. Este empresario, que forma parte del selecto grupo de las grandes fortunas de la historia, impulsó diversos proyectos desde la filantropía. Carnegie entendía que existen dos principios con los que se debe guiar la empresa: el principio de caridad¹⁵¹² y el

¹⁵⁰⁹ Esta definición es el resultado de la Sesión de Trabajo del Foro de Expertos de RSE. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

¹⁵¹⁰ La idea implícita (empresa como nexo de contratos) es que existe una negociación justa entre todas las partes afectadas. Para mayor detalle, ver: Rodríguez Fernández, J. (2003) *El gobierno de la empresa: un enfoque alternativo*. Pág. 40.

¹⁵¹¹ Ver: Davis, K.; Frederick W. y Blomstrom, R. (1980) *Business and society. concepts and policy issues*.

¹⁵¹² Doctrina que establece que las personas más afortunadas deben ayudar a los miembros menos afortunados de la sociedad. Ver: Finch Stoner, J.; Freeman, E. y Gilbert, D. (1996) *Administración*. Pág. 109.

principio de custodia¹⁵¹³. Ambos se describen en su obra *The Gospel of Wealth*, en la que define la responsabilidad social de la empresa.

Durante los años treinta, con la Gran Depresión, una cantidad importante de ejecutivos adquirió interés en la idea de responsabilidad social¹⁵¹⁴ por el impacto que las empresas tienen en la sociedad.

Años más tarde, podemos destacar a uno de los primeros autores del concepto: Howard Rothmann Bowen planteó el término al referirse a “*la obligación del directivo de empresa de perseguir políticas, tomar decisiones y seguir líneas de acción deseables para los objetivos y los valores de la sociedad*”¹⁵¹⁵. Bowen idealiza una sociedad donde todos se respetan y se valoran mutuamente. En la definición de Bowen no hay referencia a la realización del beneficio empresarial y su importancia para la comunidad. Sin embargo, su conceptualización fue importante, ya que el término comienza a despegarse de la concepción filantrópica que hasta ese momento se le adjudicaba, y empieza además a tener cierta autonomía, vinculada más a la estrategia de las empresas que a una donación esporádica. Según Carroll (1999), en los años cincuenta comienza a desarrollarse una literatura formal sobre el tema, ya que antes sólo había nociones que configuraron el concepto¹⁵¹⁶.

¹⁵¹³ Doctrina con una influencia bíblica que dicta que las empresas y los ricos son custodios o custodiadores de los bienes que deben multiplicar con inversiones prudentes de los recursos que se les han encomendado. Ver: Finch Stoner, J.; Freeman, E. y Gilbert, D. (1996) *Administración*. Pág. 110.

¹⁵¹⁴ Obviamente hay nociones, ideas y teorías que forman las bases de los conceptos respecto a la RSE a lo largo de la historia económica. Por mencionar algunos, Adam Smith sostenía que la economía es considerada desde el punto de vista de una realización ética; la economía política es un punto de vista de cómo afecta a la Sociedad. Karl Marx percibía una correspondencia entre la conducta de la empresa y la conducta de la Sociedad. Los neoclásicos Juan B Say y John Stuart Mill introducen el tema del papel del empresario, tema entorno al cual profundiza Marshall y Schumpeter explica el desarrollo económico a través del empresario y de la empresa. Entre los clásicos, Frederick Taylor la trató sólo parcialmente, y Oliver Sheldon la estudió ampliamente en su libro *The Philosophy of Management* publicado en 1923.

¹⁵¹⁵ Ver: Paladino, M. (2004) *La responsabilidad de la empresa en la sociedad. Construyendo la sociedad desde la tarea directiva*. Pág. 42.

¹⁵¹⁶ Carroll (1999) señala algunas referencias durante los años 30 y 40, entre los que destaca a Chester Barnard (1938) *Las funciones del Poder Ejecutivo*, Clark, J. (1939) *Control Social de Negocios* y Kreps, T. (1940) *Medición del Desempeño Social de Negocios*. Por otro lado, en lo que respecta a un punto de vista más práctico, en 1946 los ejecutivos de negocios fueron encuestados por la revista Fortune, y ya hablaban de sus responsabilidades sociales. Al respecto ver: Carroll, A. (1999) “Corporate social responsibility”. *Business and Society*. Vol. 3. Pág. 268.

En la década de los sesenta, Keith Davis entendió que la Responsabilidad Social de la Empresa (RSE) era aplicable a decisiones y acciones motivadas más allá de un interés económico o técnico, con lo cual brindó la idea principal del concepto al poner el acento en el poder social de las empresas. Ya en esa época, el concepto se focaliza en la importancia de atender al entorno social en el cual se desempeña una empresa.

En esta línea, William Frederick desarrolló un concepto más amplio de RSE, o por lo menos procuró una visión más profunda, al no limitar el concepto a los beneficios e intereses de las empresas, sino a que los recursos de las empresas deberían ser utilizados para fines sociales más amplios. Otro autor que contribuyó a la definición de la responsabilidad social en la década de 1960 fue Joseph W. McGuire. En su libro *Business and Society* (1963), sostuvo: “La idea de la responsabilidad social supone que la corporación no sólo tiene obligaciones económicas y legales, sino también ciertas responsabilidades para con la sociedad que van más allá de estas obligaciones”¹⁵¹⁷. Al ir más allá de las obligaciones económicas y legales su definición es más precisa, aunque no aclaró qué son, exactamente, estas obligaciones.

Desde la década del setenta, la responsabilidad social continuó consolidándose. Siguiendo a Paladino (2004), podemos destacar tres aspectos fundamentales: primero, la definición de los niveles de RSE; segundo, la diferencia entre obligación y reacción; y tercero, la integración de la responsabilidad como parte fundamental de las actividades empresariales. Sin embargo, es Friedman quien aporta la definición que parece más ajustada a los intereses de las empresas¹⁵¹⁸ y a cómo éstas se aproximan a los intereses de los *stakeholders*¹⁵¹⁹.

Como comenta Carroll (1999), es Keith Davis quien irrumpe en la discusión, al examinar los pros y contras de los negocios sociales responsables. Citó dos conocidos economistas y sus distintos puntos de vista sobre el tema. En

¹⁵¹⁷ Traducción propia de “*The idea of social responsibilities supposes that the corporation has not only economic and legal obligations but also certain responsibilities to society which extend beyond these obligations*”. Al respecto ver: McGuire, J. (1963). *Business and society*. Pág. 144.

¹⁵¹⁸ Al respecto Friedman escribió que la única responsabilidad de los negocios es hacer dinero, al aseverar que “...la responsabilidad social involucra la aceptación de la perspectiva socialista en cuanto a que los mecanismos políticos, no los mecanismos del mercado, son los apropiados para determinar la asignación de los recursos escasos para usos alternativos”. Ver: *New York Times*, 14 de septiembre de 1970. Págs. 122-126.

¹⁵¹⁹ Siguiendo a Escudero (2010), el término no tiene existencia formal en el inglés, aunque aparece en la literatura de negocios del Stanford Research Institute. Desde entonces el concepto ha cambiado de énfasis; aquí lo utilizaremos para referirnos a los grupos de interés. Ver: *Bien Común y stakeholders. La propuesta de Edward Freeman*. Pág. 25.

primer lugar, se basó en Milton Friedman¹⁵²⁰: “*Pocas tendencias podrían socavar tan profundamente los cimientos mismos de nuestra sociedad libre como la aceptación por las empresas de la responsabilidad social...su responsabilidad es ganar dinero para sus accionistas como sea posible*”¹⁵²¹. Sin embargo, Davis respondió a este punto de vista con una cita de Paul Samuelson, otro distinguido economista, quien argumentó que “*una gran empresa, en estos días, no sólo puede participar en la responsabilidad social, más bien debería tratar de hacerlo*”¹⁵²². Más allá de estas observaciones, Davis define la RSE como la consideración que la empresa tiene en respuesta a cuestiones económicas, técnicas y legales; de hecho, comenta que es una obligación para evaluar la toma de decisiones y sus efectos sobre el sistema social externo para que logre beneficios sociales, junto con las ganancias económicas tradicionales¹⁵²³.

Estas definiciones lograron un debido reconocimiento, y algunos organismos, como el *Committee for Economic Development* (CED) aportaron nuevas perspectivas a la visión de RSE, ya que el eje de su propuesta consistía en remarcar que “*es la misma sociedad la que le permite operar a la empresa, y por lo tanto, la empresa tiene la obligación de satisfacer las necesidades de la sociedad*”¹⁵²⁴.

¹⁵²⁰ Al parecer este Nobel de Economía había declarado, además, que “*el bienestar es responsabilidad de los gobiernos, no de las empresas*”, por lo cual cualquier acción de RSE queda anulada ante tal principio. Ver: Fernández Gago, R. (2005) *Administración de la responsabilidad social corporativa*. Pág. 4.

¹⁵²¹ Al respecto: Friedman, M. (1962) *Capitalism and freedom*. Pág. 133, en: Carroll, A. (1999) *Corporate social responsibility*. Pág. 277.

¹⁵²² Ver: Samuelson, P. (1971) “Love that corporation”. *Mountain Bell Magazine*. Pág. 24, en: Carroll, A. (1999) *Corporate social responsibility*. Pág. 277.

¹⁵²³ Otros autores, como Zenisek (1979), describen “*una preocupación de las empresas por las expectativas del público. La utilización de los recursos humanos físicos y económicos para fines sociales más amplios, y no simplemente para satisfacer el interés de las personas u organizaciones en particular.*” Ver: Zenisek, T. (1979) “Corporate social responsibility: a conceptualization based on organizational literature”. *The Academy of Management Review*. Vol. 4. Págs. 359-368.

¹⁵²⁴ La definición de la RSE se genera mediante círculos concéntricos. El círculo interno tiene que ver con las obligaciones económicas, operativas y deberes para con los empleados; el círculo intermedio es el interno por lo que tiene conciencia acerca de los valores y prioridades sociales; y el círculo externo hace referencia a “*las nuevas responsabilidades que la empresa debe asumir para estar activamente involucrada en mejorar la calidad y el ambiente social*”. Al respecto ver: Paladino, M. (2004) *La responsabilidad de la empresa en la sociedad. Construyendo la sociedad desde la tarea directiva*. Págs. 42-43.

En esta línea Peter Drucker¹⁵²⁵ analizó la RSE como posibilidad de negocios. Resaltó la probabilidad de convertir los problemas sociales en oportunidades comerciales, una visión utilitaria pero que contemplaba el aporte de las empresas en la sociedad¹⁵²⁶. En *The ecological vision. Reflections on the American Condition*, Drucker analiza la dimensión social de la empresa y enfatiza la innovación. Expone valores, como la prudencia y la responsabilidad, que implican juicios de tipo ético cuyo principio rector es la autoridad. Las acciones de gerentes, empresarios y trabajadores son públicas y están sujetas a juicio y escrutinio público¹⁵²⁷.

Comenzaron a surgir en la literatura múltiples formas de acciones socialmente responsables, como la filantropía, el voluntariado y los códigos de ética, entre otros, por lo que el concepto de responsabilidad social se fue ampliando¹⁵²⁸. Sin embargo, ya se presentaban nociones que permearían en las empresas, los consumidores y el Estado. Estas ideas se fueron materializando, entre otros, por Margolis y Walsh (2003), que entienden que una conducta empresarial socialmente responsable es independiente de los objetivos de beneficio o que pueda estar relacionada positivamente con ellos¹⁵²⁹. De las ideas de Carroll (1999) se deduce el uso de la responsabilidad social desde una perspectiva estratégica en la que se identifican las oportunidades de los negocios. Por su parte, Woods (1991) tiene un modelo de desempeño social corporativo en el que se clasifican una serie de indicadores mediante la identificación de los aspectos clave de rendimiento que rodean las prácticas laborales, los derechos humanos, los

¹⁵²⁵ Fue un abogado y tratadista austríaco, autor de múltiples obras reconocidas mundialmente sobre temas referentes a la gestión de las organizaciones, sistemas de información y sociedad del conocimiento, área de la cual es reconocido como padre y mentor en conjunto con Fritz Machlup, además de ser considerado el padre del *management*. Ver: Correa, E (2006) “Breve biografía de Peter Drucker. Teoría y pensamiento administrativo”. *Revista Online Gestipolis*.

¹⁵²⁶ Comentó: “*Me considero a mí mismo como un ecologista social. El objeto de mi estudio y preocupación es el entorno creado por el hombre, incluido él mismo*”. Ver: Stein, G. (1995) *Peter Drucker (II) Sobre empresa y sociedad*. Cuadernos Empresa y Humanismo. Núm. 74. Pág. 3.

¹⁵²⁷ Ver: Drucker, P. (1993) *The ecological vision. Reflections on the American Condition*. Págs. 204-205.

¹⁵²⁸ Hasta el momento no está delimitado de manera concreta. Esto produce que se use indistintamente *Responsabilidad Social Empresarial* o *Corporativa*. Sin embargo, hay una sutil distinción: la primera entiende el compromiso de manera local, la segunda de manera global. Algunos autores distinguen el uso de *Corporativa* para referirse a empresas públicas, ONG o cualquier agrupación que no sea una empresa propiamente dicha.

¹⁵²⁹ Ver: Margolis, J. y Walsh, J. (2003) “*Misery loves companies: Rethinking Social Initiatives by Business*”. *Administrative Science Quarterly*. Núm. 48. Págs. 268-305.

problemas que afectan a los consumidores, la comunidad y otras partes interesadas de la sociedad¹⁵³⁰.

Como comenta Lipovetsky (2004)¹⁵³¹, en la ética de los negocios son las empresas los agentes portadores de la moral y de la ética. Por otra parte, Epstein (1987) menciona que algunos líderes empresariales han tomado conceptos con distintos enfoques académicos que intrigan a los catedráticos¹⁵³².

Fieser (1996)¹⁵³³ utiliza un punto de vista ampliado sobre la responsabilidad empresarial, sosteniendo que los directivos no sólo deben tener en cuenta los intereses de sus accionistas al tomar decisiones, sino que también deben considerar los de aquellos grupos que tienen algún interés en la corporación.

Algunas organizaciones utilizan como sinónimos de RSE el de ciudadanía corporativa¹⁵³⁴ o sustentabilidad, pero aunque estén relacionados no son lo mismo. Los autores Ferrell, Fraedrich, y Ferrell (2000)¹⁵³⁵ comentan que el concepto de RSE no debe ser confundido con el de ética en los negocios. En este mismo sentido Araque y Montero (2006) mencionan que no son lo mismo (ética y RSE), pero la RSE es un elemento imprescindible para entender la ética de los negocios¹⁵³⁶. Partimos del hecho de que la ética se ocupa de definir los principios y estándares que deben guiar el comportamiento, en este caso de los negocios, así que la responsabilidad social se refiere a la obligación de la empresa de maximizar su impacto positivo y minimizar su impacto negativo sobre los *stakeholders*. Al usar este término necesitamos hablar de Freeman (1984)¹⁵³⁷, quien señala que los

¹⁵³⁰ Ver: Wood, D. (1991) "Corporate Social Performance Revisited". *The Academy of Management Review*. Vol. 16. Págs. 691-718.

¹⁵³¹ Ver: Lipovetsky, G. (2004) *Metamorfosis de la Cultura Liberal: Ética, Medios de Comunicación, Empresa*.

¹⁵³² Ver: Epstein, E. (1987) "The corporate social policy process: Beyond business ethics, corporate responsibility, and corporate social responsiveness". *California Management Review*. Vol. 29. Págs. 99-114.

¹⁵³³ Ver: Fieser, J (1996) "Do Business have moral obligations beyond what the law requires?". *Journal of Business Ethics*. Vol. 5.

¹⁵³⁴ El término es usado para referirse a los actores involucrados en la RSC (parlamentos, gobiernos nacionales y locales, productores, consumidores, religiones, universidades, etc.) y sus funciones. Al respecto ver: Núñez, G. (2003) *La Responsabilidad Social Corporativa en un Marco de Desarrollo Sostenible*. Pág. 11-12.

¹⁵³⁵ Ver: Ferrell, O.; Fraedrich, J. y Ferrell, L. (2000) *Business Ethics. Ethical Decision Making and Cases*.

¹⁵³⁶ Ver: Araque, R. y Montero, M. (2006) *Responsabilidad Social de la Empresa a Debate*. Pág. 26.

¹⁵³⁷ Ver: Freeman, E. (1984) *Strategic Management. A stakeholder approach*.

objetivos y el funcionamiento de una organización están determinados por la pretensión que tienen sus dirigentes de dar satisfacción a los individuos y grupos que tienen algún tipo de influencia sobre ella y que, consiguientemente, pretenden satisfacer sus propias necesidades a través de la misma.

Davidson y Griffin (2000)¹⁵³⁸ establecen que el nivel de responsabilidad social demostrado por una organización es representado por un continuo que identifica obstrucción social, obligación social, respuesta social y contribución social. Por lo que las acciones y decisiones de las organizaciones que siguen este enfoque harán más de lo que exige la ley¹⁵³⁹.

Los estudios de Ashley, Coutinho y Tomei (2000)¹⁵⁴⁰ muestran un aspecto meramente operativo, ya que enfocan sus trabajos mediante la división de las diferentes vertientes de análisis, como la responsabilidad social corporativa, el desempeño social corporativo, la auditoría social y la innovación social. Los conceptos se distinguen por enfatizar algunos aspectos distintos de los mostrados por Carroll al defender que es posible observar una dirección común a todos ellos: la intención de ofrecer referencia para las prácticas y el desarrollo social en las organizaciones.

La definición de Schermerhorn (2002) de lo que es la RSE pone énfasis en los grupos de interés, así: *“la obligación de la organización para actuar en formas que sirven al interés propio y al interés de muchos stakeholders externos”*¹⁵⁴¹.

La responsabilidad social y las ganancias a largo plazo no son incompatibles. Sin embargo, los estudios sobre la relación entre responsabilidad social y desempeño financiero son ambiguos. El origen del dilema está en que no se cuenta con una definición clara o única del constructo de RSC, y por tanto se generan dificultades de interpretación y

¹⁵³⁸ Ver: Davidson, P. y Griffin, R. (2000) *Management: Australia in a global context*.

¹⁵³⁹ Así como los representantes políticos persiguen metas sociales y se les exige que asuman la responsabilidad de sus actos, esto no ocurre en el caso de los líderes empresariales. No existen líneas directas para que el público exija al sector empresarial que asuma su responsabilidad social. Al respecto ver: Robbins, S. y De Cenzo, D. (2002) *Fundamentos de Administración: Conceptos esenciales y aplicaciones*. Pág. 59.

¹⁵⁴⁰ Al respecto, comenta: *“La ciudadanía corporativa podría traer ganancias sustanciales, tales como: valor a su imagen, desarrollo de liderazgo y mayor conciencia social responsable, así como mejorar el clima organizacional y la satisfacción y la motivación que se traduce en aumentar la autoestima y el reconocimiento y orgullo a través de la participación en proyectos sociales, entre otras ventajas”*. Para mayor detalle ver: Ashley, P., Coutinho, R. y Tomei, P. (2000) *Responsabilidade social corporativa e cidadania empresarial: uma análise conceitual comparativa*. Pág. 9.

¹⁵⁴¹ Ver: Schermerhorn, J. (2002) *Management*. Pág. 157.

medición que se presentan no sólo al intentar encontrar asociaciones estadísticas entre RSC y ganancias, sino en cómo se entiende la RSC. A manera de ejemplo, acciones individuales o puntuales, como una donación, no pueden considerarse una acción de RSC, por lo que se evidencia una relación compleja¹⁵⁴².

Aún con pruebas empíricas que midan de forma clara la relación entre desempeño socialmente responsable y desempeño financiero, algunos directivos creen que la evidencia no es relevante para el desempeño corporativo¹⁵⁴³.

Los investigadores han sido generalmente conscientes de la extrema dificultad de obtener datos sobre la gran cantidad de comportamientos de RSC para un número importante de empresas que permitan llevar adelante análisis estadísticos.

Siguiendo a Trevino y Nelson (1999), hay ejemplos de buen desempeño social sin que esto se traduzca en un buen desempeño financiero, y otros en los que un buen desempeño financiero permite tener recursos para financiar el buen desempeño social. Lo que está claro es que hay evidencia de que existe un vínculo entre irresponsabilidad social y un retorno negativo en el mercado bursátil¹⁵⁴⁴.

Para calificar a una acción empresarial como socialmente responsable, Carroll (1999) propone que el retorno marginal a la empresa al realizar la acción social debe ser menor que el retorno disponible de algún gasto alternativo, y además debe ser voluntario. También descarta la generosidad de un individuo, es decir, debe ser una política empresarial y no decisiones del gerente en turno¹⁵⁴⁵.

En los trabajos de Boatright (2000) se muestra que la empresa debe sacrificar algunas ganancias con el fin de promover metas no económicas.

¹⁵⁴² Ver: Starik, M. y Carroll, A. (1990). "In search of beneficence: reflections on the connections between firm social and financial performance". *International Association for Business and Society. Annual Meeting*. Págs. 1-15

¹⁵⁴³ Está claro que sin un entendimiento de los beneficios estratégicos que puede aportar a la empresa los altos directivos no estarán dispuestos a realizar inversiones en prácticas de RSC que contribuirán a un éxito a largo plazo de la empresa. Al respecto, ver: Burke, L. y Logsdon, J. (1996) "How Corporate Social Responsibility Pays Off". *Long Range Planning*. Vol. 29. Págs. 495-502.

¹⁵⁴⁴ Ver: Trevino, L. y Nelson, D. (1999) *Managing Business Ethics*. Págs. 322-354.

¹⁵⁴⁵ Al respecto, ver: Carroll, A. (1999) "Corporate social responsibility". *Business and Society*. Vol. 3. Pág. 276.

La RSE puede entenderse desde un punto de vista normativo y sobre la base de unos argumentos éticos, morales o sociales. Pero cuando sólo se usan criterios de carácter económico, como señala Rodríguez (2006)¹⁵⁴⁶, se justifica por la necesidad de proteger los contratos implícitos y de fomentar las inversiones que los diferentes grupos de interés hacen en la empresa. Interiorizar los efectos externos o avivar la innovación son formas de entender la empresa como espacio de cooperación y legitimidad social.

Independientemente de que el concepto surja en respuesta, o no, a un mundo más globalizado, la RSC se concibe, siguiendo a Fernández (2009), como una forma de gestión cuyo objetivo es hacer bien las cosas para todos (accionistas, clientes, proveedores, empleados, así como el entorno social y ambiental). Por lo que supone el reconocimiento y la integración de las inquietudes sociales, laborales, medioambientales, de respeto a los derechos humanos, y se espera que forje políticas, estrategias y procedimientos que satisfagan dichas preocupaciones, mejorando su reputación¹⁵⁴⁷.

La RSC entiende que sólo a través del capital económico y del capital social¹⁵⁴⁸ se podrá hacer frente a las responsabilidades contraídas, directa e indirectamente, con los agentes con los que se relaciona la empresa. Los llamados *stakeholders* participarán en las relaciones que la empresa guarda con su entorno social y ambiental. La RSE no sólo motiva a las compañías a descubrir formas innovadoras de vincularse solidariamente con las comunidades, sino que también significa repensar el tejido de la organización industrial, la participación laboral, el liderazgo y los riesgos¹⁵⁴⁹.

Según Melé (2010), la responsabilidad social de la empresa deriva de considerar a la empresa como una comunidad humana dentro de una comunidad mayor, cobijada en la sociedad. Como cualquier comunidad, la empresa debe actuar como buena ciudadana y adherirse al bien común de la sociedad, considerando el bien de futuras generaciones. Pero subraya que las responsabilidades legales rara vez vinculan todos los tipos de

¹⁵⁴⁶ Ver: Rodríguez, J. (2006) "Valor accionarial y orientación stakeholder: bases para un nuevo gobierno corporativo". *Papeles de Economía Española*. Núm.108. Págs.10-26.

¹⁵⁴⁷ El autor concibe cinco componentes de la reputación: comercial, económico-financiera, interna, sectorial y social. Al respecto, ver: Fernández García, R. (2009) *Responsabilidad social corporativa*. Pág. 63.

¹⁵⁴⁸ Fukuyama (1999) concibe al capital social como el componente del capital humano que permite a los miembros de una sociedad confiar en los demás y cooperar en la creación de nuevos grupos o asociaciones. Ver: Fukuyama, F. (1999) *Social Capital and Civil Society*.

¹⁵⁴⁹ Ver: Liker, J. (2004) *The Toyota Way-14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*; Liker, J. y Mieir, D. (2005) *The Toyota Way Fieldbook*; Liker, J. y Hoseus, M. (2008) *Toyota culture: the heart and soul of the Toyota way*.

responsabilidades que la empresa tiene. Por ello, Melé distingue tres tipos de responsabilidades: las obligaciones de justicia inherentes a la misión interna y externa de la empresa y sus actividades propias, las de cooperación derivadas de la interdependencia con los grupos que afectan o son afectados por la empresa (*stakeholders*), y las responsabilidades de solidaridad, conectadas con la capacidad y las posibilidades de la empresa de contribuir, dentro de su ámbito, a la sociedad. El contenido y el alcance de estas acciones sociales ha de determinarse prudencialmente y sin menoscabo del quehacer propio de la empresa¹⁵⁵⁰.

Por su parte, Berbel, Reyes y Gómez (2007) agrupan las iniciativas que promueven la responsabilidad social en cuatro niveles: 1) directrices y compromisos de carácter universal; 2) guías de producción y metodologías de informes; 3) criterios de gestión y ajuste en la implementación de la responsabilidad social; 4) técnicas y herramientas que permiten medir y gestionar responsablemente¹⁵⁵¹. Permiten distinguir entre aquellas iniciativas que proporcionan lineamientos para que la organización pueda recabar información de sí misma y aquellas que permiten incorporar iniciativas de responsabilidad social como un aspecto dentro de la gestión de cada organización.

4.5.2 Organismos internacionales e iniciativas que promueven la RSC

La Responsabilidad Social de la Empresa (RSE) o Responsabilidad Social Corporativa (RSC)¹⁵⁵² es un fenómeno que empieza a permear en las grandes y medianas empresas. Una organización que se asume como socialmente responsable está preocupada por el impacto social y ambiental de sus actividades directas e indirectas. El concepto ha empapado a las

¹⁵⁵⁰ Ver: Melé, D. (2010) “Ética Empresarial: Siete Principios Para Recordar”. *Revista de Antiguos Alumnos IESE*, Núm. 118. Pág. 32.

¹⁵⁵¹ Estos investigadores comentan que la clasificación que proponen busca promover una aproximación organizada a sus manifestaciones, enfoques de trabajo y perspectivas, dentro de las iniciativas recogidas. Sin embargo, se pone especial atención en las iniciativas que recogen criterios para la gestión socialmente responsable y su comunicación a los *stakeholders*. Ver: Berbel, G., Reyes, J. y Gómez, M. (2007) “La responsabilidad social en las organizaciones: análisis y comparación entre guías y normas de gestión e información”. *Revista Innovar*. Vol. 17. Pág. 28.

¹⁵⁵² En general se utiliza más el acrónimo RSC por el impacto en que se pueden traducir sus medidas ya que las grandes corporaciones tienen un mayor volumen de recursos. Ver: Fernández García, R. (2009) *Responsabilidad social corporativa*. Pág. 19.

instituciones políticas, como es el caso del Banco Mundial¹⁵⁵³, la Comisión Europea, o Naciones Unidas, por nombrar algunos ejemplos. Han ido emanando normativas, e iniciativas que fomentan, y en algunos casos obligan, a incorporar criterios de RSC.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) la entiende como: *“una visión sobre la empresa que concibe el respeto a los valores éticos, a las personas, a las comunidades y al medio ambiente como una estrategia integral que incrementa el valor añadido y, por lo tanto, mejora la situación competitiva de la empresa. La RSE se trata más bien de un conjunto comprehensivo de políticas, prácticas y programas que se incorporan a todas las operaciones y procesos de toma de decisión empresariales. Durante la última década, el número de empresas que han reconocido los beneficios empresariales asociados a las políticas y prácticas de RSE ha ido creciendo. Las empresas también se han visto incentivadas a adoptar o a ampliar sus estrategias de RSE como consecuencia de las presiones procedentes de consumidores, proveedores, empleados, comunidades, inversores, organizaciones de activistas y otras partes interesadas. El resultado de todo esto ha sido un espectacular incremento de la RSE en los últimos años, con empresas de todos los tamaños y sectores desarrollando estrategias innovadoras”*.

La ONU y la OCDE resaltan la importancia de la RSC sin que lleguen a conceptualizarla¹⁵⁵⁴, es decir, se limitan a enunciar una serie de principios¹⁵⁵⁵ o recomendaciones de carácter voluntario¹⁵⁵⁶, para que las

¹⁵⁵³ El Banco Mundial establece que la RSE *“es el compromiso de las empresas para comportarse éticamente y para contribuir al desarrollo económico sustentable trabajando con todos los stakeholders relevantes para mejorar sus vidas en maneras que sean buenas para la empresa, la agenda del desarrollo sustentable y la sociedad en general”*. Ver: Banco Mundial (2006) *La aplicación de la política de gobernanza corporativa*.

¹⁵⁵⁴ Aunque en el caso de la ONU a través de la FAO (*Food and Agriculture Organization*), se ha expresado como *“un comportamiento institucional que en América Latina se lleva en práctica cada vez con mayor frecuencia, más que ser filantropía o apoyo caritativo, es una forma de demostrar que el crecimiento económico de un país o región debería ir de la mano con el crecimiento social”*.

¹⁵⁵⁵ En 2005, el Secretario General nombra a John Ruggie como Representante Especial del Secretario General de Naciones Unidas para Temas de Derechos Humanos y Empresa. Este mandato fue renovado en 2008 y terminó en 2011. En el cumplimiento de sus mandatos, John Ruggie elaboró los siguientes informes: *Las empresas y los derechos humanos: catálogo de las normas internacionales sobre responsabilidad y rendición de cuentas por actos cometidos por empresas*. (2007); *Proteger, respetar y remediar: un marco para las actividades empresariales y los derechos humanos*. (2008); *La empresa y los derechos humanos: La puesta en práctica del marco “proteger, respetar y remediar”* (2009); *Business and Human Rights: Further steps toward the operationalization of the “protect, respect and remedy” framework*. (2010); y *Principios Rectores sobre las empresas y los derechos humanos: puesta en práctica del marco de las Naciones Unidas para “proteger, respetar y remediar”* (2011). Sobre este tema, Isea (2011) entiende que las empresas tienen

empresas sean más responsables con la sociedad y contribuyan al desarrollo sostenible. Sin embargo, la iniciativa de un Pacto Mundial de Naciones Unidas (*Global Compact*)¹⁵⁵⁷ es un esfuerzo que muestra la importancia que tiene, puesto que su objetivo es conseguir un compromiso voluntario de las entidades en responsabilidad social por medio de Diez Principios¹⁵⁵⁸.

Derechos Humanos:

- 1) Las empresas deben apoyar y respetar la protección de los derechos humanos fundamentales reconocidos universalmente, dentro de su ámbito de influencia.
- 2) Las empresas deben asegurarse de que sus empresas no son cómplices de la vulneración de los derechos humanos

Estándares Laborales:

- 3) Las empresas deben apoyar la libertad de Asociación y el reconocimiento efectivo del derecho a la negociación colectiva.
- 4) Las empresas deben apoyar la eliminación de toda forma de trabajo forzoso o realizado bajo coacción

un potencial único, ya que pueden generar inversión, empleo y crecimiento económico. Señala que pueden cumplir un papel importante en la reducción de la pobreza, el respeto de la ley y la democracia. Las empresas, comenta, tienen la capacidad de ofrecer puestos de trabajo de calidad, correctamente remunerados y con unas condiciones de seguridad y salud adecuadas. También pueden promover la libertad de asociación y negociación colectiva, la igualdad de oportunidades y la no discriminación. Ver: Isea, R. (2011) *Las empresas y los derechos humanos*. Pág. 7.

¹⁵⁵⁶ Un ejemplo son las *Normas de Naciones Unidas sobre las responsabilidades de las Empresas Transnacionales y otras Empresas Comerciales en la esfera de los Derechos Humanos*, del Consejo Económico y Social de Naciones Unidas (2003). Dichas normas enuncian una lista detallada de las obligaciones empresariales en la esfera de los Derechos Humanos.

¹⁵⁵⁷ Esta iniciativa, que surgió en 1999, tiene como objetivo hacer un llamado de atención hacia todo tipo de organizaciones, pero especialmente está dirigida hacia las empresas, incluyendo a las instituciones de carácter no gubernamental; la idea es construir un mercado más justo y más equitativo.

¹⁵⁵⁸ Los diez principios del Pacto Mundial están basados en declaraciones y convenciones universales aplicadas en cuatro áreas: Derechos Humanos, Medio Ambiente, Estándares Laborales y Anticorrupción. Las empresas adheridas al Pacto Mundial tienen el compromiso de trabajar en pro de la implementación de los diez principios.

- 5) Las empresas deben apoyar la erradicación del trabajo infantil.
- 6) Las empresas deben apoyar la abolición de las prácticas de discriminación en el empleo y ocupación.

Medio Ambiente:

- 7) Las empresas deberán mantener un enfoque preventivo que favorezca el medio ambiente.
- 8) Las empresas deben fomentar las iniciativas que promuevan una mayor responsabilidad ambiental.
- 9) Las empresas deben favorecer el desarrollo y la difusión de las tecnologías respetuosas con el medio ambiente

Anticorrupción:

- 10) Las empresas deben trabajar en contra de la corrupción en todas sus formas, incluidas la extorsión y el soborno.

La OCDE, por su parte, promueve la responsabilidad de las empresas: en junio de 1976 estableció por primera vez, como parte de la Declaración sobre Inversión Internacional y Empresas Multinacionales, *Las Líneas Directrices de la OCDE para Empresas Multinacionales*. En realidad, son recomendaciones dirigidas desde los gobiernos a las empresas multinacionales, que enuncian principios y normas voluntarias para una conducta empresarial responsable en temas como: publicación de informaciones, empleo y relaciones laborales, medio ambiente, lucha contra la corrupción, intereses de los consumidores, ciencia y tecnología, competencia o fiscalidad.

Desde su establecimiento ha tenido cuatro grandes revisiones, la última de ellas en 2011. El objetivo principal de las Directrices es garantizar que las actividades de las empresas multinacionales se desarrollen en armonía con las políticas nacionales de los países de la OCDE, y fortalecer la base de la confianza mutua entre las empresas y las autoridades gubernamentales¹⁵⁵⁹.

¹⁵⁵⁹ No son de carácter obligatorio: las empresas que voluntariamente las adopten deberán aplicarlas en todos los países en los que operen. La única obligación formal es para los gobiernos que suscriban las Directrices. Dicha obligación es que deben establecer *Puntos Nacionales de Contacto* (PNC). El PNC es una instancia para la promoción, la divulgación y el efectivo cumplimiento de las líneas. En el caso de España, el PNC depende de la Secretaría de Estado de Comercio del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Otra iniciativa es el *Convenio de Lucha contra la Corrupción*¹⁵⁶⁰. Estas iniciativas sumamente valiosas tocan tangencialmente los aspectos de la RSC. Correa, Flynn y Amit (2004), en un estudio titulado *Responsabilidad social corporativa en América Latina: una visión empresarial*, definen la RSC como “una forma de hacer negocios que toma en cuenta los efectos sociales, ambientales y económicos de la acción empresarial, integrando en ella el respeto por los valores éticos, las personas, las comunidades y el medio ambiente”¹⁵⁶¹.

También está la Iniciativa de Reporte Global o *Global Reporting Initiative* (GRI), que parte de una institución independiente¹⁵⁶² que creó los primeros lineamientos para la elaboración de memorias de sostenibilidad bajo un estándar global que permite a las empresas que desean evaluar su desempeño económico, ambiental y social contar con un reporte fiable. Siguiendo a Álvarez (2009), la medición del comportamiento de la empresa, no sólo en su dimensión económica sino también en sus dimensiones social y ambiental, requirió unas metodologías parecidas a las empleadas en la

¹⁵⁶⁰ El *Convenio de Lucha contra la Corrupción de Agentes Públicos Extranjeros en las Transacciones Comerciales Internacionales de la OCDE*, fue firmado en París por 34 países en 1997. Dos años más tarde entró en vigor. Su objetivo es luchar contra la corrupción en las empresas transnacionales comerciales internacionales, asegurando una libre competencia no viciada por prácticas corruptas. Este objetivo se ha traducido en el compromiso, asumido por los países firmantes, actualmente 39, de introducir las modificaciones legales necesarias para poder castigar los actos de soborno a funcionarios públicos extranjeros realizados por sus nacionales.

¹⁵⁶¹ El documento se refiere a tres definiciones que representan la perspectiva del sector privado. Así *The World Business Council for Sustainable Development* (2005), radicado en Suiza, entiende: “La responsabilidad social empresarial es el compromiso que asume una empresa para contribuir al desarrollo económico sostenible por medio de colaboración con sus empleados, sus familias, la comunidad local y la sociedad en pleno, con el objeto de mejorar la calidad de vida”. El *Foro Prince of Wales Business Leadership Forum* (PWBLF), en Gran Bretaña, la define como “La responsabilidad social empresarial es el conjunto de prácticas empresariales abiertas y transparentes basadas en valores éticos y en el respeto hacia los empleados, las comunidades y el ambiente”. Por último el *Business for Social Responsibility* (BSR), en Estados Unidos: “La responsabilidad social empresarial se define como la administración de un negocio de forma que cumpla o sobrepase las expectativas éticas, legales, comerciales y públicas que tiene la sociedad frente a una empresa”. Ver: Correa, M., Flynn, S. y Amit, A. (2004) *Responsabilidad social corporativa en América Latina: una visión empresarial*. Págs. 15 y 16.

¹⁵⁶² Surgió en 1997. Era un proyecto conjunto entre el PNUMA y la organización CERES (Coalition for Environmentally Responsible Economies). La idea original era la de mejorar la calidad de las memorias de sostenibilidad y equipararlas con los informes financieros en cuanto a comparabilidad, rigor, credibilidad, periodicidad y verificabilidad. Sin embargo, actualmente es una institución independiente, con su propia Junta Directiva.

medición del comportamiento financiero, es decir, unos principios y normas generalmente aceptados. Ahora bien, en este caso la unidad de medida no será únicamente de carácter monetario sino que, dadas las características diversas de la realidad que se intenta recoger, se han de emplear distintos patrones y unidades de medida de carácter cuantitativo y cualitativo¹⁵⁶³. Desde esta perspectiva más amplia, el impacto del comportamiento de las empresas se intenta medir, por el momento, a través de las denominadas Memorias o Informes de Responsabilidad Social Corporativa o Sostenibilidad. Bajo este prisma el *Global Reporting Initiative* (GRI) se convirtió en la metodología más socorrida para crear reportes.

Para Blasco y Sáez (2009), la GRI es la organización hegemónica porque ha permitido rendir cuentas frente a los grupos de interés. Esto es de especial relevancia porque ofrece un marco de trabajo a nivel mundial que ayuda a las compañías en su labor de transparencia y de compromiso socio-ambiental. Su principal aporte es que la información no financiera goce de la misma credibilidad que la financiera¹⁵⁶⁴. Para Moneva y Ortas (2009), el proceso de estandarización de reportes, indicadores y memorias ha sido una exigencia que deriva de la conciencia de rendición de cuentas, que está motivada por:

- 1) La globalización de las actividades, que evidenció la necesidad de desarrollar instrumentos innovadores sobre rendición de cuentas empresariales tanto desde una perspectiva económica como social y medioambiental.
- 2) Las carencias mostradas por la eco-eficiencia como sistema de producción ambientalmente adecuado, dentro de la nueva perspectiva de desarrollo sostenible, en la medida que no tiene en cuenta a las generaciones futuras.

¹⁵⁶³ Por ello, comenta Álvarez (2009), el objetivo sería lograr la general aceptación acerca de un Informe o Estado de Cuentas sobre Responsabilidad Social equivalente a los Estados Financieros, que todas las empresas pudieran emplear para informar acerca de su situación y los resultados de su comportamiento e impactos económicos, sociales y ambientales. Esto es precisamente lo que están demandando cada día más los distintos grupos de interés, los analistas y la sociedad en su conjunto. Ver: Lizcano Álvarez, J. (2009) “Hacia una normalización de la información corporativa: el reporte de RSC y los sistemas de verificación”. *Telos: Cuadernos de Comunicación e Innovación*. Núm. 79.

¹⁵⁶⁴ Bob Masey, Presidente de turno del GRI, en unas declaraciones a Social Funds en 2001, comentaba: “Creemos que el liderazgo de GRI refleja el comienzo de una nueva época donde las empresas empiezan a estar preparadas para divulgar información crítica que en la actualidad no se encuentra en los informes financieros”. Citado en Blasco, J. y Sáez, C. (2009) “Global Reporting Initiative, La historia de un éxito”. *Revista de Responsabilidad Social de la Empresa*. Núm. 3. Pág. 192.

- 3) La necesidad de comparabilidad y fiabilidad de la información de sostenibilidad para la adecuada toma de decisiones por parte de los diferentes *stakeholders*¹⁵⁶⁵.

Los nuevos modos de informar acerca del comportamiento socialmente responsable han producido, como comenta Moneva (2005), que el GRI se convierta, por la presión de los grupos de interés o lobbies que buscan contar con estándares más adecuados, en una guía, no solo por sus contenidos básicos, sino también por su metodología. La utilización de la GRI produce tanto a los *stakeholders* como a otras compañías una sensación de fiabilidad¹⁵⁶⁶, por lo que, como comentan Morrós y Vidal (2005), se debe prestar especial atención a las memorias de sustentabilidad que tengan las siguientes características:

- 1) Ofrecer una visión clara del impacto humano y ecológico de la empresa, con el fin de orientar las decisiones sobre las inversiones, las compras y también las alianzas.
- 2) Proporcionar datos fiables, principalmente a los *stakeholders*, que permitan retroalimentar sus necesidades e intereses, promoviendo así el dialogo y la investigación.
- 3) Ayudar a las organizaciones a evaluar y mejorar constantemente sus acciones y progresos.
- 4) Presentar la información a través de un formato de fácil comprensión y comparación con otras organizaciones.
- 5) Mostrar la relación de los aspectos económicos, sociales y ambientales que se incluyen dentro del amplio concepto de la sostenibilidad¹⁵⁶⁷.

¹⁵⁶⁵ La GRI propone contar con un marco, una guía, para la elaboración de memorias de sostenibilidad, cuya ejecución está basada en cinco principios: 1) inclusión de los diferentes grupos de interés; (2) proceso global equilibrado; (3) utilización al máximo de las tecnologías de comunicación; (4) transparencia; (5) eficiencia. Ver: Moneva, J. y Ortas, E. (2009) “Desarrollo sostenible e información corporativa. Evolución y situación actual”. *Economía Industrial*. Vol. 371. Pág. 144.

¹⁵⁶⁶ Señala que la iniciativa “Global Reporting Initiative”, va siendo el referente más importante para la elaboración de memorias de sostenibilidad, probablemente por su comparabilidad. Ver: Moneva, J. (2005) “Información sobre responsabilidad social corporativa: Situación y tendencias”. *Revista Asturiana de Economía*. Núm. 34. Pág. 44.

¹⁵⁶⁷ Ver: Morrós, J. y Vidal, I. (2005) *Responsabilidad Social Corporativa*. Pág. 177.

En el Foro Económico Mundial se encuestó a los directores ejecutivos asistentes sobre la iniciativa mundial de informes (GRI), el resultado fue que el 40% de los entrevistados respondieron que era la herramienta de referencia para la elaboración de sus memorias e informes¹⁵⁶⁸, sin embargo, la GRI no es la única herramienta: existen diversas iniciativas propuestas por distintos autores y organizaciones internacionales que permiten identificar ámbitos de aplicación, así como variables de gestión de la responsabilidad social. Los reportes, informes e indicadores han contribuido en la transformación de un modelo que se pueda aplicar a cualquier institución, lo que posibilita que la responsabilidad social corporativa logre el tránsito de un concepto hacia una serie de herramientas, normas e iniciativas aplicables a la gestión organizacional.

Otra herramienta a destacar es el Libro Verde de la Unión Europea¹⁵⁶⁹, calificada por Velazco Osma (2006) como “*la iniciativa más importante de las empresas europeas para la lucha contra la exclusión social*”¹⁵⁷⁰. Da lugar a movilizaciones importantes, como son las redes de empresas europeas. En el documento se distinguen dos dimensiones de la RSC: la interna y la externa. La primera afecta a los empleados y al medio ambiente, e incluye la gestión de recursos humanos, la salud y seguridad laboral, la adaptación al cambio y la gestión del impacto ambiental. La segunda recoge las relaciones con la comunidad, con proveedores y consumidores, los derechos humanos y los problemas ambientales del planeta.

Es de señalar que en las diferentes iniciativas y normas que promueven el comportamiento socialmente responsable están presentes dos principios fundamentales que favorecen la implementación de la responsabilidad social en la gestión de la organización: por una parte, la adopción voluntaria de iniciativas que articulan la aplicación de la responsabilidad social, y no son una imposición legal; y por otra parte, la necesaria transparencia de las acciones y de los recursos que se destinan al desarrollo e implementación de un comportamiento socialmente responsable en una organización, es decir la rendición de cuentas (*accountability*) que se requiere tener con los *stakeholders*. Pinillos (2005), al observar que es una adhesión voluntaria, se cuestiona si se requiere una obligatoriedad, es decir, una norma que garantice el comportamiento socialmente responsable, por lo que apunta que

¹⁵⁶⁸ Entrevistas citadas en: Núñez, G. (2003) *La responsabilidad social corporativa en un marco de desarrollo sostenible*. Pág. 12.

¹⁵⁶⁹ Libro verde. *Fomentar un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas*. Comisión Europea (2001)

¹⁵⁷⁰ Ver: Velazco Osma, J. (2006) *Fundamentos de la responsabilidad social corporativa y su aplicación ambiental*. Pág. 62.

ese comportamiento no sólo debe ser con los *stakeholders* sino con la sociedad en su conjunto¹⁵⁷¹.

Antolin y Gago (2004) comentan que se ha producido un aumento en la conciencia ecológica y social de los ciudadanos. Cada vez es más palpable la preocupación por los problemas ambientales que derivan de la actividad económica, las prácticas laborales discriminatorias, la violación de los derechos humanos, etc. Este cambio en el sistema de valores ha sido especialmente intenso en los países desarrollados. Una prueba de ello es el extraordinario crecimiento que ha experimentado en los últimos años el llamado *tercer sector*, que pone de manifiesto la importancia económica que ha adquirido el sector, y refleja la existencia de fallos de mercado en la asignación de recursos a las actividades de RSC¹⁵⁷².

4.5.3 Los *stakeholders*

La base teórica de los *stakeholders*¹⁵⁷³ parte de la creencia del reparto del poder en las organizaciones, y en el reconocimiento de cada uno de los grupos que las conforman, tanto desde una perspectiva interna como externa. La importancia de la teoría de los *stakeholders* radica, siguiendo a González (2007)¹⁵⁷⁴, en que permite pensar un nuevo paradigma empresarial en el que la comprensión de la empresa es plural. Por tanto, la empresa no es cosa de uno (accionista o propietario), ni exclusivamente de dos (propietarios y trabajadores); más bien la empresa es entendida desde la pluralidad de agentes que intervienen en ella, así como desde todos aquellos que interactúan directa o indirectamente con la organización empresarial. Eso supone destinar recursos de la organización, de tal forma que se tenga en

¹⁵⁷¹ Ver: Pinillos, A. (2005) “La responsabilidad social corporativa: un concepto por definir”. *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*. Vol. 53. Pág. 130.

¹⁵⁷² Ver: Antolín, M. y Gago, R. (2004) “Responsabilidad social corporativa: la última innovación en management”. *Universia Business Review*. Núm. 1. Págs. 28-39.

¹⁵⁷³ Para la formulación de la teoría de los stakeholders se puede consultar: Freeman, (1984) *Strategic management. A Stakeholder Approach*; Pitman, T., Donaldson, T. y Preston, L. (1995) “The Stakeholder Theory of the Corporation: concepts, evidence, and implications”. *Academy of Management Review*. Vol. 20. Págs. 65-91; Sternberg, E. (1996) “Stakeholder Theory Exposed”. *Economic Affairs*. Vol. 16. Págs. 36-38; Jones, T. y Wicks, A. (1999) “Convergent Stakeholder Theory”. *The Academy of Management Review*. Vol. 24. Págs. 206-221; Jones, T., Wicks, A. y Freeman, E. (2002) “Stakeholder Theory: The state of the art”. En Bowie, N. [Ed.] *The Blackwell Guide to Business Ethics*. Págs. 19-37.

¹⁵⁷⁴ Ver: González, E. (2007) “La teoría de los stakeholders Un puente para el desarrollo práctico de la ética empresarial y de la responsabilidad social corporativa”. *Revista Veritas*. Vol. II. Num. 17. Págs. 205-224.

cuenta el impacto de esa asignación en varios grupos dentro y fuera de la organización. Freeman (1984) clasifica a los *stakeholders* en dos grupos: primarios y secundarios. Los primarios son aquellos con derechos directos y legalmente establecidos. Los secundarios se refieren a aquellos cuyos derechos sobre los recursos de la empresa están peor establecidos en la ley o se basan en criterios como la lealtad a la comunidad o las obligaciones éticas¹⁵⁷⁵.

Otras clasificaciones son las de Mitchell, R., Agle, B y Wood, D. (1997)¹⁵⁷⁶ que promueven la identificación de la importancia de los *stakeholders* a través de criterios de atributos de poder, legitimidad y urgencia¹⁵⁷⁷. Siguiendo a Navarro (2012), estos tres atributos nos llevan a distinguir cuatro niveles: definitivos (cuando tienen los tres atributos), expectantes (sólo dos), latentes (uno), y sin atributos, cuando no son *stakeholders*¹⁵⁷⁸.

Por su parte, Phillips (2003)¹⁵⁷⁹ los clasifica como:

- 1) Normativos: aquellos que tienen obligaciones morales;
- 2) Derivativos: aquellos que no tienen obligación moral, independientemente de que pueden dañar o beneficiar;
- 3) Dominantes o dañinos: aquellos que pueden hacer daño de manera ilegítima.

¹⁵⁷⁵ Existen distintos enfoques para clasificar los stakeholders: primarios o secundarios, directos o indirectos y genéricos o específicos. Fassin (2009) hace un recorrido por las diferentes clasificaciones y plantea una nueva con tres categorías: en primer lugar, los internos que tienen participación real en la compañía, denominados *stakeholders*; Enseguida están los denominados *stakewatchers*, grupos de presión que generan influencia en la empresa; finalmente, los *stakekeepers* reguladores, que imponen control externo y reglamentaciones. Ver: Fassin, Y. (2009) “The Stakeholder Model Refined”. *Journal of Business Ethics*. Vol. 84. Págs 113-135.

¹⁵⁷⁶ Ver: Mitchell, R., Agle, B. y Wood, D. (1997) “Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts”. *Academy of Management Review*. Vol. 22. Págs. 853-886.

¹⁵⁷⁷ Arrieta y de la Cruz (2009) consideran cuatro atributos: poder, urgencia, legitimidad y capacidad de interlocución. Es decir, su modificación radica en la capacidad de comunicación, que para estas autoras tiene preponderancia. Así señalan que el diálogo es lo que permite una influencia en la cultura, y en los procesos de innovación, así como en la gestión del conocimiento. Ver: Arrieta, B. y De la Cruz, C. (2009) *La dimensión ética de la responsabilidad social*. Pág. 58.

¹⁵⁷⁸ Ver: Navarro, F. (2012) *Responsabilidad Social Corporativa: Teoría y práctica*. Pág. 91.

¹⁵⁷⁹ Ver: Phillips, R. (2003). “Stakeholder Legitimacy”. *Business Ethics Quarterly*. Vol. 13. Págs. 25-41.

A la par de este desarrollo, Post, Preston y Sachs (2002)¹⁵⁸⁰, diseñaron un análisis diferente para los niveles del medio ambiente de las organizaciones. Por su parte, Freeman en un trabajo posterior define una serie de principios ya que entiende que los directivos empresariales tienen una serie de presiones y están bajo la lupa de fuerzas externas, por lo que las acciones a seguir son más complejas que las relaciones con los clientes, proveedores, empleados, financiadores, accionistas, comunidades, sociedad, etc. Detalla¹⁵⁸¹:

- 1) Independientemente de sus aspiraciones o de su objetivo final, debe tener en cuenta los efectos de sus acciones sobre los demás y sobre uno mismo. Este es un principio de mero sentido común pero necesario en el contexto empresarial.
- 2) Hay que entender los comportamientos, los valores y los contextos o trasfondos de los *stakeholders*, incluido el contexto societario. No es necesario estar de acuerdo con los grupos de interés ni con sus comportamientos, pero para una gestión adecuada sí que se requiere entenderlos.
- 3) Para mantener el éxito, será mejor tener claro cuáles son nuestras aspiraciones. Hay que tener claro cuál es el entorno en el que se desempeña la empresa en la toma de decisiones.
- 4) Las relaciones con los *stakeholders* funcionan en tres niveles: el racional (la organización en su conjunto), el procedimental (los procedimientos operativos habituales) y el transaccional (la negociación diaria).
- 5) Las empresas necesitan utilizar a los *stakeholders* para definir nuevas estructuras, procesos y funciones de negocio. Las relaciones con los grupos de interés se convierten en el análisis del diseño en la organización.
- 6) Es necesario equilibrar los fines de los *stakeholders* a lo largo del tiempo. Aunque el término “equilibrio” sugiera las

¹⁵⁸⁰ Ver: Post, J., Preston, L. y Sachs, S. (2002) “Managing the Extended Enterprise: The New Stakeholder View”. *California Management Review*. Vol. 45. Págs. 6-28.

¹⁵⁸¹ Principios contenidos en: Freeman, et al. (2010) *Stakeholder Theory: The State of the Art*.

compensaciones que se producen entre los diferentes grupos, su connotación inicial hace referencia a la idea de armonía.

Por otra parte, desde un punto de vista de la gestión, un primer paso es la identificación de los distintos grupos de personas que interactúan y tienen relación con la empresa. Un segundo paso se plantea cómo gestionar, asumiendo una perspectiva global, el conjunto de relaciones que se origina, garantizando el necesario equilibrio de fuerzas entre los distintos intereses representados¹⁵⁸².

Boatright (1993)¹⁵⁸³ valora la teoría de los *stakeholders* como una prometedora idea en la gestión estratégica. El concepto es un constructo valioso para identificar y organizar el gran número de obligaciones que las empresas tienen hacia los diferentes grupos. Otros autores, como Phillips (2011), se pronuncian en esta línea: “Debido a que es una perspectiva transfronteriza basada en la teoría de los *stakeholders* se unió con otras teorías, puede tener el potencial para proporcionar una mejor explicación de los resultados empresariales, en sentido amplio”¹⁵⁸⁴.

Charles Handy (1998)¹⁵⁸⁵ destaca el papel de alguno de estos grupos o *stakeholders* y piensa que sería necesario cambiar la estructura de la propiedad para dar menos poder a los accionistas y más poder a las personas que dan sus vidas y capacidades a la organización. Como comentan López, Montes y Vázquez (2007), si se considera a la empresa como una organización de recursos humanos y materiales que ejecutan la estrategia de la alta dirección, el nivel de desarrollo moral de la empresa se encuentra precisamente en las expectativas éticas que asume la alta dirección¹⁵⁸⁶.

¹⁵⁸² La preocupación por enfocar la gestión estratégica de la empresa desde el propósito de satisfacer las necesidades diversas y, a veces contrapuestas, de los distintos *stakeholders*, representa una definición muy ajustada de lo que podemos entender como responsabilidad social de la empresa. Para mayor detalle, ver: Arellano, D (2004) *Gestión Estratégica para el Sector Público: Del Pensamiento Estratégico Al Cambio Organizacional*. Págs. 87-89.

¹⁵⁸³ Ver: Boatright, J. (1993) *Ethics and the Conduct of Business*.

¹⁵⁸⁴ “Because it is such a border-based perspective, stakeholder theory joined with any other theory may have the potential to provide a better explanation of firm performance, broadly defined.” Ver: Phillips, R. (2011) *Stakeholder Theory. Impact and Prospects*. Pág. 107.

¹⁵⁸⁵ Ver: Handy, C. (1998) *El Espíritu Hambriento*.

¹⁵⁸⁶ Los autores comentan que existen dos grandes tipos de estrategias innovadoras: estrategia competitiva y de base tecnológica, pero el departamento de I+D propone y lidera estos proyectos que, una vez aprobados por la alta dirección, ejecutan la estrategia. Ver: López, N., Montes, J. y Vázquez, J. (2007) *Cómo Gestionar la Innovación en las Pymes*. Pág. 176.

La alta dirección establece, como comentan de la Cuesta y Muñoz (2010), el tono moral de la organización, y es la principal responsable de mantener el clima moral¹⁵⁸⁷. Siguiendo a Ramírez (2007), el clima moral no es un comportamiento interno, sino por el contrario, un modo de actuación entendido como parte de un todo del que la organización y las personas que la integran forman parte, y por ello se entiende como un compromiso social que se extiende desde la organización hacia la comunidad¹⁵⁸⁸.

El estudio del proceso directivo va unido al de la Teoría de las organizaciones y sus primeras formulaciones derivan del enfoque de Frederick Winslow Taylor (1856-1915), que entendía a la organización como un sistema. Sus trabajos, en especial el *Management científico*, tuvo gran impacto, y su influencia produjo nuevos esquemas de planificación directiva¹⁵⁸⁹. Bajo este entendimiento la comunicación se limitaba a la transmisión de directrices, sin valorar el *feedback*¹⁵⁹⁰.

Diversos autores fueron proponiendo nuevos enfoques, como la llamada Teoría del Comportamiento Humano; Mary Parker Follet (1868-1933) propone alternativas distintas a la escuela de la administración científica, en especial la importancia de las relaciones interpersonales, las emociones y la resolución de conflictos. Frente al taylorismo, defiende que no hay una sola manera de hacer bien las cosas, sino que cada situación debe valorarse según las personas involucradas¹⁵⁹¹. Por su parte, George Elton Mayo (1880-1949)

¹⁵⁸⁷ Ver: de la Cuesta, M. y Muñoz, M. (2010) *Introducción a la sostenibilidad y la RSC*. Pág. 39.

¹⁵⁸⁸ El autor subraya la importancia de establecer la misión y los principios de la organización, tomando en cuenta los clientes, los beneficiarios, el personal, así como a las voces disidentes. Ver: Ramírez, J. (2007) *El gerente eficaz. Retos de la gerencia general*. Pág. 78.

¹⁵⁸⁹ Al respecto, Vélaz y García-Castro (2011) describen los principios aplicables al director de la teoría de Taylor. Así: 1) Principio de planteamiento (descomposición de tareas); 2) Principio de preparación (selección y formación de trabajadores); 3) Principio de Control (es necesario saber que se está realizando); 4) Principio de Ejecución (distribución de tareas y responsabilidades). Ver: Vélaz, I.y García-Castro, R. (2011) *Los ciegos y el elefante*. Pág. 33.

¹⁵⁹⁰ El enfoque propuesto por Taylor tiene como premisa que las motivaciones que actúan sobre los trabajadores son solo de carácter económico. Por tanto el directivo tiene que establecer recompensas que sigan el trazo de la colaboración. Ver: Taylor, F. (2013) *Los Principios del Management Científico. Un sistema racional de trabajo que más tarde fue conocido como el "taylorismo"*.

¹⁵⁹¹ La investigadora subraya que el trabajador responde a: 1) El empleador (al salario, a la participación de beneficios, condiciones de la fábrica, etc.); 2) Condiciones generales (costo de vida); 3) Sus propios deseos y aspiraciones; 4) La relación entre sus aspiraciones y la

y la Escuela de las Relaciones Humanas remarcan que la salud mental y moral de los trabajadores está vinculada con la sociedad, por lo que piden al directivo que sea consciente de las repercusiones sociales¹⁵⁹². Se diferencian de Taylor en el campo de la motivación, pues piensan que las remuneraciones monetarias no producen motivación. Así se cuestiona la satisfacción del empleado, con lo cual se genera que se le escuche y se va creando una comunicación bidireccional¹⁵⁹³. También Herbert Simon (1916-2001)¹⁵⁹⁴ defiende en sus trabajos la importancia de la comunicación organizacional, ya que permite influir en el comportamiento del individuo así como en la toma de decisiones. Simon entiende que el *decidir* y el *hacer* forman parte de toda la organización¹⁵⁹⁵.

Según Wagner (2003), el individuo de Simon toma decisiones racionalmente para resolver problemas, pero estas decisiones sugieren una organización con una estructura de comunicación formal; por tanto, el análisis del

gerencia o su jefe inmediato. Ver: Graham, P. [Ed.] (2003) *Mary Parker Follett-prophet of Management: A Celebration of Writings from 1920s*. Pág. 45.

¹⁵⁹² El experimento Hawthorne; en el año 1927 el Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos inició un experimento para evaluar la correlación entre la iluminación y la productividad de los operarios; no se encontró ninguna evidencia, pero las operarias del grupo de control, al verse observadas, aumentaron su productividad. Es decir los factores psicológicos eran los verdaderos causantes, por lo que el experimento sirvió para establecer unos principios básicos de la escuela de Relaciones humanas, que son: 1) el nivel de producción es consecuencia del nivel de integración social; 2) el comportamiento del individuo se apoya en el grupo; 3) los grupos informales constituyen la organización humana en la empresa; 4) comprender las relaciones humanas permite a la dirección obtener mejores resultados; 5) la importancia en la división de trabajo. Ver: Vélaz, I. y García-Castro, R. (2011) *Los ciegos y el elefante*. Pág. 62.

¹⁵⁹³ Mayo (1945) decide investigar el ausentismo laboral, así como sus causas, por lo que subraya las conductas aprendidas o culturales. Se da cuenta, en base a los reportes de supervisión, que puede establecer un comparativo por hora no trabajada en diferentes empresas metalúrgicas; sin embargo, la variedad de causas por las cuales se produce el ausentismo, impide establecer una tendencia, aunque observa la importancia del grupo cultural, que él llama el tejido humano, mediante el cual desestima al comportamiento individual. Ver: Mayo, E. (1988) [1945] *The social problems of an industrial civilization*. Pág. 111.

¹⁵⁹⁴ Ganador del premio Nobel en 1978, se le conoce como el creador de la teoría de toma de decisiones organizacional. Sus principales trabajos son: *Administrative Behavior: A Study of Decision-making Processes in Administrative Organization*, *Spurious Correlation: A Causal Interpretation* y *The New Science of Management Decision*.

¹⁵⁹⁵ Simon (1962) establece dos formas principales de influencia organizativa: 1) la formación, en el empleo operativo, actitudes y hábitos; 2) la imposición de las decisiones que han sido tomadas. Apunta que en el primer caso es inculcar al empleado y en el segundo es imponer, por lo que depende de la autoridad. Ver: Simon, H. (1962) *El comportamiento administrativo. Estudio de los procesos decisivos en la organización administrativa*. Pág. 12

comportamiento está centrado en la toma de decisiones¹⁵⁹⁶. Simon pone el énfasis en el sistema informal porque se produce alrededor de las relaciones sociales. Señala el valor de la amistad, ya que el comportamiento de los individuos en las organizaciones no sólo está orientado hacia los objetivos de la organización, sino que además lo está hacia sus logros personales.

Por su parte, Chester Barnard (1886-1961)¹⁵⁹⁷ concibió la organización como un sistema de actividades coordinadas que resulta de la cooperación de sus miembros. Barnard entiende que el equilibrio interno de la organización es resultado de las recompensas o estímulos que ofrece la empresa¹⁵⁹⁸. Enfatiza la voluntad de las personas para aportar esfuerzos al sistema cooperativo, y la define como “*abnegación propia, la entrega del dominio de la conducta personal, la despersonalización de la actividad*”¹⁵⁹⁹. Su efecto, apunta, es la cohesión de esfuerzos. Entiende a los empleados con necesidades que deben ser satisfechas y sostiene que prestar atención a ellas permitirá alinear las voluntades. La comunicación es preponderante en la dirección y mediante la autoridad se puede conseguir la cooperación, pero debe tratarse de un “líder moral”, que dé la pauta de comportamiento actuando como un coordinador del grupo. Señala Barnard que la vida de la organización depende de la capacidad para asegurar y mantener las aportaciones personales de energía¹⁶⁰⁰.

Las aportaciones de Henri Fayol (1841-1925) en su obra principal, *Administration Industrielle et Générale*, son importantes, de hecho muchos lo consideran el padre de la administración de empresas; se puede decir, siguiendo a Puchol (2005), que la aportación de Fayol es la respuesta a su principal crítica en la enseñanza universitaria. Señala la falta de materias directivas y propone un directivo metódico que imponga disciplina, orden y unidad¹⁶⁰¹. Su modelo de persona es mecanicista, por tanto los trabajadores

¹⁵⁹⁶ Ver: Wagner, S. (2003) *Human Nature and Organization Theory. On the economic approach to institutional organization*. Pág. 90.

¹⁵⁹⁷ Como curiosidad, Barnard escribe el prólogo *El comportamiento administrativo* obra de Simon. Su obra principal es *The Functions of the Executive*, y su trabajo tuvo afinidad con Mary Parker Follet.

¹⁵⁹⁸ Barnard distingue entre organización *formal* (sistema bien definido que persigue al menos un fin) e *irregular* (regidas por las costumbres) Ver: Barnard, C. (1959) *Las Funciones de los Elementos Dirigentes*. Págs. 85 y 137.

¹⁵⁹⁹ Ver: Barnard, C. (1959) *las funciones de los elementos dirigentes*. Pág. 105.

¹⁶⁰⁰ Por ello comenta que la organización debe buscar la eficiencia que le permita mantener el equilibrio en el sistema cooperativo. Ver: Barnard, C. (1959) *las funciones de los elementos dirigentes*. Pág. 114.

¹⁶⁰¹ Es recurrente observar que se citan los catorce principios básicos en los que Fayol reposa su doctrina: 1) División de trabajo; 2) Autoridad y responsabilidad; 3) Disciplina; 4)

no tienen voz y se anula su capacidad creativa. Establece Fayol seis funciones básicas de la empresa, que son: funciones técnicas (en las que se realiza la producción de bienes o servicios); funciones comerciales (comprar y vender); funciones financieras (subraya la importancia del capital); funciones de seguridad (protección de bienes y personas); funciones contables y funciones administrativas. La organización que describe es piramidal¹⁶⁰².

Nos hemos detenido en el proceso organizativo porque en él la alta dirección hace explícitas sus expectativas a otros miembros de la organización y a los *stakeholders*. Las claves para ello se encuentran en la formulación de la estrategia (el interés de los *stakeholders* debe incorporarse como un elemento importante en el proceso estratégico de planificación) y en la distribución de recursos y poder¹⁶⁰³.

En síntesis, el concepto de *stakeholder* entendido desde la ética empresarial posibilita orientar la toma de decisiones, así como la configuración del *ethos* empresarial, desde el ajuste que la organización realiza a valores, normas y principios de actuación. Sin embargo, una de las dificultades con las que se está encontrando este modelo de empresa es la falta de unos sistemas económicos, políticos y sociales que sean capaces de acoger y estimular la presencia de empresas que desarrollen y asuman su RSE. La teoría de los *stakeholders* ha hecho su aparición en los últimos años como una reflexión acerca de los presupuestos y criterios normativos de los sistemas en los que se insertan las organizaciones.

Como se ha visto, en las ideas del pensamiento de los *stakeholders*, de su diseño social, los temas clave de preocupación son cohesión, participación y compromiso, que se consideran condiciones de posibilidad para alcanzar un resultado común del que todos se puedan beneficiar y responsabilizar. El

Unidad de mando; 5) Unidad de dirección; 6) Subordinación del interés individual al general; 7) Remuneración del personal; 8) Centralización; 9) Línea de mando; 10) Orden; 11) Equidad; 12) Estabilidad del personal; 13) Iniciativa; 14) Espíritu de cuerpo (equipo). Ver: Puchol, L. (2005) *Dirección y gestión de recursos humanos*. Pág. 383.

¹⁶⁰² Fayol distingue, dentro de las seis funciones básicas de la empresa, a la función administrativa. Las otras cinco son: planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar. Las funciones y sus grupos, apunta, se dan en cualquier empresa sin importar el tamaño. Ver: Vélaz, I. y García-Castro, R. (2011) *los ciegos y el elefante*. Págs. 40 y 41.

¹⁶⁰³ La adjudicación de recursos a actividades en interés de *stakeholders* sirve para explicitar lo que realmente piensan los gestores sobre la misión de la organización. Los recursos no tienen por qué ser estrictamente monetarios. También la socialización de los empleados y los sistemas de retribución (códigos éticos, orientaciones, formación ética para determinados empleados) sirven para asegurarse de que las expectativas de los gestores son entendidas y seguidas. Los sistemas de retribución, monetarios o no, sirven como motivación para compartir las expectativas de la alta dirección.

supuesto filosófico que se maneja es que la construcción de una comunidad moral unida al mercado puede favorecer la estabilidad y el éxito de cada sociedad.

4.6 Consumo sostenible

Siguiendo a García Ruiz (2009), en la teoría económica convencional el consumo se define como: “*el conjunto de elecciones de individuos racionales, que buscan maximizar su utilidad*”; por tanto, lo que escogen los individuos depende del dinero disponible, así como del orden de preferencias a elegir¹⁶⁰⁴. El consumo forma parte de la vida social y biológica de las personas: se trata de un proceso que existe a lo largo de la historia y en todas las culturas, con sus diferentes hábitos e intensidades. Bauman (2005) afirma que la nuestra es una sociedad de consumidores, y al serlo, usamos las cosas: nos las comemos, nos vestimos, las desgastamos y en general satisfacemos nuestras necesidades a través de ellas. Pero señala que *consumir* también significa *destruir*, porque las cosas dejan de existir, se les *agota*¹⁶⁰⁵. La RAE define el consumo como el “*uso que hace el hombre de los bienes o servicios que están a su disposición con el fin de satisfacer sus necesidades*”¹⁶⁰⁶. La pregunta sería: ¿qué necesidades satisfacemos al consumir? Complicada respuesta, pues hay toda una gama de objetos, productos y servicios, desde un capricho hasta la vida misma, ya que al vivir nos consumimos, cumplimos con un ciclo vital y, al hacerlo, crecemos y morimos.

Considerando el concepto consumo desde el punto de vista socio económico, Bauman señala que “*toda forma de consumo lleva su tiempo*”. La preocupación para los que comercian bienes y servicios es que la satisfacción del consumidor se haga de forma instantánea. Esa satisfacción debería terminar en el término del consumo. La mejor manera es lograr que el consumidor no mantenga su atención en el objeto, que sea *impaciente, impetuoso e inquieto*, y sobre todo fácil de entusiasmar, e igualmente inclinado a perder su interés en las cosas. Apunta García Ruiz “*Cuando el deseo es apartado de la espera, y la espera se separa del deseo, la necesidad de consumo puede extenderse más allá de los límites impuestos*

¹⁶⁰⁴ Desde otras ciencias sociales como la Antropología, la Psicología o la Sociología, el consumo es tratado desde el sujeto que toma decisiones. Por tanto se indagan los hábitos, los modos de hacer y las pautas que siguen los consumidores. Ver: García Ruiz, P. (2009) *Repensar el consumo*. Págs. 22-23.

¹⁶⁰⁵ Ver: Bauman, Z. (2005) *Trabajo, consumismo y nuevos pobres*. Pág. 43.

¹⁶⁰⁶ Ver: Diccionario de la Real Academia Española. Edición 2010.

por las necesidades naturales o adquiridas”. La relación natural entre necesidades y su satisfacción queda entonces revertida¹⁶⁰⁷.

En la sociedad de consumo en que vivimos se está generando, como comenta García Ruiz (2009), una nueva conciencia. Cada vez somos más conscientes de las consecuencias que tienen nuestras decisiones y hábitos de consumo. Por tanto el consumo actual “*está generando nuevas formas de ciudadanía*”, de preocupación efectiva por la marcha de la sociedad¹⁶⁰⁸. Por su parte Galbraith (1964) apunta que una de las características del ser humano es su capacidad para derrochar grandes energías sin preocuparse por el resultado final. Subraya que desarrollo, en voz activa, implica movimiento hacia algún resultado. Por tanto hay que detenerse a pensar en los fines. Comenta que en el proceso de modernización que acompaña a los países se justifica a toda costa el crecimiento económico maximizado, que debe pensarse desde la producción de bienes y servicios. La gente en abstracto no se impresiona de los éxitos económicos; lo que cuenta es que se pueden usar y disfrutar. Esto puede generar una fuerte demanda de bienes. Por tanto, hay que preocuparse por el consumo, que es la exigencia última del planeamiento del desarrollo moderno¹⁶⁰⁹.

Siguiendo a Almenar, Bono y García (1998), cada vez es más difícil aceptar la asociación *más consumo* como igual a *vida mejor*. Si bien la satisfacción inmediata que produce el consumo es adictiva, lleva a una frustración duradera por la incapacidad de incrementar la satisfacción. “*La cultura del 'más es mejor' se sustenta en su propia inercia y en la extrema dificultad por escapar a ella, pero tiene ya más de condena que de promesa*”¹⁶¹⁰.

El consumismo generado en los países ricos y expandido por la globalización ha desplazado sus impactos a los países menos desarrollados, de modo que hoy se habla de una crisis ecológica mundial que deriva del uso intensivo de recursos en las sociedades industrializadas. El actual consumo de masas, desenfrenado, supone diversos problemas ambientales que son difíciles de solucionar, o al menos de integrar, en la práctica¹⁶¹¹.

¹⁶⁰⁷ Ver: Bauman, Z. (2005) *Trabajo, consumismo y nuevos pobres*. Pág. 46.

¹⁶⁰⁸ Ver: García Ruíz, P. (2009) *Repensar el consumo*. Pág. 157.

¹⁶⁰⁹ Apuesta por la construcción de una teoría integral de consumo. Ver: Galbraith, J. (1972) [1964] *Desarrollo económico*. Pág. 24.

¹⁶¹⁰ Ver: Almenar, R., Bono, E. y García, L. [Dir.] (1998) *La sostenibilidad del desarrollo: el caso valenciano*. Pág. 519.

¹⁶¹¹ Como señalan Almenar, Bono y García (1998), los desequilibrios locales tienen connotaciones globales. Usan como ejemplo el uso intensivo de la madera, la pérdida de bosques en una comunidad y el aumento de temperaturas a escala mundial. Ver: Almenar, R., Bono, E. y García, L. [Dir.] (1998) *La sostenibilidad del desarrollo: el caso valenciano*. Pág. 514.

Especialmente en las sociedades con abundancia y sobreproducción de mercancías, se produce una masificación del consumo y con ello un consecuente deterioro del entorno natural¹⁶¹². Recordemos que las personas de países industrializados consumen diez veces más energía que las personas de países en vías de desarrollo. Sin embargo, los riesgos se producen tanto en países consumidores como en productores, donde la explotación de recursos y la contaminación del entorno natural ponen de manifiesto desequilibrios en lo económico y social, acentuados por un comercio y un consumo injustos¹⁶¹³.

El rasgo característico de las sociedades de consumo es lo que Baudrillard (1970) llama “*la insatisfacción permanente*”, donde lo que hoy se consume de forma deseable, mañana ya no, independientemente de que el servicio o el producto sea el mismo. Lo que ha cambiado es el consumidor, que se somete a una vorágine de demanda de bienes sin límites. Por ello, comenta Schor (1991), la demanda continua de bienes es estimulada por los productores¹⁶¹⁴. Featherstone (1991) apunta a una lógica del consumo referida a las formas socialmente estructuradas, en las que los bienes se usan para demarcar las relaciones sociales. Por ello distingue entre bienes de consumo durables y no durables, que tienen un carácter simbólico presente en los procesos de producción, diseño y comercialización, así como en los estilos de vida, que distinguen las relaciones sociales. Por eso la finalidad de compra puede ser ganar prestigio, o la situación opuesta, despojarlo¹⁶¹⁵.

Existen diferentes factores psicológicos en la economía. Como señala Kantona (1968), la confianza y el pesimismo modifican los hábitos

¹⁶¹² El consumo está presente en toda sociedad, aunque no todas las sociedades manifiestan y organizan de la misma forma el consumo. En las sociedades industriales avanzadas, señala Baudrillard (1970), el consumo pasa por un aumento de la complejidad en las relaciones que entre la industria y el consumidor. Ver: Baudrillard, J (2009) [1970] *La sociedad de consumo. Sus mitos y sus estructuras*.

¹⁶¹³ Ver: *World Population Prospects 2000* (2001).

¹⁶¹⁴ La industria, para vender lo que produce, utiliza lo que Schor (1991) denomina: “*la organizada creación de la insatisfacción*”, ya que por más bienes que acumulemos, no logramos quedar satisfechos. La autora lleva a cabo un análisis de la sociedad estadounidense, de sus hábitos y sus acciones sociales. Observa que comparativamente hablando, cada vez hay más población que se incorpora al mercado laboral. Subraya que los adolescentes y las mujeres, que antes desempeñaban otras funciones sociales, ahora compiten en el mundo laboral. Este cambio de conducta lo explica por un aumento en las preocupaciones materiales, es decir, por los bienes que pueden obtener. Ver: Schor, J. (1991) *The Overworked American*. Pág. 27.

¹⁶¹⁵ También hace referencia al hecho de que los objetos de arte y los “sagrados” adquieren una connotación negativa al ser comercializados, aunque ello genera que se incremente su valor. Ver: Featherstone, M. (1991) *Cultura de consumo y posmodernismo*. Pág. 45.

económicos, tanto del empresario como del consumidor¹⁶¹⁶. Al analizar la propensión al consumo nos encontramos con que la demanda discrecional está en función de la capacidad de compra, pero el gasto del consumidor debe conjugarse con la investigación de las causas de aspiración a mayores ingresos: “*el esfuerzo, se debe, muchas veces, a aspirar un standard de vida más elevado y al deseo de poseer más cantidades de bienes de consumo*”¹⁶¹⁷.

Sin embargo, es de señalar, siguiendo a Rostow (1961), que este tipo de consumo deriva de una serie de etapas, es una evolución. El consumo de masas aparece cuando el ingreso real aumenta y los demás sectores de la economía producen bienes de consumo duraderos¹⁶¹⁸. Las sociedades, al evolucionar, señala Díaz de Rada (2001), desarrollan un consumo masivo, fruto de un proceso generado por el ahorro. En este sentido Bell (1989) apunta: “*las economías industriales modernas son posibles cuando las sociedades son capaces de crear nuevos mecanismos institucionales para cimentar el ahorro*”¹⁶¹⁹.

Por su parte, Alonso (2005) señala que el consumo de masas, como concepto, parte del *canon individualista*, idea que durante más de medio siglo, permaneciera vigente a través de las teorías microeconómicas del comportamiento racional del consumidor y su soberanía. Esta percepción teórica, comenta, representó un cambio fundamental en el estudio del hombre como consumidor. Es decir, la sustitución del trabajo por la utilidad –entendida como satisfacción– que modifica las conductas de los agentes económicos. Esto implica que la sociedad es la suma de comportamientos individuales¹⁶²⁰. La sociedad de consumo de masas se va configurando por ese individualismo en el que los deseos y las falsas necesidades articulan el comportamiento del consumidor. El consumo va generando nuevas formas

¹⁶¹⁶ Señala que en las teorías de economía del pasado, se pensaba que los gastos del consumidor están en función de sus ingresos. Esto debe revisarse, apunta, ya que en primer lugar los gastos están en función de motivos, actitudes y expectativas, así como de ingresos, posesiones y deudas. En segundo lugar, los consumidores pueden ejercer una influencia sobre el nivel de sus ingresos. En lugar de una conducta pasiva, buscan mayores ingresos para continuar o mejorar su nivel de consumo. Ver: Kantona, G. (1968) *La sociedad del consumo de masas*. Pág. 39.

¹⁶¹⁷ Apunta que la capacidad del gasto discrecional es limitada, ya que todos los que sienten deseos y aspiraciones deben ceñirse a ciertos topes; corrientemente los deseos superan las posibilidades reales. El ambiente también limita la acción del consumidor. Ver: Kantona, G. (1968) *La sociedad del consumo de masas*. Pág. 40.

¹⁶¹⁸ Rostow establece cinco etapas de crecimiento por las que los países desarrollados han pasado, y con ellas explica su evolución. Ver: Rostow, W. (1976) [1961] *Las etapas del desarrollo económico*. Págs. 26-39.

¹⁶¹⁹ Ver: Bell, D. (1989) *El advenimiento de la Sociedad post-industrial*. Pág. 45.

¹⁶²⁰ Ver: Alonso, L. (2005) *La era del consumo*. Pág. 4.

de integración social. Alonso señala: “*el individuo forma parte del grupo, porque consume un conjunto estandarizado de bienes, y a la vez, consume tales bienes porque es parte del grupo*”¹⁶²¹. Sin embargo, el consumo ha tenido un lugar relativamente periférico en la discusión política. El consumo como práctica social concreta un conjunto de múltiples fuerzas, como la distribución de la renta, la construcción de necesidades, la búsqueda del beneficio mercantil, el aparato publicitario, movimientos colectivos, etc.¹⁶²². Desde el modelo *Fordista* al *McDonalizador* se han modificado no solo los hábitos de consumo sino también el mercado laboral, de manera que es frecuente ver uno inestable o volátil, en el que el trabajo negro, gris, etc., son el común denominador. En él existen diversos modelos estratificados y fragmentados, cada vez más desintegrados; en esta lógica se mantiene el consumo de masas¹⁶²³.

Siguiendo a Ortiz (2012), entendemos que las actitudes hacia el consumo necesitan un cambio. Los hábitos de hoy, señala, marcan la actuación de mañana. Por lo que, a fin de esbozar unas pautas a seguir, las agrupa en tres pilares de actuación que facilitan la consecución del consumo responsable, así: *consumo ético*: se requiere introducir los valores de austeridad en la demanda de un producto o servicio; *consumo ecológico*: para establecerlo se requiere cumplir con las 3R que son: reducir, reutilizar y reciclar; *consumo solidario*; apunta a la importancia de elegir alternativas de *consumo social* y *comercio justo*. Para ello se requiere un compromiso, estar informado de las condiciones laborales y de salud de las empresas, o de los productos que se van a consumir, así como beneficiar a los productores locales¹⁶²⁴.

En el documento *Jóvenes por el cambio* que publica la UNESCO-UNEP se comenta que es necesario redistribuir la oportunidad de consumir, ya que un gran número de personas en el mundo necesitan aumentar su consumo y con ello mejorar sus condiciones de vida. Otros muchos, señalan, deberán hacer elecciones más responsables. Al final, eso significaría un menor uso de recursos y una disminución en la generación de emisiones contaminantes¹⁶²⁵.

En las páginas anteriores se ha puesto un mayor énfasis en el aspecto ecológico dado el gran impacto de los patrones de consumo actuales y sus consecuencias en el ambiente. Pero es necesario establecer qué entendemos

¹⁶²¹ Ver: Alonso, L. (2005) *La era del consumo*. Pág. 13.

¹⁶²² Ver: Alonso, L. (2005) *La era del consumo*. Pág. 32.

¹⁶²³ Ver: Alonso, L. (2005) *La era del consumo*. Pág. 132.

¹⁶²⁴ Ver: Ortiz, E. (2012) *El consumo sostenible como perspectiva innovadora*. Pág. 72.

¹⁶²⁵ Ver: UNESCO, UNEP (2002) *Manual de educación para un consumo sostenible youth x change*. (Jóvenes por el cambio). Pág. 6.

por el término. Siguiendo la definición de consumo sostenible que proponen Figueroa, Hernández, García y Pujadas (2010), entendemos que se produce al usar racionalmente *“los bienes o servicios a fin de satisfacer aquellas necesidades que le permitan alcanzar un DHI, reconociendo los impactos y la responsabilidad de estas”*¹⁶²⁶.

Por su parte, Argandoña (1993) comenta que el consumo es el uso de bienes o servicios para la satisfacción directa de una necesidad humana.¹⁶²⁷ En este sentido, en el PNUD se establece que: *“El consumo es necesario para el desarrollo humano cuando amplía la capacidad de la gente y mejora su vida, sin menoscabo de la vida de los demás”*. Y se añade: *“Mientras para nosotros, los consumidores descontrolados, es necesario consumir menos, para más de 1000 millones de las personas más pobres del mundo aumentar su consumo es cuestión de vida o muerte y un derecho básico”*¹⁶²⁸.

El consumo es entonces un acto propio de todo ser humano y la sostenibilidad debe de integrarse en los actos de consumo. Así pues, el consumo sostenible debe abordarse de manera multidisciplinar con el fin de estructurar todas las connotaciones que implica el término.

Pérez Bustamante (2007) señala como principios necesarios para el consumo sustentable: la capacidad de carga, la huella ecológica, el sistema de cuentas y la eco-eficiencia. Sin embargo, estas no se pueden dar sin que existan las siguientes características:

- 1) Pluralidad de soluciones que busquen reducir los impactos

¹⁶²⁶ El Consumo Sostenible es necesario para las personas y para las sociedades. Lograr estilos de vida sustentables se vuelve una gran meta. Por tanto apuntan los investigadores de la Universidad Católica de Cuyo que para modificar los patrones actuales de consumo, se requiere que se impliquen los actores sociales en especial la universidad por su función de educadora y creadora de conocimientos. Señalan: *“La Universidad es un actor clave en la promoción del Consumo Sostenible. Ésta ocupa un papel primordial en los cambios de la sociedad, dado que es la encargada de formar tanto a alumnos como a profesores, quienes participan activamente del mundo económico y social e influyen en los comportamientos y estilos de vida”*. Ver: Figueroa, M., Hernández, J., García, L. y Pujadas, C. (2010) “Consumo sostenible ante la crisis global”. *Revista de Ciencia Política*. Trabajo que forma parte de la Aproximación multidisciplinaria al concepto de Consumo Sostenible y Descripción de su Relevancia para el Desarrollo Sostenible. Propuestas para la aplicación del concepto en las carreras de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Católica de Cuyo.

¹⁶²⁷ Ver: Argandoña, A. (1993) *La ética de la sociedad de consumo*. Pág. 7.

¹⁶²⁸ Otro aspecto a resaltar es que el descenso del consumo provoca recesión, y caída del empleo. Gordimer comenta: *“al frenar el consumo no necesariamente se ha de causar el cierre de industrias y comercios, si la facultad de transformarse en consumidores se hace extensiva a todos los habitantes del planeta”*. Gordimer, N. (1999) “Hacia una sociedad con valor añadido”. *El País*. 21 de febrero.

sociales, económicos y ambientales.

- 2) Adaptación de los recursos tecnológicos y socioeconómicos existentes a las condiciones locales.
- 3) Participación de la comunidad para lograr una convergencia de diferentes actores con una visión compartida que sea armónica.
- 4) Consenso ideológico en el que se aceptan las implicaciones de la sostenibilidad.
- 5) Planificación gubernamental de los instrumentos, leyes, normas y subsidios que permiten implementar la sostenibilidad¹⁶²⁹.

La degradación del medio natural está íntimamente unida a la cultura de las sociedades modernas. No es posible pedir a las nuevas generaciones el respeto por el ambiente natural cuando el marco legal y cultural no fomenta prácticas sostenibles. Es decir, que para proteger al ambiente natural de la destrucción se requiere un compromiso pleno del hombre. Por ello, apunta Gastaldi (1979), el consumismo afecta al hombre en lo más íntimo, le impide realizar sus potencialidades porque está condicionado a satisfacer sus necesidades (todas ellas: verdaderas y creadas) pensando en su bienestar económico. Esto fomenta que se vea al hombre como instrumento de producción y objeto de consumo¹⁶³⁰.

Por su parte, Cortina (2003) se pregunta *quién, qué y por qué consumir*; y contesta que nos encontramos en una era del consumo legitimada por la política y la economía en la que *“las gentes consumen no lo necesario para la vida, sino lo superfluo”*¹⁶³¹. Afirma que todos los rituales sociales se han transformado pues están *mediatizados* por *regalos* que la gente consume. Ejemplifica lo anterior con las fechas navideñas o con una boda. Señala que se ha analizado el consumo desde la psicología, la economía, sociología y

¹⁶²⁹ La autora subraya que el consumo sostenible se articula mediante un “diseño sustentable” que permite su ejecución. Sin embargo, apunta que por ello la necesidad de entender el concepto, cómo se manifiesta, qué grado de alcance tiene, etc. Señala la importancia de la educación como motor para tanto en la toma de decisiones, como en la transformación de hábitos de consumo. Ver: Pérez Bustamante, L. (2007) *Los derechos de la sustentabilidad: desarrollo, consumo y ambiente*. Págs. 266-270.

¹⁶³⁰ Ver: Gastaldi, F. (1979) *Aproximaciones filosófico-teológicas al misterio del hombre*. Pág. 37.

¹⁶³¹ Ver: Cortina, A. y Carreras, I. (2003) *Consumo... luego existo*. Pág. 4.

desde el marketing, pero hay que evaluarlo desde la ética, pues es la raíz de nuestro comportamiento. Para ello establece cuatro parámetros: 1) si nos parece liberador; 2) si nos parece justo; 3) si nos parece responsable y 4) si nos parece *felicitante*¹⁶³².

El hombre es, sin duda, un ser económico, y sin embargo no se reduce sólo a ello. Tampoco constituye su dimensión humana característica. Para que el consumo sea sostenible se requiere que tenga en cuenta la totalidad del hombre, apelando a su dignidad personal, que le permite dar y no poseer. Mauss (2009) señala que en las tribus polinesias en las que centra su análisis, los intercambios no se realizan entre individuos sino entre colectividades. En los intercambios, además de cosas económicamente útiles como los bienes, se dan cortesías, festines, ritos y colaboraciones en las que el mercado no es más que uno de los momentos en la circulación de las riquezas. Las prestaciones y contraprestaciones se realizan en forma voluntaria¹⁶³³. Como ha manifestado Marcel Hénaff, la fuente y el origen de todos los procesos de socialización reside en el don y no en el intercambio, como se había pensado hasta hace bien poco¹⁶³⁴. En el momento en que no se vea al hombre como mero consumidor de bienes sino que se tenga en cuenta su naturaleza y su vocación, entonces se podrá aspirar a un consumo sostenible.

Existen prácticas comunes inadecuadas, como usar y tirar, que son propias del consumismo y han sobrepasado el ámbito comercial para invadir otros,

¹⁶³² Comenta que todos los seres humanos queremos ser felices, pero cuando hablamos de consumo nos preguntamos si es *felicitante*. Es decir, si nos hace feliz. El comercio, señala, encierra acciones que son *felicitantes* como “ir de compras”. Subraya la importancia de analizar cada actividad e interiorizar; diversas actividades culturales requieren muy poco gasto. Ver: Cortina, A. y Carreras, I. (2003) *Consumo... luego existo*. Pág. 17.

¹⁶³³ Señala que estas mismas prácticas se encuentran en las tribus nativas de América del Norte. Se le ha dado el nombre de *potlatch*, lo que significa alimentar o consumir, y apunta que en esas culturas el derecho y la economía tienen diversos temas, reglas e ideas. Está presente un mecanismo espiritual que obliga a devolver el presente recibido. Esta misma idea es desarrollada por George Gilder en *The Spirit of Enterprise*. Comenta Mauss: “*en religión, economía y derecho, son un todo, son sistemas sociales enteros cuyo funcionamiento es dinámico.*” Ver: Mauss, M. (2009) *Ensayo sobre el don. Forma y función del intercambio en las sociedades arcaicas*. Pág. 253, así como: Gilder, G. (1987) *The Spirit of Enterprise*.

¹⁶³⁴ Así se comenta que al investigar el rastro más primitivo presente en todas las culturas, se ha visualizado que el vínculo social surge y se alimenta de la práctica del don ceremonial. Una práctica que tiene sentido, entre los que se tienen por iguales, al ser conscientes que se necesitan mutuamente para llegar a la plenitud y con ello afianzarse en su propia identidad. Cita en Martínez-Echevarría, M. (2010) “Don y desarrollo bases de la economía”. *Scripta Theologica*. Vol. 42. Pág. 127.

como el laboral e incluso el personal¹⁶³⁵. Llano (2003) apunta hacia un *humanismo cívico* ante la *cultura de las necesidades* en la que están presentes los excesos materiales. Con la globalización, comenta, se han hecho visibles las grandes diferencias entre los países y personas. Subraya que lo superfluo dificulta la solidaridad y que el florecimiento vital consiste en *ser más* y no en *tener más*¹⁶³⁶.

Debemos reflexionar cuánto necesitamos realmente consumir porque el consumo superfluo que supera las necesidades básicas y el consumo está intrínsecamente ligado a los recursos del planeta. Amartya Sen y Martha Nussbaum han desarrollado una teoría del “florecimiento humano” y las “capacidades” que son una respuesta¹⁶³⁷. Reconocen, como comenta Sagoff (2000), que tanto el déficit de poder adquisitivo como el superávit son factores que entorpecen el desarrollo de nuestras capacidades. Tener muy poco puede obviamente impedirlo, pero desear demasiado puede alienarnos de la familia, los amigos, la vida social, política y cultural¹⁶³⁸.

La propuesta Sen-Nussbaum se debe desarrollar más ampliamente, pues aunque es prometedora para determinar niveles de consumo, es complicado desmenuzar el concepto de “florecimiento”. El énfasis en cosas necesarias opuestas a deseos superfluos es un importante punto de partida; es una manera de determinar ciertas condiciones básicas, esenciales, mínimas y tal vez universales que deban ser satisfechas por todo el mundo. Por otro lado, es un error pensar que las necesidades son “innatas”. En buena medida derivan de experiencias y expectativas sociales, aspiraciones culturales y relaciones humanas.

¹⁶³⁵ En el ámbito laboral, existen situaciones en las que los trabajadores son despedidos por ser ineficientes, derivado del acelerado ritmo que se les impone, y en las relaciones interpersonales donde el compromiso y la responsabilidad con el otro desaparecen en función del placer personal. El profesor Llano ejemplifica con la broma de los políticos que “*al llegar al poder cambian las tres: casa, coche y compañera*”. Ver: Llano, A. (2003) *La vida lograda*. Pág. 60.

¹⁶³⁶ Apunta Llano que el cáncer de Occidente es el consumismo ya que lastima las virtudes que el capitalismo aporta como austeridad, autodisciplina y capacidad de ahorro. Pero añade que el problema del consumismo y ese recurrir a bienes y lujos: los objetos sustituyen la realidad corporal y anímica. Comenta el logro de la vida, que es esencialmente interiorización, se proyecta totalmente al exterior: “*Toda parafernalia demostrativa y ornamental actúa como una pantalla que fascina al espectador y oculta la propia vaciedad*.” Ver: Llano, A. (2003) *La vida lograda*. Pág. 55.

¹⁶³⁷ Ver: Nussbaum, M. y Sen, A. (1996) [Comp.] *La calidad de vida*.

¹⁶³⁸ Cita en: Sagoff, M. (2000) *Consumption*, en Jamieson, D. [Comp.] *A Companion to Environmental Ethics*. Pág. 478.

En lo referente a los “recursos” naturales del planeta, el consumismo implica su sobreexplotación y la prioridad que atienden las políticas ambientales es la de corresponder a un consumo acelerado e interminable con las limitaciones de la naturaleza. Pensemos también en el problema de la basura generada por el consumismo: en cuanto a cantidad, la aportación de desechos y su almacenamiento incontrolado que muchas veces va a parar a vertederos en las afueras de las grandes ciudades, sobre las que más adelante acabará estableciéndose un asentamiento humano que a la larga manifestará problemas de salud; en cuanto a la calidad, la resistencia que presenta una gran cantidad de materiales de desecho al proceso natural de biodegradación. Esto sin contar con los residuos tóxicos, como son las pilas eléctricas, los aceites sintéticos o los *policloruros* de vinilo, entre otros.

Hoy en día, el paradigma dominante es el que pone énfasis en el crecimiento económico con base en el desgaste de los ecosistemas, promoviendo actitudes centradas en el presente que no consideran futuras generaciones de humanos y no humanos. Esa perspectiva se conoce como “desarrollista”, e impregna los estilos de vida y los comportamientos cotidianos de la mayoría de los ciudadanos¹⁶³⁹.

Esta idea de limitar el consumo o de consumir productos “ecológicos”, es decir, que no degraden el ambiente y que contribuyan a la comunidad local y por ende incurran en menos costos de transporte, fomentando el desarrollo de vínculos afectivos entre el consumidor y los productos de la tierra (espacio geográfico en el que habita), deriva de diversos ordenamientos de organismos multinacionales. En concreto, dos estrategias de la OCDE y de la Unión Europea¹⁶⁴⁰ apuntan a la desmaterialización, es decir, a un

¹⁶³⁹ Para visualizar los modelos de consumo, es útil dividir a la población humana en tres clases distintas: los pobres, la clase media y la “clase de consumo”. Una quinta parte de la población mundial —casi tres mil millones de personas— viven en extrema pobreza, sobreviviendo con menos de dos dólares al día. La clase media —casi dos mil millones— tiene cubiertas sus necesidades básicas: alimento, casa, agua potable, electrodomésticos, pero no tienen grandes posesiones materiales ni artículos de lujo. Los individuos de este grupo ganan entre \$700 y \$7,500 dólares anuales por persona, muy por debajo de los estándares del mundo industrializado. El veinte por ciento restante es la “clase de consumo”, constituida principalmente por la mayoría de los estadounidenses, canadienses, europeos del oeste, japoneses, australianos y altos cargos de Medio Oriente. Este veinte por ciento es el responsable de los impactos ecológicos relacionados con el consumo, como señala la organización worldwatch.

¹⁶⁴⁰ En el caso de la OCDE, la *Estrategia ambiental para el siglo XXI* y en el caso de la Unión Europea, la *Estrategia de Desarrollo Sostenible*, que apuntan como “objetivo clave” prevenir y reducir la contaminación ambiental y “fomentar el consumo y la producción sostenibles para romper el vínculo entre crecimiento económico y degradación”. Ver: Consejo Europeo (2006).

crecimiento económico con menos consumo de recursos¹⁶⁴¹. Siguiendo a Infante (2014), el concepto de *desmaterialización* es recurrente para abordar este problema porque supone una caída en la intensidad material o energética de una economía, de tal manera que el crecimiento económico es mayor al crecimiento del consumo de recursos, hasta el punto de que la sociedad disocia su crecimiento del impacto ambiental¹⁶⁴².

Aunque parece natural la relación de presión que existe entre crecimiento económico y ambiente, un tema que ha sido abordado por diversos autores, tras un recorrido de la bibliografía se puede afirmar que no existe consenso. Muchos de estos trabajos han evaluado los niveles de contaminación, en particular las emisiones de CO₂, el uso de energía, el consumo de recursos, etc.¹⁶⁴³. Pero no se ha logrado demostrar que la expansión económica implique degradación ambiental: a veces se cumple, pero otras veces no. Depende de la variable analizada, del lugar (país o región), del período histórico e incluso de la fuente de datos utilizada.

Es común que se utilice la llamada intensidad material de la economía (que se calcula con la derivada de la Curva Ambiental de Kuznets), que observa la relación entre crecimiento económico y consumo de recursos para demostrar este conflicto. Se utiliza el término *desmaterialización de la economía* o *desacoplamiento* para indicar que se ha reducido la intensidad

¹⁶⁴¹ Esto se contiene en los trabajos de: Malenabaum (1978); Reddy y Goldemberg (1990); Fischer-Kowalski y Swilling (2011) y de Voigt et al. (2014), entre otros.

¹⁶⁴² Ver: Infante, J. (2014) “La desmaterialización de la economía mundial a debate. Consumo de recursos y crecimiento”. *Revista Crítica de Economía*. Núm. 18. Pág. 61.

¹⁶⁴³ Son de resaltar los trabajos del premio Nobel de Economía Kenneth J. Arrow, que analizó la relación entre el crecimiento económico y la calidad ambiental, y el vínculo entre la actividad económica y la capacidad de carga, así como la capacidad de recuperación del ambiente. En un trabajo conjunto publicado en 1995, en el que realiza una exhaustiva actualización bibliográfica, analiza la Curva Ambiental de Kuznets, la famosa “U” invertida, que se dibuja al relacionar expansión económica y degradación ambiental. Comenta que el crecimiento económico no es una panacea para la calidad ambiental; de hecho, ni siquiera es la cuestión principal. Lo que importa es el contenido de un crecimiento, es decir la composición de los insumos (incluidos los recursos ambientales) y las salidas (incluyendo productos de desecho). Por ello apunta a un diseño de instituciones que proporcionen los incentivos adecuados para la protección de la resiliencia de los sistemas ecológicos. Con ello no sólo se promueve una mayor eficiencia en la asignación de los recursos ambientales en todos los niveles de ingresos, sino que también asegurarían una escala sostenible de la actividad económica dentro del sistema de soporte de vida ecológica. Finalmente, los investigadores subrayan la importancia de la protección de los sistemas ecológicos que permitirán mantener el bienestar, tanto en los países pobres como lo es para los que son ricos. Ver: Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C., Jansson, B., Levin, S., Mäler, K., Perrings, C. Pimentel, D. (1995) “Economic growth, carrying capacity, and the environment”. *Ecological Economics*. Núm. 15. Pág. 94.

material o energética de la economía. Esto se produciría por una mejora tecnológica y/o procesos más eficientes. Es decir, que la innovación sería la llave que permite continuar con esquemas de crecimiento y reducir el consumo. Bermejo, Arto, Hoyos y Garmendia (2010) comentan que la desmaterialización, entendida como socialmente equitativa y ambientalmente sostenible, se produce al reducir el consumo de recursos de los países de la OCDE. Con ello se garantiza el nivel de consumo de los más desfavorecidos o necesitados, que aspiran a tasas de crecimiento pero que tienen difícil acceso tecnológico. Por ello es vital aumentar la eficiencia en el uso de los recursos¹⁶⁴⁴. Los investigadores Fischer-Kowalski y Swilling (2011) invitan a repensar el crecimiento, pues entienden que se debe distinguir entre el crecimiento económico y el crecimiento físico. El primero, comentan, está basado en el incremento del flujo monetario o del valor de los bienes y servicios; el segundo se refiere al uso de recursos, normalmente ambientales. Esta distinción asume que se puede crecer económicamente y al mismo tiempo utilizar menos recursos. Por ello estos autores señalan que teóricamente se puede crecer ilimitadamente, pues el crecimiento económico no tiene por qué depender de los recursos ambientales. La innovación, el conocimiento y la tecnología serían el detonante que permitiría prolongar los crecimientos¹⁶⁴⁵.

En este mismo sentido, Bringas, Schütz, Segar y Baudisch (2004) entienden la desmaterialización como un factor necesario para el desarrollo sostenible. Se observó que el total de material requerido (TMR) se puede reducir en términos absolutos. Sin embargo, el contexto o la promoción de políticas en cada país inciden de forma específica en la reducción. Las enormes mejoras técnicas son las que conducen a un aumento de eficiencia. No obstante, se nota que se requiere un cambio estructural hacia una mayor eficiencia de los recursos, fomentado desde los gobiernos a través de programas, políticas, leyes, etc. Por lo tanto, el futuro de la desmaterialización de las economías no se puede esperar como resultado de las empresas, pues su labor es complementaria¹⁶⁴⁶.

¹⁶⁴⁴ Estos autores entienden que existe un conflicto entre crecimiento y consumo, es decir, ven con dificultad mantener los ritmos de crecimiento y reducir el consumo. Por ello, aunque resaltan la desmaterialización basada en la tecnología, se decantan por procesos de decrecimiento. Ver: Bermejo, R.; Arto, I.; Hoyos, D. y Garmendia, E. (2010) “Menos es más: del desarrollo sostenible al decrecimiento sostenible”. *Cuadernos de trabajo HEGOA*. Núm. 52. Pág. 22.

¹⁶⁴⁵ Los autores apuntan que un factor clave para el desacoplamiento (no dependencia de recursos) es la productividad. Como ésta permite crecimiento económico, utilizando menos recursos. Ver: Fischer-Kowalski, M. y Swilling, M. (2011) *Decoupling: natural resource use and environmental impacts from economic growth*. United Nations Environment Programme. Pág. 35.

¹⁶⁴⁶ Los investigadores realizan un estudio econométrico para diversos países y su dependencia a ciertos recursos “claves”. Así se observó, por ejemplo, que al mejorar la

Se puede decir, siguiendo a los trabajos de Voight, De Cian, Schymura y Verdolini (2014), que las proyecciones de población, ingresos y crecimiento de la demanda de energía sugieren que la presión sobre los recursos energéticos y naturales aumentará en las próximas décadas, sobre todo en las economías emergentes y en desarrollo. Sin embargo, la economía mundial se aleja de los componentes fósiles buscando una adopción masiva de tecnologías más eficientes y menos contaminantes, o cambios estructurales en la composición de las actividades económicas. Así, en sus mediciones de 1995 a 2007, estos autores observaron una reducción en la intensidad de la energía, pero con enormes diferencias entre los países. Con respecto al futuro desarrollo de la eficiencia energética, su análisis apunta claramente a la tecnología como un componente clave de mejoras sostenibles, lo que podría beneficiar especialmente a los países que actualmente son menos eficientes¹⁶⁴⁷. En esta línea se encuentran las investigaciones de Bithas y Kalimeris (2013), en los que la intensidad energética disminuye¹⁶⁴⁸.

eficiencia energética, es decir una menor dependencia de los combustibles fósiles (produciendo más energía con menos recursos). Ver: Bringezu, S.; Schutz, H.; Steger, S. y Baudisch, J. (2004) "International comparison of resource use and its relation to economic growth: The development of total material requirement, direct material inputs and hidden flows and the structure of TMR". *Ecological Economics*. Núm. 51. Págs. 97-124.

¹⁶⁴⁷ Como principales hallazgos se encuentran que la descomposición por país muestra que las actuaciones en términos del componente estructural y la tecnología no parece correlacionarse con el nivel de desarrollo o con su nivel inicial de la eficiencia energética de la economía. Entre las diferentes economías de la muestra, el componente de la tecnología juega un papel particularmente importante en Canadá, Alemania, Francia, España, China, India y Polonia. Podría decirse que las mejoras de eficiencia en estos países persistirá en las próximas décadas, ya que estas economías parecen haber avanzado hacia métodos de producción más eficientes. Por el contrario, las mejoras de eficiencia energética en países como EE.UU., Japón e Italia se debieron a un cambio hacia sectores productivos menos intensivos. Ver: Voigt, S.; De Cian, E.; Schymura, M. y Verdolini, E. (2014) "Energy intensity developments in 40 major economies: Structural change or technology improvement?". *Energy Economics*. Núm. 41. Págs. 47-62.

¹⁶⁴⁸ La medición del consumo se realiza por habitante. Estos autores buscan analizar si las economías son menos dependientes de los recursos naturales. Se enfocaron en el período 1900-2009. El crecimiento es entendido, o mejor dicho medido, como un promedio ponderado del PIB (mezcla de bienes y servicios) que facilitan las necesidades humanas. Entonces, aunque podría haber algún potencial para el desacoplamiento, también existen limitaciones debido a las propiedades físicas de los productos. Los autores concluyen que se requieren más estudios que analicen los agregados económicos, así como los matices espaciales (Regiones o países). Ver: Bithas, K. y Kalimeris, P. (2013) "Re-estimating the decoupling effect: Is there an actual transition towards a less energy-intensive economy?". *Energy*. Núm. 51. Pág. 83.

Por otro lado, buena parte de los trabajos que muestran la existencia de una desmaterialización por país identifican el consumo aparente de recursos sin incluir la huella total del consumo. Como señalan Wiedmann, Schandl, Lenzen, Moran, Suh, West y Kanemoto (2013), los recursos consumidos por terceros países no se toman en la medición, por lo que sí hay un impacto –no medido– en el consumo global de bienes¹⁶⁴⁹. En este contexto, no podemos olvidar la propuesta de decrecimiento¹⁶⁵⁰, que fue acuñada en Francia a principios de la pasada década¹⁶⁵¹. Martínez Alier (2008) comenta que es una provocación (el término), ya que las sociedades se han rendido a la idea del crecimiento ilimitado. Señala que su objetivo es provocar un debate sobre la necesidad de crear economías autocentradas que vivan de sus propios recursos de forma sostenible¹⁶⁵². En este sentido Bono (2012) comenta que el decrecimiento económico lleva consigo desempleo, disminución de la competitividad y recesión. Por ello invita a una economía social y solidaria en la que estén presentes la igualdad y el respeto¹⁶⁵³.

¹⁶⁴⁹ La investigación de estos autores confirma que la presión sobre los recursos naturales, cuando la población se vuelve más rica, disminuye. Sin embargo, la desmaterialización tiene que significar una disociación absoluta de los impactos con una población mundial en crecimiento. Por ello se ve difícil de lograr cuando la riqueza mundial crece. Ver: Wiedmann, T.; Schandl, H.; Lenzen, M.; Moran, D.; Suh, S., West, J. y Kanemoto, K. (2013) “The material footprint of nations”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Núm. 112 Págs. 6271-6276.

¹⁶⁵⁰ El término ha sido atribuido a Georgescu-Roegen. Sin embargo, como señala Naredo (2011), nunca utilizó dicho concepto, pese a que fue utilizado como título del texto *Demain la décroissance* que fue editado por François Grinevald. Ver: Naredo, J. (2011) “Reflexiones sobre la bandera del decrecimiento”. *Viento Sur*. Núm. 118. Págs. 23-35.

¹⁶⁵¹ Podemos resaltar, siguiendo a Bayon, Flipoy Schneider (2011), que las fuentes referidas a 2002 se encuentran en la Revista *Silence*, dirigida por Vicent Cheyney y Bruno Clémentin, y que se redactó un número especial al respecto. Ver: Bayon, D.; Flipo, D. y Schneider, F. (2011) *Decrecimiento. 10 preguntas para comprenderlo y debatirlo*.

¹⁶⁵² Apunta que el movimiento del Decrecimiento Sostenible insiste en el valor no-crematístico de los servicios locales y recíprocos. Ver: Martínez-Alier, J. (2008) *Decrecimiento sostenible*.

¹⁶⁵³ Señala que en la economía social y solidaria, todos los sectores de actividad: agricultura, crédito y ahorro, industria, pesca, vivienda, servicios, etc., están presentes. Realza, a manera de ejemplo, la Alianza Cooperativa Internacional (ACI) -organización no gubernamental integrada por más de 230 organizaciones cooperativas ubicadas en un centenar largo de países y forma parte del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas- Y apunta que este tipo de comportamientos sociales, a través de los inversores en bienes públicos, son los que generan nuevos mecanismos que desembocan en una prosperidad colectiva. Ver: Bono, E. (2012) “El decrecimiento sostenible, crisis ecológico-económica, desigualdad y economía social”. *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*. Núm. 76. Págs. 181-196.

5 Valores, virtudes y principios para los desafíos ambientales

5.1 Valores y virtudes

Las transformaciones tecnológicas y culturales han modificado la vida de las personas. Como comenta Alvira (2004), se ha extendido la conciencia de que las posibilidades que brindan la ciencia y la tecnología son infinitas¹⁶⁵⁴. Sin embargo, confiamos demasiado en esos saberes, y quizá por ello, en un mundo globalizado, la constante sea el cambio que acentúa la evolución social, productiva, ecológica, económica, etc. Por ello los escenarios laborales, los medios de producción, los equilibrios ambientales y las relaciones personales sufren una metamorfosis.

Asistimos a frecuentes transformaciones en la vida cotidiana de las personas, participamos de la multiplicidad de opciones que fomentan y/o condicionan la interacción humana física y virtual. Los avances tecnológicos, por un lado, posibilitan mejoras en la calidad de vida, y por otro, generan situaciones de riesgo, violencia, vicios e injusticias, donde la exclusión, la destrucción del ambiente y la seguridad individual y colectiva están en entredicho. Parece que la humanidad ha tocado fondo, puesto que la degradación ética es evidente. Sin embargo al tener conciencia de que estamos equivocando el rumbo, podemos suponer que la situación tiene solución. En este capítulo se abordarán los valores, las virtudes y los principios que permitirían corregir nuestros fallos.

5.1.1 El concepto de valor

Etimológicamente la palabra valor viene del latín “*valére*” [estar en forma, ser fuerte, ser capaz de algo, valerse por sí mismo] y del griego “*axios*” [lo que vale, lo que tiene precio, lo que es digno de estimación]. La palabra tiene distintos significados¹⁶⁵⁵. Para el tema que nos ocupa, podemos

¹⁶⁵⁴ Ver: Alvira, R. (2004) *Valores en la sociedad civil*. Pág. 7.

¹⁶⁵⁵ Según el Diccionario de la RAE, valor tiene ocho acepciones, así: 1. m. Grado de utilidad o aptitud de las cosas, para satisfacer las necesidades o proporcionar bienestar o deleite. 2. m. Cualidad de las cosas, en virtud de la cual se da por poseerlas cierta suma de dinero o equivalente. 3. m. Alcance de la significación o importancia de una cosa, acción, palabra o frase. 4. m. Cualidad del ánimo, que mueve a acometer resueltamente grandes empresas y a arrostrar los peligros. U. t. en sent. peyor., denotando osadía, y hasta desvergüenza. 5. m. Subsistencia y firmeza de algún acto. 6. m. Fuerza, actividad, eficacia o virtud de las cosas para producir sus efectos. 7. m. Rédito, fruto o producto de una hacienda,

destacar algunas definiciones. Así, los valores son el fundamento, según López Llergo (2001), del orden y del equilibrio personal y social¹⁶⁵⁶. Echeverría (1997) sostiene que una persona con valores acentúa la adhesión afectiva hacia los criterios morales. Esos criterios reemplazan las normas, con lo que “*se acercan más bien a la de ideales de vida*”¹⁶⁵⁷.

Pestaña (2004) comenta que en diversos entornos de la vida cotidiana, en los medios de comunicación social y en los entornos académicos se habla de *crisis en valores* y de una *sociedad sin valores*. Llano y Llano (1999) comentan que el énfasis que ponemos actualmente en los valores quizá tenga su origen en un *generalizado deterioro* del ámbito moral¹⁶⁵⁸. Por su parte, Bravo (1995) sostiene que la humanidad entera se enfrenta a un grave problema, no a una crisis de valores como se ha querido denominar, sino a una relativización total de ellos¹⁶⁵⁹. Los citados Llano y Llano (1999) denominan a este relativismo “*la enfermedad mortal de las sociedades satisfechas*”¹⁶⁶⁰.

El conflicto de la relativización deriva de la ambigüedad que se le quiere dar al término, por ejemplo con la expresión *mis valores o tus valores*. Se enfatiza, por una parte, que no se comparte el mismo concepto, y por otra, que no se sabe lo que son los valores. Nadie se detiene a puntualizar si son éticos, estéticos, económicos, etc. Por esa razón, se hace necesario definir y redefinir lo que se entiende por valores¹⁶⁶¹.

Son importantes las aportaciones de López Llergo (2000), que apunta: “*Valor es toda perfección real o posible que procede de la naturaleza y que se apoya tanto en el ser como en la razón de ser de cada ente. Esta*

estado o empleo. 8. m. Equivalencia de una cosa a otra, especialmente hablando de las monedas.

¹⁶⁵⁶ La catedrática se refiere a su connotación filosófica. Ver: López Llergo, T. (2001) *Educación en valores, educación en virtudes*.

¹⁶⁵⁷ Ver: Echeverría, M. (1997) *La formación personal. La formación en virtudes humanas*. En Cuadernos de Formación Tomista. Santiago. Pág. 19.

¹⁶⁵⁸ Así señalan: “*El origen profundo de la actual perplejidad moral, que a todos nos afecta de un modo u otro, se halla en que no tenemos una imagen del hombre que esté a la altura de la dignidad de la persona humana.*” Ver: Llano, A. y Llano, C. (1999) “Paradojas de la ética empresarial”. *Revista Empresa y Humanismo*. Vol. 1. Pág. 70.

¹⁶⁵⁹ Ver: Bravo, N. (1995) *En Valores Humanos*. Pág. 5.

¹⁶⁶⁰ Ver: Llano, A. y Llano, C. (1999) “Paradojas de la ética empresarial”. *Revista Empresa y Humanismo*. Vol. 1. Pág. 72.

¹⁶⁶¹ Para un mayor detalle se puede consultar, entre otros: Pestaña, P. (2004) “Aproximación conceptual al mundo de los valores”. *REICE-Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*. Vol. 2.

perfección merece nuestra estima, reconocimiento y agrado”¹⁶⁶². Rokeach (1968, 1973) define un valor como una *preferencia permanente* para una conducta en concreto o para un *estado final de ser*. Esta conducta se estructura en dos: por un lado la parte cognitiva (una creencia), y por otro lado la parte afectiva (la evaluación)¹⁶⁶³.

Para Carrillo (2007), los valores son el fruto de nuestros pensamientos, de nuestras ideas y de nuestras creencias. Hacen referencia a aquello que consideramos mejor. Estos rasgos se expresan en formas de actuar. Así, apunta que para iluminar los valores colectivos e individuales se requiere que *el yo*, mediante un proceso crítico, se cuestione a sí mismo y por ende a la sociedad de la que forma parte¹⁶⁶⁴. Por su parte, Berkowitz (2001) apunta que los valores se pueden entender desde un punto de vista alternativo como estándares interiorizados: creencias que se interiorizan de diversos modos, por lo que dependen de la orientación teórica de cada individuo. Sin embargo, si entendemos al hombre como el resultado de su interrelación dialéctica con el entorno natural, social y cultural en un sistema determinado, su interacción, como comenta González (2005), estará mediada por su conciencia, aunque también estará influida por los procesos inconscientes¹⁶⁶⁵.

Se entiende que, dentro de la comunidad a la que el individuo pertenece, las instituciones políticas y económicas estarán configuradas por esos rasgos de actuación, esos valores o elementos morales, como comenta Fukuyama (1998)¹⁶⁶⁶. Así, en economía se habla del *capital social*¹⁶⁶⁷. Castaño (2005)

¹⁶⁶² Ver: López Llergo, T. (2000) *Valores, valoraciones y virtudes. Metafísica de los valores*. Pág. 34.

¹⁶⁶³ Así los valores y rasgos de carácter se encuentran estrechamente relacionados con características de definición que se solapan. Ver: Rokeach, M. (1968) *Beliefs, attitudes, and values* y Rokeach, M. (1973) *The nature of human values*, en Berkowitz, M. (2001) *Educación la persona moral en su totalidad*.

¹⁶⁶⁴ Ver: Carrillo, I. (2007) *¿Es posible educar en valores en familia?* Pág. 22.

¹⁶⁶⁵ González, R. (2005) “Los valores morales”. *Revista Cubana Salud Pública*. Vol. 31. Pág. 269.

¹⁶⁶⁶ Sobre el impacto de la cultura en la economía, se pueden destacar, entre otros, las aportaciones de Fukuyama (1998) sobre la confianza en una sociedad; apunta que repercute en la conformación y desarrollo de sus estructuras económicas. Señala que las asociaciones extrafamiliares con fines económicos claros, son determinantes en el *Trust* ya que se fomenta la “capacidad organizativa” por lo que la participación estatal pasa a segundo plano. Utiliza como ejemplo las grandes corporaciones como Kodak, Toyota, Siemens, etc., que han establecido formas de trabajo y jerarquías novedosas atendiendo a la confianza entre patrones y empleados y, en general, entre quienes forman parte de los procesos productivos. Ver: Fukuyama, F. (1998) *La confianza (trust)*.

comenta, a manera de ejemplo, el “arte asociativo” estadounidense, en el que los hábitos delinean una sociedad. Señala que los valores y las normas sociales, como la verdad, la honestidad, el cumplimiento de las obligaciones y la reciprocidad, generan capital social¹⁶⁶⁸.

El debate publicado en la *Revista Iberoamericana de Educación de la Organización de Estados Iberoamericanos* (OEI), en el que se discute si los valores son susceptibles de formación o construcción en un ámbito escolar, concluye:

- 1) Los valores comprenden la vida del individuo y trascienden los ámbitos temporales del aula.
- 2) Los valores fundamentales se desarrollan a lo largo de la vida, pero se fortalecen en la educación.
- 3) El proceso educativo permite desarrollar habilidades que facilitan la comparación de los valores fundamentales (el amor; la verdad; la vida...) con los antivalores y tomar decisiones acertadas.
- 4) Los valores instrumentales (el cumplimiento, la atención, la persistencia, la solidaridad...) encuentran en el contexto educativo el escenario propicio para ser dimensionados.
- 5) La UNESCO plantea pilares de la educación que establecen de modo insoslayable la necesidad de que la formación de valores sea tarea primordial en cualquier sistema educativo.
- 6) Se piensa erróneamente que los valores sólo son un asunto que compete a los niveles previos a la educación superior.

¹⁶⁶⁷ Concepto acuñado por Hanifan en 1916 como “... *esos elementos intangibles [que] cuentan sumamente en la vida diaria de las personas, a saber, la buena voluntad, la camaradería, la comprensión y el trato social entre individuos y familias, características constitutivas de la unidad social...*”. Citado por Castaño (2005). Ver: Castaño, M. (2005) “Los valores éticos del capital social y su influencia en el crecimiento económico. Ética y Economía”. *ICE*. Núm. 823.

¹⁶⁶⁸ La investigadora apunta que Tocqueville, en su libro *La democracia en América* (1835), observó que los ciudadanos tenían la capacidad de autoorganizarse, por lo que el Gobierno no tenía que imponer el orden de una forma jerárquica porque la asociación civil enseñaba a la gente hábitos de cooperación que luego se aplicarían en la vida pública. Ver: Castaño, M (2005) *Los valores éticos del capital social y su influencia en el crecimiento económico*. Pág. 133.

- 7) La universidad no es un lugar neutro, sino un espacio vivencial para el cultivo de valores.
- 8) Su tarea es la formación integral.
- 9) Formar es un continuo en el proceso de la vida humana.
- 10) La formación en valores para el desarrollo humano y profesional es la base que permite al alumno, una vez concluido su aprendizaje, liderar propuestas de mejora social, económica, cultural, política, etc.
- 11) No puede verse aislada la formación humanística y científica de la investigativa, teórica y profesional, de tal modo que el plan de estudios y el desarrollo curricular deben estar articulados y permeados por la formación en valores.
- 12) La universidad es un espacio simbólico en el que el valor debe reconocerse como tal. No existe la crisis de valores, es el hombre el que está en crisis y no reconoce el valor, por que lamentablemente sus espacios simbólicos así lo constituyen y lo reconocen.
- 13) Se intenta crear profesionales íntegros, conscientes, críticos, que se enfrenten a lo incierto sin temor a equivocarse y sean capaces de comunicar a otros lo que ha aprendido.
- 14) La excelencia define a un profesional preparado para vivir y transformar su época, altamente competente, de elevados sentimientos sociales y que se sienta plenamente realizado como persona.
- 15) Esto supone el desarrollo de capacidades, habilidades y hábitos que hagan posible la solución de problemas por parte de profesionales que puedan vivir y transformar la realidad actual de su territorio, país, etcétera, en beneficio de la vida humana.
- 16) La formación de valores no se limita a aquellos que han sido tradicionalmente tratados, sino que hoy, cuando nuestro planeta está amenazado por la actividad

inescrupulosa de algunos, se abre ante nosotros un nuevo reto, la formación de valores encaminados al cuidado y conservación de nuestro entorno.

- 17) Los valores vinculados con la profesión, con un desempeño profesional de excelencia, cualifican y distinguen al profesional; por tanto, la universidad tiene también en buena medida esa responsabilidad, que no es sólo de ella, sino que comparte con las empresas, las instituciones y organizaciones donde se emplearán los futuros egresados.

El texto puntualiza el papel fundamental que tiene la educación en valores en las universidades, y su impacto en la identidad en un mundo globalizado en cuanto a la economía, la sociedad y la cultura. En esa misma publicación, pero en otro artículo, Arana y Batista comentan que los valores se identifican, por un lado, con lo material o espiritual (cosas, hechos, personas, sentimientos y relaciones), y por otro, con cualidades reales externas e internas al sujeto, de significación¹⁶⁶⁹ social, además de las cualidades de la personalidad. Estas cualidades se manifiestan, por una parte, en las diversas actividades que permiten interiorizar la realidad (que satisfacen necesidades e intereses individuales y sociales), y por otra, a través de guías y principios de conducta que dan sentido a la vida hacia la autorrealización. Finalmente, los investigadores señalan que los valores se estructuran mediante diversas circunstancias pero se jerarquizan dependiendo de la personalidad y del contexto social¹⁶⁷⁰.

Por su parte, Lobato y Morilla (2007) entienden los *valores* como cualidades que nos mueven, es decir, nos incitan a acometer arriesgadas empresas¹⁶⁷¹. En cuanto a sus características, comentan que los valores se presentan bipolarmente, es decir, que todas las situaciones deseables que consideramos satisfactorias las catalogamos como valor, y todo lo que consideramos desfavorable y contrario, lo calificamos como un contravalor. Así, en esa dualidad los expresamos como verdad-falsedad; justicia-injusticia; belleza-fealdad; conciencia crítica-conciencia alienada, etc. Más adelante los citados

¹⁶⁶⁹ La significación se refiere al grado en que se expresa el sentido humano.

¹⁶⁷⁰ Ver: Arana, M. y Batista, N. (sin fecha). “La educación en valores: una propuesta pedagógica para la formación profesional”. *Revista Iberoamericana de la OEI*.

¹⁶⁷¹ Apuntan que aunque tiene diferentes acepciones, en el mundo de la educación se utilizan dos. La primera es *valor* como grado de utilidad o aptitud de cosas, para satisfacer las necesidades o proporcionar bienestar. La segunda sería *valor* como fuerza, actividad, con eficacia o virtud de las cosas. Ver: Lobato, A. y Morilla, M. (2007) [Coord.] *Ideas y Recursos para el desarrollo de la educación en Valores*. Pág. 15.

autores señalan que los valores son cualidades de los objetos ideales, de las personas o de las acciones humanas¹⁶⁷².

Según Trilla (1995), al problema de la subjetividad en los valores se añade la percepción por el individuo y por su entorno. Este investigador concibe los valores como un producto social que tiene dos clasificaciones: por un lado *Valores Compartidos*, y por otro *Valores No Compartidos*. Estos últimos se subdividen a su vez en *Valores Contradictorios* y *No Contradictorios*¹⁶⁷³.

Como comenta Ramírez (1993), en la jerarquía de valores de Max Scheler los valores no operan como un montón de piezas sueltas, sino como un conjunto unitario en armonía con el ser del hombre¹⁶⁷⁴. Scheler, en *Ética: Un ensayo de fundamentación de un personalismo ético*, expone que, así como los colores no hacen referencia a simples propiedades corporales, del mismo modo los nombres que designan los valores no hacen referencia a meras propiedades de bienes¹⁶⁷⁵. Los valores tienen cualidades *auténticas* y *verdaderas*¹⁶⁷⁶. Señala que los valores no son entes abstractos sino reales, concretos¹⁶⁷⁷, y es la persona quien les da vida. Se consideran como productos sociales, y sin embargo, no pueden existir como tales sin el hombre¹⁶⁷⁸. Distingue entre valores de las personas, valores de las cosas,

¹⁶⁷² Señalan como características de los valores, los siguientes: immanentes al ser humano; verdades permanentes; apropiables y transferibles; fines en sí mismos y medios; activos por sí, se les busca, son anhelados; presentan una jerarquía que depende de cada persona o grupo social; subordinables; concretables; tienen potencialidad transformadora; tienden a la universalidad; son trascendentes; son apreciaciones mentales; son individuales y colectivos y son histórico sociales. Ver: Lobato, A. y Morilla, M. (2007) [Coord.] *Ideas y Recursos para el desarrollo de la educación en Valores*. Págs. 18-19.

¹⁶⁷³ Ver: Trillas, J. (1995) "Educación y valores controvertidos. Elementos para un planteamiento normativo sobre la neutralidad en las instituciones educativas". *Revista Iberoamericana de Educación*. OEI. Núm. 7. Págs. 93-120.

¹⁶⁷⁴ En la primera categoría están los valores sensibles; en segundo grado o categoría superior está el valor de vida; en la tercera categoría están los valores espirituales, y en la última categoría está la antropología. Ver: Vergés, S. (1993) *El hombre, su valor en Max Scheler*. Págs. 100-107.

¹⁶⁷⁵ Ver: Scheler, M. (2001) *Ética. Un ensayo de fundamentación de un personalismo ético*. Pág. 58.

¹⁶⁷⁶ Ver: Scheler, M. (2001) *Ética. Un ensayo de fundamentación de un personalismo ético*. Pág. 60.

¹⁶⁷⁷ Para Scheler, todos los valores (incluso lo bueno y lo malo) son cualidades materiales que tienen determinada ordenación mutua. Ver: Scheler, M. (2001) *Ética. Un ensayo de fundamentación de un personalismo ético*. Pág. 63.

¹⁶⁷⁸ Entiende la persona como depositaria de esos valores y como actos de la persona el querer y el obrar. Niega que sean actos exclusivamente de la voluntad y apunta la persona existe exclusivamente en relación a sus actos. Ver: Scheler, M. (2001) *Ética. Un ensayo de fundamentación de un personalismo ético*. Pág. 77.

valores propios y valores extraños, valores de actos y valores de función, valores de la disposición de ánimo de la acción del éxito, valores de la intención y del estado, valores de fundamento de forma y relación, valores individuales y colectivos, valores por sí mismos y valores por referencia¹⁶⁷⁹.

También es destacable la clasificación de los valores que realiza López Llergo (2000). Así, apunta que aunque existen diferentes posturas, se pueden agrupar en:

- 1) Subjetivos; el ser humano es quien dice que son los valores, los reconoce los recrea.
- 2) Objetivos; desde la observación de la realidad. En esta postura hay variantes:
 - a) Valores como cualidades, no son permanentes ya que son accidentales
 - b) Valores como bien, se excluye la verdad, la belleza o la unidad.
 - c) Valores como cada uno de los trascendentes (verdad, bien, unidad y belleza)
 - d) Valores en el ser.

Esta autora propone ubicarse entre valor en el ser y la razón de ser¹⁶⁸⁰. Apunta que la razón de ser es el principio de todos los valores, pero no es ningún valor porque los valores se dan sólo en la realidad en la que operan. Por ello comenta que si por sociedad entendemos la convivencia más o menos armónica de un conjunto de individuos unidos por una finalidad, cada uno de ellos –en el ámbito temporal– debe aportar a los demás la riqueza de su personalidad¹⁶⁸¹. Señala que el descubrimiento de los valores en sociedad es un proceso complejo, ya que supone el conocimiento de los valores de las personas, de los objetos, así como la relación valoral entre las personas y la relación valoral entre personas y objetos.

¹⁶⁷⁹ Ver: Scheler, M. (2001) *Ética. Un ensayo de fundamentación de un personalismo ético*. Págs. 167-172.

¹⁶⁸⁰ Ver: López Llergo, T. (2000) *Valores, valoraciones y virtudes. Metafísica de los valores*. Págs. 21 y 22.

¹⁶⁸¹ Señala que esto sucede en toda la naturaleza animada pero en el hombre se da de una manera “*cualitativamente superior, ya que él no sólo aporta lo propio, sino que puede aprovechar de manera intencional lo valioso que descubre en los demás y en su entorno.*” Ver: López Llergo, T. (2000) *Valores, valoraciones y virtudes. Metafísica de los valores*. Pág. 26.

5.1.2 El concepto de virtud

La palabra *virtud* viene del latín “*vis*”, que significa *fuera*. En la obra de Aristóteles se identifica la *virtud* con el *hábito* de actuar según el *justo término medio*¹⁶⁸² entre dos situaciones o *vicios*. Así comenta: “*La virtud es un hábito de la voluntad consistente en un término medio en relación con nosotros; que es determinado racionalmente por una regla recta, aquella por medio de la cual lo determinaría un hombre dotado de sabiduría práctica*”¹⁶⁸³. Sin embargo esta actuación requiere de un cierto tipo de sabiduría práctica a la que Aristóteles llama *prudencia*. Sin ésta, nuestra actuación conducirá al vicio¹⁶⁸⁴.

Como recuerda Sellés (2000), Aristóteles contempla dos realidades a las que llama virtud: una, la disposición natural y espontánea, otra, la virtud propiamente dicha. Así, señala que la virtud en sentido estricto es *la disposición de lo perfecto a lo mejor*, por lo que la naturaleza de la virtud es una *cualidad*¹⁶⁸⁵ y se refiere a ella como el *hábito o manera de ser* que no significa facultad¹⁶⁸⁶. La virtud de un ojo, por ejemplo, es ver bien. Aristóteles distingue entre el “sujeto” de los hábitos intelectuales y el de las virtudes de la voluntad¹⁶⁸⁷. Para Aristóteles, la virtud moral se realiza

¹⁶⁸² Por lo que el hombre es virtuoso cuando su voluntad ha adquirido el “hábito” de actuar “rectamente”, de acuerdo con un “justo término medio” que evita el exceso como el defecto. Así Aristóteles comenta: “*la virtud es más exacta que todo arte, como lo es también la naturaleza, tendrá que tender al término medio. Me refiero a la virtud ética; pues esta tiene que ver con las pasiones y acciones...*”. Ver: Aristóteles. *Ética a Nicómaco*, II, 6, 1106 b.

¹⁶⁸³ Ver: Aristóteles. *Ética a Nicómaco*, II, 6, 1107 a.

¹⁶⁸⁴ Aristóteles vincula las virtudes morales con las de la inteligencia, en concreto, la *prudencia*. Señala: “*La virtud hace recto el fin propuesto y la prudencia los medios que a él conducen*” Ver: Aristóteles. *Ética a Nicómaco*, VI, 12. 1144 a.

¹⁶⁸⁵ Ver: Sellés, J. (2000) *Los hábitos adquiridos: las virtudes de la inteligencia y la voluntad según Tomás de Aquino*. Pág. 121.

¹⁶⁸⁶ Apunta: “*tenemos que considerar que es virtud*” en el alma pasan tres cosas: pasiones (apetencia, ira, miedo, atrevimiento, envidia, alegría, amor, odio, etc.) facultades (aquellas que afectan las pasiones, por ejemplo, lo que nos entristece) y hábitos (aquello por lo que nos comportamos bien o mal respecto de las pasiones). Por lo que señala “*no son pasiones virtudes o vicios porque no se nos llama buenos por nuestras virtudes o vicios.*” Además sintetiza, sentimos ira y miedo sin nuestra elección, por tanto “*si las virtudes no son pasiones ni facultades sólo queda que sean hábitos.*” Ver: Aristóteles. *Ética a Nicómaco*, II, 5, 1106 a.

¹⁶⁸⁷ Comenta la clave de las virtudes morales radica en que podemos usarlas cuando queramos “*Siendo, pues el objeto de la voluntad el fin, de la deliberación y la elección los medios para el fin, las acciones relativas a éstos serán conformes a la elección y voluntarias*” Y apunta: “*está en nuestro poder el obrar cuando es bueno, estará también en nuestro poder no obrar cuando es malo*” Por lo que “*las acciones cuyos principios están en*

mediante los buenos hábitos, entendiendo como tales las *costumbres*. Por lo que apunta que un signo de que se las ha adquirido es el deleite que a ellas sigue¹⁶⁸⁸.

La profesora González (2001) señala: “*las virtudes morales son hábitos, es decir, disposiciones estables que perfeccionan nuestro apetito, habilitándolo para que desee realizar determinadas obras buenas*”. Subraya la naturaleza de la virtud, puesto que cada virtud *capacita para el ejercicio* de un tipo específico de acción, y puntualiza que cada virtud capacita para ejecutar determinados tipos de acción *de una manera determinada*¹⁶⁸⁹, por lo que ser virtuoso no es realizar algunas cosas y evitar otras, sino actuar, de un cierto modo, como hombre bueno.

Es de resaltar la importancia que Aristóteles le da a la sabiduría como base del comportamiento virtuoso. Si bien es cierto que todas las acciones del hombre persiguen la felicidad, son la razón y la sabiduría las que nos indican lo que debemos hacer para alcanzarla. Dicho de otra manera, los hábitos intelectuales nos dicen cómo comportarnos conforme a la virtud¹⁶⁹⁰.

Al preguntarse qué es la virtud humana, Santo Tomás de Aquino comenta que San Agustín, en el *libro II De libero arbitrio*, define la virtud como *el buen uso del libre albedrío*. Pero apunta que el uso del libre albedrío es un acto. Luego la virtud no es un hábito, sino un acto. Más adelante comenta: “*La virtud designa una perfección de la potencia*”¹⁶⁹¹.

nosotros dependerán también de nosotros y serán voluntarias” Ver: Aristóteles. *Ética a Nicómaco*, III, 5. 1114 a.

¹⁶⁸⁸ Ver: Sellés, J. (2000) *Los hábitos adquiridos: las virtudes de la inteligencia y la voluntad según Tomás de Aquino*. Pág. 122.

¹⁶⁸⁹ Así, ejemplifica, una misma obra ejecutada por un hombre virtuoso y por otro que no lo es, no difiere en la materialidad de lo que cada uno hace, pero sí en la forma de hacerlo. Señala: “*mientras que la virtud natural es una disposición activa debida a la naturaleza, la virtud moral es una disposición adquirida por el agente mediante sus elecciones libres, con las que puede cultivar la aptitud natural a la virtud moral común a todos los hombres.*” Ver: González, A (2001) “Las fuentes de la moralidad a la luz de ética Aristotélica de la virtud”. *Sapientia*. Vol. LVI. Págs. 357-377.

¹⁶⁹⁰ Así en el libro II de la *Ética a Nicómaco*, Aristóteles distingue entre virtud dianóetica y ética, y sus características. En el libro III se dedica a analizar la virtud de la templanza y sus virtudes anejas. En el IV a la generosidad, magnanimidad, mansedumbre, etc. En el V se centra en la virtud de la justicia. En el VI a la prudencia. En el VII en el dominio de sí, como si de la virtud de la fortaleza se tratase. Y en los libros VIII y IX a la virtud de la amistad.

¹⁶⁹¹ Por lo que, “*La virtud designa una perfección de la potencia. Ahora bien, la perfección de cada cosa se entiende principalmente en orden a su propio fin. Siendo, pues, el fin de la potencia su propio acto, la potencia será perfecta en cuanto que se determine a su propio acto. Ahora bien, hay potencias que están determinadas por sí mismas a sus propios actos, como son las potencias naturales activas. De ahí que estas potencias naturales se llamen,* 468

El Doctor de la Iglesia define la *virtud* como un *hábito operativo bueno*. Siguiendo a Pinckaers (1971), nos preguntamos: ¿qué quiere decir *habitus operativo bueno*? Santo Tomas toma esta noción de Aristóteles: el *habitus* es una disposición constante y firme que se distingue de la simple disposición, fácilmente variable. El buen humor y el malo son disposiciones. Tener un temperamento optimista inclina a tomar todo por el lado bueno, es una disposición constante, una especie de *habitus*. El *habitus operativo* es una disposición *constante* orientada hacia la acción que genera acción. Así, entendemos que el rasgo específico de la virtud es su *bondad*, es un *habitus operativo bueno*¹⁶⁹².

Entendemos *virtud* como el *hábito para obrar bien*. Dicho de otro modo, no es suficiente hacer el bien, sino que además se requiere adquirir el hábito de hacer siempre el bien para alcanzar el estatus de hombre virtuoso. Siguiendo a Echavarría (2009), la noción de virtud se entiende como cualidad, perfección y ser. El autor señala que en las obras de Aristóteles y Tomas de Aquino se reflejan otras virtudes, además de las morales. Aristóteles enumera, junto a las éticas, las virtudes *dianoéticas* o intelectuales, y menciona las virtudes heroicas. Por su parte, Santo Tomás afirma la existencia de las virtudes teologales, identifica las heroicas con los dones del Espíritu Santo y distingue las virtudes morales de las adquiridas¹⁶⁹³. Sin

ellas mismas, virtudes. Más las potencias racionales, que son propias del hombre, no están determinadas a un solo acto, sino más bien indeterminadas respecto de muchos; pues se determinan a los actos por los hábitos, según consta por lo dicho anteriormente (q.49 a.4). Por tanto, las virtudes humanas son hábitos.” Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. I-IIae. Cuestión. 55. Artículo 1).

¹⁶⁹² Es relevante la puntualización que realiza Pinckaers, que comenta que el sustantivo “virtud”, que designa ante todo una cualidad de orden moral no siempre se empleó así. Apunta que tanto griegos como latinos lo utilizaron en las fuerzas físicas, artes, etc. Así en griego, *aretè* significó, en primer lugar, la excelencia de una cosa, de un cuerpo humano (belleza, fuerza, agilidad...), de un animal, de una vasija, de un mueble. La palabra pasó luego a designar la *bravura guerrera*, excelencia propia del hombre. No adquirió su sentido moral, el de perfección moral del obrar, hasta el desarrollo de la filosofía griega. En latín, *virtus* designa primeramente la cualidad propia del *vir*, del hombre en oposición a la mujer: *el valor*. Por lo mismo, para el latino, la *virtud* será ante todo la *firmeza de carácter*. Pero al igual que en los griegos el término fue utilizado como el valor de una planta, de un animal, etc., Pinckaers comenta que Cicerón utilizó el término “*virtutes oratorias*”. Sin embargo, utilizaremos virtud en un sentido amplio, ya que etimológicamente el empleo de este término, en el dominio de las realidades materiales y sensibles, precede a su uso en el plano moral. Ver: Pinckaers, S. (1971) *La virtud es todo menos una costumbre. La renovación de la moral*. Págs. 221-246.

¹⁶⁹³ Ver: Echavarría, M. (2009) “Virtud y ser según Tomás de Aquino”. *Espíritu: cuadernos del Instituto Filosófico de Balmesiana*. Vol. 58. Págs. 11-36.

embargo, hay un común denominador; las virtudes como hábitos operativos del ser¹⁶⁹⁴.

Los hábitos operativos son potencias activas, *cualidades*. Es decir que se concibe a la virtud como una potencia operativa habilitada para su operación propia, la virtud como complemento de la potencia, que hace bueno a quien la posee y buena a su operación¹⁶⁹⁵. En este sentido, Santo Tomás define lo que es virtud¹⁶⁹⁶ y posteriormente distingue entre dos tipos: intelectual y moral¹⁶⁹⁷. La intelectual perfecciona al entendimiento, especulativo o práctico, para el bien obrar del hombre. Por su parte, la moral está correlacionada con el apetito.

¹⁶⁹⁴ Así: “La virtud, como indica su mismo nombre, importa una perfección de la potencia, según se ha dicho anteriormente (a.1). De ahí que, siendo doble la potencia, a saber, potencia para ser y potencia para obrar, tanto la perfección de la una como la de la otra se llamen virtud. Pero la potencia para ser responde a la materia, que es ser en potencia, mientras que la potencia para obrar responde a la forma, que es el principio de la operación, ya que cada cosa obra en cuanto que es en acto. Ahora bien, en la constitución del hombre, el cuerpo es como la materia, mientras que el alma es como la forma. Por parte del cuerpo, el hombre conviene con los demás animales; y lo mismo hay que decir respecto de aquellas facultades que son comunes al cuerpo y al alma, pues tan sólo aquellas facultades que son propias del alma, esto es, las racionales, son exclusivas del hombre. Por consiguiente, la virtud humana, de la que estamos hablando, no puede pertenecer al cuerpo, sino a lo que es exclusivamente propio del alma. En conclusión, la virtud humana no importa orden al ser, sino más bien a la operación y, por tanto, la virtud humana es esencialmente un hábito operativo.” Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. I-IIae. Cuestión. 55. Artículo 2.

¹⁶⁹⁵ Señala: “la virtud humana, que es un hábito operativo, es un hábito bueno y operativo del bien”. Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. I-IIae. Cuestión. 55. Artículo 3).

¹⁶⁹⁶ Define tras exponer que virtud es una buena cualidad de la mente por la que se vive rectamente, así señala: “La causa formal de la virtud se toma, como en las demás cosas, de su género y diferencia específica, al decir cualidad buena, pues el género de la virtud es el ser cualidad, y su diferencia específica es el ser buena. Sin embargo, sería más exacta la definición si en vez de cualidad se pusiese hábito, que es el género próximo...La virtud, por tratarse de un hábito operativo, es la misma operación. Pero hay que notar que unos hábitos operativos disponen siempre para el mal, como son los hábitos viciosos; otros disponen unas veces para el bien y otras veces para el mal, como la opinión, que puede ser verdadera o falsa; la virtud, en cambio, es un hábito que dispone siempre para el bien. Por eso, para distinguir la virtud de los hábitos que disponen siempre para el mal, se dice por la que se vive rectamente; y para distinguirla de aquellos otros que unas veces inclinan al bien y otras veces al mal, se dice de la cual nadie usa mal.” Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. I-IIae. Cuestión. 55. Artículo 4.

¹⁶⁹⁷ Así comenta que la virtud humana es un hábito que perfecciona al hombre para obrar bien. Apunta “en el hombre hay un doble principio de actos humanos, a saber, el entendimiento o razón, y el apetito, pues éstos son los dos motores que hay en el hombre, según se dice en el libro III De anima.” Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. I-IIae. Cuestión. 58. Artículo 3.

En *Las virtudes fundamentales* Pieper señala que la virtud no es la “honradez” y la “corrección” de un hacer u omitir aislado. Virtud más bien significa que el hombre es verdadero, tanto en el sentido natural como en el sobrenatural. Apunta que en la conciencia cristiana hay dos posibilidades peligrosas de confundir el concepto de virtud: por una parte el moralista, que aísla la acción, la “realización”, la “práctica”, y la independiza frente a la existencia vital del hombre; por otra, la supernaturalista, que desvaloriza el ámbito de la vida bien llevada. Virtud, en términos completamente generales, es la elevación del ser en la persona humana. La virtud es, como dice Santo Tomás, *ultimum potentiae*, lo máximo a lo que puede aspirar el hombre, o sea, la realización de las posibilidades humanas en el aspecto natural y sobrenatural. El hombre virtuoso es tal que realiza el bien obedeciendo a sus inclinaciones más íntimas¹⁶⁹⁸.

El hombre virtuoso obra según la ley moral, es decir, actúa en consonancia con lo que dicta la naturaleza humana. Por lo que el hombre virtuoso coincide con el *hombre verdadero*, denominado así tanto por Pieper como por Santo Tomás. En este sentido, el Diccionario de la Real Academia Española define *virtud*, entre otros significados, como la “*disposición constante del alma para las acciones conformes a la ley moral*”.

Por su parte, Pinckaers (1971) define virtud de la siguiente forma: “*Es una cualidad activa que dispone al hombre para producir el máximo de lo que puede en el plano moral, que da a su razón y a su voluntad juntas el poder de realizar las acciones morales más perfectas y más altas en valor humano. Llegamos así a otra definición aristotélica de virtud, a menudo, invocada por santo Tomás, que hace bueno al que la posee y a su obra. La virtud permite al hombre hacer una obra moral perfecta y le hace perfecto a él mismo*”¹⁶⁹⁹.

La definición de virtud que ofrece MacIntyre (1987) establece una relación que se da, por una parte, entre el ejercicio y posesión de la virtud, y la consecución de bienes internos, por otro: “*Una virtud es una cualidad humana adquirida cuya posesión y ejercicio tiende a hacernos capaces de lograr aquellos bienes que son internos a las prácticas y cuya carencia nos impide efectivamente el lograr cualquiera de tales bienes*”¹⁷⁰⁰.

¹⁶⁹⁸ Ver: Pieper, J. (2010) *Las virtudes fundamentales*. Pág. 12.

¹⁶⁹⁹ Ver: Pinckaers, S. (1971) *La virtud es todo menos una costumbre. La renovación de la moral*. Pág. 228.

¹⁷⁰⁰ Ver: MacIntyre, A. (1987) *Tras la virtud*. Pág. 237.

Para MacIntyre, el acceso a los bienes internos y externos deriva de la actitud del participante. Es decir, la actitud es consecuencia del grado de virtud alcanzado. La relación que se mantiene con los demás es la clave de su relación con los bienes internos. Por lo que MacIntyre se refiere a la virtud en términos de condición necesaria para alcanzar los bienes internos.

Siguiendo a Pinckaers (1971), son tres las notas características de la virtud. 1) La virtud es una disposición constante, “*difficile mobilis*”. La repetición de las victorias de la inteligencia y de la razón sobre las pasiones y sobre las dificultades exteriores produce en el alma un dominio que permite el viraje de la voluntad. 2) La virtud produce la prontitud en la acción, la facilidad para obrar. Esta cualidad es el efecto de la perfecta ordenación y unificación de los principios interiores de acción del hombre, en la que cada elemento desempeña su papel natural: la razón y la voluntad dirigen y mandan; la sensibilidad se pliega al impulso de ellas, aportándoles su contribución propia; las fuerzas corporales ejecutan con perfección la acción querida. Sólo la repetición de los actos interiores puede establecer este orden íntimo y hacer la acción pronta y fácil. 3) La alegría de obrar proviene del completo desarrollo de la acción en perfecta conformidad con las disposiciones profundas del que obra, y, al mismo tiempo, proporciona deleite en el obrar¹⁷⁰¹.

5.1.3 Distinción entre hábitos y virtudes

De acuerdo con Sellés (2006) observamos que algunos hábitos de la *razón*, a los que denomina *teóricos*, se adquieren con *un sólo acto*. Otros, los *prácticos*, mediante la *repetición de actos*. Así, las *virtudes* de la voluntad son de este segundo tipo. Por ello cuando se ha adquirido una *virtud*, ésta no es fija, pues puede crecer o disminuir, e incluso perderse¹⁷⁰², ya que la *persona* humana puede modificar su conducta. Sellés comenta que se actúa según virtud si la *inteligencia*, y no sólo la *persona*, convergen en la voluntad. Por lo que la *virtud* refuerza directamente los *actos*, no las *pasiones* de la sensibilidad. Las pasiones se controlan a través de los actos. Señala que la clave de la virtud es seguir creciendo, es decir, que nunca es suficiente siempre se debe avanzar, la *esencia* humana está diseñada para crecer¹⁷⁰³.

¹⁷⁰¹ Ver: Pinckaers, S. (1971) *La virtud es todo menos una costumbre*. Pág. 239.

¹⁷⁰² Sellés señala que los hábitos de la razón, una vez adquiridos (al menos en su uso teórico), no se pierden. Son *más permanentes* que los prácticos y las virtudes. Ver: Sellés, J. (2006) *Antropología para inconformes*. Pág. 316.

¹⁷⁰³ Ver: Sellés, J. (2006) *Antropología para inconformes*. Pág. 318.

5.2 Las virtudes cardinales

En el mundo griego se entendía que con el cultivo de tres virtudes *andreia* (“valentía”), *sofrosine* (“sensatez, moderación”) y *dikaiosine* (“justicia”) se formaba un ciudadano relevante, útil y perfecto. En *La República*, Platón añadió una cuarta, la *prudencia*, y describió las cuatro virtudes cardinales¹⁷⁰⁴ como:

- 1) Justicia (*virtud fundante/persevante*) - concéte a ti mismo.
- 2) Prudencia (*calculativo*) - véase el todo.
- 3) Fortaleza (*enérgico*) - presérvese el todo.
- 4) Templanza (*apetitivo*) - sírvase el todo.

Platón describe *la justicia* como la virtud fundante y perseverante, porque sólo el que entienda y desarrolle la justicia puede conseguir las otras tres virtudes, y cuando alguien posee las cuatro, es la justicia la que las mantiene todas unidas¹⁷⁰⁵.

Para Santo Tomás de Aquino, existe una jerarquía entre las cuatro virtudes cardinales. Así, señala a la prudencia como la principal virtud y el fundamento de las demás¹⁷⁰⁶. Siguiendo a Royo (1988), hay que establecer

¹⁷⁰⁴ Estas virtudes les denomina clásicas ya que están contenidas además de Platón en Cicerón, en su tratado *De officiis*, y por el emperador Marco Aurelio en sus *Meditaciones*. Como comenta Martínez, todas ellas permiten llegar al bien más perfecto, la felicidad. Ver: Martínez, M. (2003) *Ética con los clásicos*. Pág. 85.

¹⁷⁰⁵ Platón define cómo el individuo puede lograr estas virtudes. La prudencia resulta del ejercicio de la razón, la fortaleza de ejercer las emociones o el espíritu, la templanza de dejar que la razón anule los deseos, y desde estas la justicia otorga a cada elemento lo que le corresponde a cada uno, y con ello está de acuerdo con los otros. En el pasaje al que hace referencia Platón, comenta las virtudes que requiere la ciudad y por definir cuatro, se le considera el primero en establecer las virtudes cardinales. Sin embargo, existen voces discordantes que establece que Píndoro ya lo había mencionado al referirse a las virtudes de los mortales. Ver: Platón. *La República*. Págs. 332-333.

¹⁷⁰⁶ Señala; “*así habrá una virtud principal, que se llama prudencia. De otro modo, en cuanto que el orden de la razón se realiza en alguna otra cosa; bien sean las operaciones, y así resulta la justicia; bien sean las pasiones, y así es necesario que existan dos virtudes, porque es necesario poner el orden de la razón en las pasiones, habida cuenta de su repugnancia a la razón, que se manifiesta de dos modos: uno, en cuanto que la pasión impulsa a algo contrario a la razón; y así es necesario que la pasión sea reprimida, de donde le viene el nombre a la templanza; de otro modo, en cuanto que la pasión retrae de*

una distinción entre virtudes morales y virtudes teologales (fe, esperanza y caridad), dicho de otro modo, entre virtudes cardinales y virtudes teologales. Las primeras desempeñan un papel fundamental, de ahí su nombre, ya que todas las demás se alinean en base a ellas. Con ellas se forja el carácter y se da soltura en la práctica del bien. La relación es, en el orden de la gracia, la misma que tienen, en el de la naturaleza, las virtudes adquiridas respecto a los actos de la *sindéresis* y la rectitud de la voluntad¹⁷⁰⁷.

Por su parte, Pieper llama fundamentales a las virtudes cardinales, porque, como ya se mencionó, todas dependen de estas. Comenta que las tres virtudes teologales están ligadas pero de una manera más íntima: “*refluyen en un círculo santo*”, según una expresión de Santo Tomás en su *Tratado de la Esperanza*. “*Quien fue llevado de la esperanza al amor adquiere una esperanza más perfecta, ya que también cree con más vigor que antes*”¹⁷⁰⁸.

5.2.1 La virtud de la prudencia

En el libro VI de la *Ética de Nicómaco* Aristóteles define la prudencia – *phrónesis*– como la “*disposición racional verdadera y práctica, respecto de lo bueno y lo malo para el hombre*”¹⁷⁰⁹. Para desmenuzar esta definición seguimos a Araiza (2014), que la explica mediante cada uno de los términos que la componen. Así la prudencia es: 1) una disposición habitual –*héxis*–, que es: la ciencia, el arte, la prudencia, la sabiduría y la virtud ética, todas ellas son un tipo de disposición habitual, con una diferencia específica entre ellas: si es demostrativa, es ciencia; si es productiva, es arte; si es práctica, prudencia; si es contemplativa, es sabiduría; y si es electiva, virtud; 2) que se acompaña de razonamiento; 3) es verdadera; 4) a diferencia de otras, es práctica y 5) se refiere a los bienes humanos¹⁷¹⁰. Así, la *phrónesis* tiene una doble función, por un lado la de gobernar a las pasiones, y por otro la de procurar las condiciones óptimas para la contemplación. Es decir, que la

realizar lo que la razón dicta, como es al temor de los peligros y de los trabajos, y así es necesario que el hombre se afiance en lo que dicta la razón para que no retroceda, de donde le viene el nombre a la fortaleza” Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. I-IIae. Cuestión. 61. Artículo 2.

¹⁷⁰⁷ Ver: Royo, A. (1988) *Teología de la perfección cristiana*. Pág. 135.

¹⁷⁰⁸ Así el filósofo alemán comenta que las tres virtudes teologales no sólo son la respuesta sino que, al mismo tiempo, constituyen la capacidad y fuente de energía para esta respuesta, Por lo que “*son la única «boca», por decirlo así, capaz de dar esta respuesta*”. Ver: Pieper, J. (2010) *Las virtudes fundamentales*. Pág. 24.

¹⁷⁰⁹ Ver: Aristóteles. *Ética a Nicómaco*. IV. 5. 1140 b.

¹⁷¹⁰ Ver: Araiza, M. (2014) “La prudencia en Aristóteles: una *héxis praktike*”. *Tópicos, Revista de Filosofía*. Núm. 46. Págs. 151-174.

prudencia procura las mejores condiciones tanto para la vida política como para la vida contemplativa¹⁷¹¹.

Sellés (1999) comenta que Aristóteles sostiene que para adquirir prudencia se debe preguntar al hombre prudente puesto que sólo nota la índole de una perfección quien la vive¹⁷¹². En la *Ética de Nicómaco* se detiene en quien ejecuta el acto virtuoso, el hombre al que llamamos prudente, y señala: “*parece propio del hombre prudente el poder discurrir bien, sobre lo que es bueno y conveniente para él mismo*”¹⁷¹³. Explica que la política y la prudencia coinciden –prudencia legislativa o a la hora de gobernar– y subraya: “*Prudencia parece referirse sobre todo a uno mismo, y al individuo, y esta es la forma que lleva el nombre común, prudencia; las demás se llaman economía, legislación y política, ya deliberativa, ya judicial*”¹⁷¹⁴.

Como señala Aubenque (1999), el conflicto en Aristóteles, según la tesis de Jaeger, se encuentra en la noción *phronesis* que fue desarrollada por Platón. En ella no están desconectadas la unidad del ser y el valor, es decir, que la razón práctica y la razón teórica no están dissociadas, por lo que Aristóteles ve en la *phronesis* un sentido moral capaz de orientar la acción hacia aquello que es inmediatamente bueno y útil para el hombre¹⁷¹⁵. Al utilizar el método platónico de división se plantean dos actitudes fundamentales en el hombre: el *saber*, que trata de lo necesario, y el *hacer*, que trata de lo contingente. Para Aristóteles la prudencia es la virtud de la parte calculadora del alma intelectual. También distingue, en el interior de las virtudes dianoéticas, la prudencia de la sabiduría por una distinción de sus objetos: la sabiduría trata de lo que no nace ni perece y la prudencia sobre lo contingente¹⁷¹⁶. Pero el prudente, apunta, no es ni un sabio ni un erudito, no está dotado con ninguna familiaridad especial con lo trascendente, se mueve al nivel de lo particular y fija a cada uno el justo medio. Por tanto, señala, la superioridad del prudente no reposa sobre un saber; no sólo interpreta la regla recta, sino que

¹⁷¹¹ La prudencia, comenta Araiza (2014) se forma “*dentro del alma, tras la multitud de recuerdos aglutinados acerca de una misma vivencia, luego de una sucesión de actos de la percepción semejantes entre sí, que involucran acciones de la vida humana. Así como la percepción sensorial se desdobra en dos, así también la prudencia se refiere no solo a los actos particulares, sino también a los universales.*” Ver: Araiza, M. (2014) *La prudencia en Aristóteles: una héxis praktike*. Pág. 172.

¹⁷¹² Ver: Sellés, J. (1999) “La virtud de la prudencia según Tomás de Aquino”. *Cuadernos de Anuario Filosófico*. Núm. 90. Pág. 3.

¹⁷¹³ Ver: Aristóteles. *Ética a Nicómaco*. IV. 5. 1140 b.

¹⁷¹⁴ Ver: Aristóteles. *Ética a Nicómaco*. IV.8. 1142 a.

¹⁷¹⁵ Ver: Aubenque, P. (1999) *La prudencia en Aristóteles*. Pág. 19.

¹⁷¹⁶ Ver: Aubenque, P. (1999) *La prudencia en Aristóteles*. Pág. 50.

es la regla recta misma¹⁷¹⁷.

Por su parte, Pieper (2010) resalta la prudencia como la primera entre las virtudes cardinales. Es más, señala, no sólo es la primera entre las demás, iguales en categoría, sino que, en general, “*domina*” toda virtud moral. Esta afirmación de la supremacía de la prudencia encierra algo más que un orden, pues señala que la realización del bien exige un conocimiento de la verdad. “*Lo primero que se exige de quien obra es que conozca*”, citando a Santo Tomás. Apunta: “*Quien ignora cómo son y están verdaderamente las cosas no puede obrar bien, pues el bien es lo que está conforme con la realidad. El conocimiento objetivo de la realidad es, pues, decisivo para obrar con prudencia. El prudente contempla, por una parte, la realidad objetiva de las cosas y, por otra, el “querer” y el “hacer”*”¹⁷¹⁸.

Sin embargo, no se queda ahí. El filósofo alemán sostiene que la prudencia es *la madre* de las virtudes morales, ya que la prudencia es la causa de que las restantes virtudes puedan operar. Pieper señala: es la *medida* de la justicia, de la fortaleza, de la templanza. La prudencia deja sentir su efecto en toda virtud. Comenta: “*no hay virtud que no participe de la prudencia*”¹⁷¹⁹.

El Diccionario de la Real Academia Española define la prudencia como virtud de la siguiente manera: “*consiste en discernir y distinguir lo que es bueno o malo, para seguirlo o huir de ello*”. Una definición más clásica es la de Santo Tomás, que establece: “*Prudente significa como ver a lo lejos; es ciertamente perspicaz y prevé a través de la incertidumbre de los sucesos*”¹⁷²⁰. Así, comenta que la visión pertenece no a la facultad apetitiva, sino a la cognoscitiva. Es decir, que la prudencia pertenece a la facultad cognoscitiva: “*conocer el futuro a través del presente o del pasado, que es lo propio de la prudencia, concierne propiamente al entendimiento, puesto que se hace por deducción*”¹⁷²¹. Por consiguiente, la prudencia tiene su base en el entendimiento y “*Lo propio de la prudencia es aconsejar bien*”¹⁷²².

Santo Tomás comenta que es necesario que el hombre prudente conozca no solo los principios universales de la razón, sino también los objetos particulares en lo que se desarrolla la acción¹⁷²³. Propone dos grandes divisiones de la prudencia: “*aquellos elementos que necesariamente deben*

¹⁷¹⁷ Ver: Aubenque, P. (1999) *La prudencia en Aristóteles*. Pág. 51.

¹⁷¹⁸ Ver: Pieper, J. (2010) *Las virtudes fundamentales*. Pág. 13.

¹⁷¹⁹ Ver: Pieper, J. (2010) *Las virtudes fundamentales*. Págs. 24, 32 y 33.

¹⁷²⁰ Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 47. Artículo 1.

¹⁷²¹ Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 47. Artículo 1.

¹⁷²² Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 47. Artículo 2.

¹⁷²³ Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 47. Artículo 3.

concurrir para el acto perfecto de la misma”¹⁷²⁴, que a su vez se subdividen en ocho y son: por una parte la prudencia cognoscitiva,¹⁷²⁵ que se subdivide en cinco: 1) memoria; 2) entendimiento; 3) docilidad; 4) sagacidad; 5) razón. Por otra, la prudencia preceptiva,¹⁷²⁶ que se subdivide en tres: 6) previsión; 7) circunspección; 8) precaución.

5.2.2 La virtud de la fortaleza

En la doctrina cristiana, la fortaleza es la virtud cardinal que consiste en vencer el temor y huir de la temeridad; viene precedida de la prudencia y de la justicia, y depende de ellas. La fortaleza, al tener sentido de valentía, se puede confundir con la temeridad. Quizá la confusión radica en que recibe su nombre por semejanza con la fortaleza del cuerpo; sin embargo, como apunta Santo Tomás, no va en contra de la razón de virtud el que uno tenga hacia ella una inclinación natural por su complexión corporal. Así, señala que la virtud del alma no se perfecciona en la debilidad del alma, sino de la carne. El Aquinate subraya la fortaleza del alma a la que corresponde soportar con valentía la debilidad de la carne, lo cual es propio de la virtud de la paciencia o fortaleza¹⁷²⁷.

Siguiendo a Díaz (2005), la fortaleza no consiste en no tener miedo, sino, más bien, en enfrentarlo: la persona que es fuerte resiste lo que se le presenta y sigue en lo que tiene que estar, porque el fin que la mueve es alcanzar un bien superior. Subraya la importancia fundamental de la virtud de la

¹⁷²⁴ Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 48. Artículo 5.

¹⁷²⁵ Estas tienen por objeto el conocimiento. Señala que hay que considerar tres momentos. El primero es el conocimiento en sí mismo; se refiere a cosas pasadas, da lugar a la *memoria*, y si es en presente, se le llama *inteligencia*. Segundo, sería la adquisición del propio conocimiento. Éste se logra o por enseñanza y nos da la *docilidad*, o por propia invención, lo cual da lugar a la *eustochia*, que es el saber “conjuntar bien”. El tercero es el uso del conocimiento, en cuanto que unas cosas conocidas nos llevan a conocer o juzgar otras, y esta tarea corresponde a la *razón*. Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 48. Artículo 5.

¹⁷²⁶ Señala que es por medio de la razón, lo que permite *preceptuar* de una manera conveniente, y apunta que requiere tres cosas: la primera, ordenar algo adecuado al fin, lo cual es propio de la *previsión*; la segunda, tener en cuenta los distintos aspectos de la situación, tarea que incumbe a la *circunspección*; la tercera, evitar los obstáculos, y esto atañe a la *precaución*. Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 48. Artículo 5.

¹⁷²⁷ Comenta que al reconocer la propia debilidad, se practica la perfección que llamamos humildad. Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 123. Artículos 1 y 3).

prudencia para lograr la fortaleza, y así no confundirla con la temeridad, con la actitud de buscar el peligro por el peligro, sino de empeñarse en realizar el bien. Asimismo, comenta la relación que hay entre la fortaleza y el espíritu de superación; apunta que es en la adversidad cuando sale a relucir esta virtud, y recomienda que no tengamos temor a las grandes desgracias, sino a no ser capaces de afrontar las pequeñas dificultades¹⁷²⁸.

El Catecismo de la Iglesia Católica establece la virtud moral de la *fortaleza* como la que “*asegura en las dificultades la firmeza y la constancia en la búsqueda del bien*”¹⁷²⁹. Por lo que esta virtud reafirma la resolución de resistir a las tentaciones y de superar los obstáculos en la vida moral. Señala que la fortaleza capacita para vencer el temor, incluso a la muerte, y de hacer frente a las pruebas y a las persecuciones. Es de señalar que la capacitación a la que se refiere está pensada en términos de renuncia y sacrificio¹⁷³⁰.

Como comenta Pieper (2010), sin prudencia y sin justicia no se da la fortaleza; así, sólo el hombre que sea prudente y justo puede ser capaz de ser valiente. Es de todo punto imposible ser realmente valiente sin ser antes prudente y justo. Así pues, Pieper discrepa de la visión liberal que mantiene que se puede ser fuerte sin ser justo. Señala que la fortaleza como virtud existe sólo en donde se quiere la justicia, y subraya que el hombre que no es justo tampoco puede ser bueno en el verdadero sentido.

No es menos importante entender que la idea de fortaleza no es la agresiva temeridad a toda costa, e incluso, como comenta Pieper, existe una temeridad contraria a la virtud de la fortaleza¹⁷³¹. Santo Tomas apunta que el término fortaleza puede tomarse en dos sentidos. Primero, en cuanto supone una firmeza de ánimo¹⁷³². En una segunda acepción puede entenderse la fortaleza en cuanto que implica una firmeza de ánimo para afrontar y

¹⁷²⁸ Utiliza como ejemplos concretos: “*para ser tenaz en el esfuerzo por conseguir algo debe uno estar convencido de su valor*” Díaz, C. (2005) *La virtud de la fortaleza*. Pág. 124.

¹⁷²⁹ Ver: *Catecismo de la Iglesia Católica*. Tercera parte, Primera sección. Capítulo primero. 1809.

¹⁷³⁰ Existen diversos pasajes o textos que hacen referencia a esta virtud; a manera de ejemplo: el Salmo: “*Mi fuerza y mi cántico es el Señor*” (*Sal 118, 14*) y en el evangelio de Juan: “*En el mundo tendréis tribulación. Pero ¡ánimo!: Yo he vencido al mundo*” (*Jn 16, 33*).

¹⁷³¹ Pieper apunta que en la vida cotidiana la “*charlatanería*” es tranquilizadora, ya que tiende a negar la existencia de lo terrible. Este proceso “*tranquilizador*” ha existido en todas las épocas; sin embargo, hoy, juega un papel tan importante como el del miedo. Ver: Pieper, J. (2010) *Las virtudes fundamentales*. Pág. 18.

¹⁷³² Señala que de ser así, es una virtud general, o, dicho de otra forma, es condición de toda virtud, ya que, para la virtud se exige obrar firme y constantemente. Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 123. Artículo 2.

rechazar los peligros¹⁷³³.

Como comenta Aranguren (2000), la fortaleza como virtud pertenece a un ámbito de exigencia y responsabilidad, por la inclinación natural al bien del hombre, con el bien. Así, señala que la virtud atrae y el virtuoso –héroe– hace de su vida una narración que vale la pena ser escuchada, una *odisea* que le immortalizará frente a sus conciudadanos¹⁷³⁴.

5.2.3 La virtud de la templanza

El Diccionario de la Real Academia Española define la templanza como “una de las cuatro virtudes cardinales, que consiste en moderar los apetitos y el uso excesivo de los sentidos, sujetándolos a la razón”¹⁷³⁵. La palabra templanza viene del latín *temperare*. Los griegos utilizaban dos vocablos para referirse a ella: *enkráteia* (que deriva del verbo *enkráteo*: “soy dueño”) o *sophrosine* (que deriva del verbo *sophroneo*: “soy sabio, moderado”). La palabra “templanza” connota un cierto matiz negativo, ya que en ciertas ocasiones se puede entender como freno, limitación o represión de las energías vitales.

La templanza modera los apetitos y el uso de los sentidos, por lo que conduce a la obtención de la tranquilidad del espíritu a través del ordenamiento interior. Siguiendo a Pieper (2010), la disposición natural al gozo permite actuar desordenadamente. La tesis liberal del “hombre es bueno” oculta esta verdad. El liberalismo progresista, señala Pieper, no reconoce la rebelión del hombre contra el dominio del espíritu y, por tanto, comenta, niega que el hombre hubiese perdido por el pecado original el orden interior genuino de su naturaleza. En consecuencia, con este modo de pensar, la virtud de la templanza ha de aparecer como algo sin sentido, absurdo e insustancial, pues presupone y reconoce la posibilidad de esa

¹⁷³³ Santo Tomás cita a Tulio para apuntar que se considera fortaleza el aguantar los peligros y el soportar los trabajos. Es este sentido, la fortaleza se entiende como virtud especial, porque tiene materia determinada. Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 123. Artículo 2.

¹⁷³⁴ Ver: Aranguren, J. (2000) *Resistir en el bien. Razones de la virtud de la fortaleza en Santo Tomás de Aquino*. Pág. 155.

¹⁷³⁵ Tiene cuatro acepciones que son: 1. f. Moderación, sobriedad y continencia. 2. f. Benignidad del aire o clima de un país. 3. f. Pint. Armonía y buena disposición de los colores. 4. f. Rel. Una de las cuatro virtudes cardinales, que consiste en moderar los apetitos y el uso excesivo de los sentidos, sujetándolos a la razón. 5. f. ant. temple (punto de dureza o elasticidad).

rebelión de los sentidos contra el espíritu¹⁷³⁶.

Pieper señala que es la virtud más *personal* entre las cuatro virtudes cardinales, lo que demuestra la dependencia de su enemigo liberal-individualista. Apunta que el liberalismo ha lastimado los fundamentos de esta virtud, quizá por ello la conciencia universal entiende la virtud de la templanza como característica del cristiano¹⁷³⁷.

El Catecismo de la Iglesia Católica define la templanza como la virtud moral que “*modera la atracción de los placeres y procura el equilibrio en el uso de los bienes creados. Por lo que se asegura el dominio de la voluntad sobre los instintos y mantiene los deseos en los límites de la honestidad. La persona moderada orienta hacia el bien sus apetitos sensibles, guarda una sana discreción y no se deja arrastrar –para seguir la pasión de su corazón–*”¹⁷³⁸. Siguiendo a Trigo, de manera sintética se puede entender la naturaleza y la función de la templanza en la vida cristiana como vivir con moderación o sobriedad. Trigo pone de relieve, además, el sentido positivo de esta virtud –dirigida al dominio de uno mismo– y de los apetitos sensibles, que pueden y deben ser orientados al bien¹⁷³⁹.

Igual que en los otros casos, la visión tomista define a la templanza como virtud especial. Así, Santo Tomás resalta: “*Es evidente que la templanza no se opone a la inclinación natural del hombre, sino que actúa de acuerdo con ella*”¹⁷⁴⁰. Su misión es recoger las fuerzas vitales de la persona y encauzarlas de forma que se conviertan en una fuente de energía que permita la realización personal¹⁷⁴¹.

El Doctor de la Iglesia apunta que la moderación es lo más difícil y costoso en el hombre. Señala que los placeres y deseos producidos por la satisfacción de los apetitos naturales le dan su importancia a esta virtud, que

¹⁷³⁶ La conciencia cristiana respondió a esta negación del sentido de la templanza haciendo resaltar marcadamente esta virtud. La virtud de la templanza, en sus típicas formas de castidad y continencia, llegó a ser para la conciencia universal cristiana el rasgo saliente y predominante en la idea del hombre cristiano. De todas formas, esta respuesta fue hija de su adversario, el liberalismo. Ver: Pieper, J. (2010) *Las virtudes fundamentales*. Pág. 21.

¹⁷³⁷ Esta virtud se refiere de primera intención, como ya se ha dicho, al individuo como tal. Así se tomó como la virtud más “personal” por la más cristiana. Ídem. Pág. 21.

¹⁷³⁸ Ver: *Catecismo de la Iglesia Católica*. Tercera parte, Primera sección. Capítulo primero, 1809

¹⁷³⁹ Ver: Trigo, T. (s/f) *El dominio del sí para poder amar: La templanza*. Pamplona.

¹⁷⁴⁰ Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 141. Artículo 1).

¹⁷⁴¹ Por lo que Trigo comenta: “*Gracias a la templanza, las pasiones, en lugar de obnubilar a la razón, colaboran con ella y con la voluntad en el discernimiento y la realización del bien.*” Ver: Trigo, T. (s/f) *El dominio del sí para poder amar: La templanza* Pág. 3.

se desarrolla en el comer y en el beber, así como en el apetito sexual¹⁷⁴². Por el contrario, la acepción de la templanza como virtud general se refiere más bien al sentido genérico de moderación o atemperación impuesta por la razón a todos los actos y pasiones humanos, que es común a toda virtud moral¹⁷⁴³. Pero la templanza no aparta de los placeres sin más, sino de aquellos placeres que se oponen a la razón y, por ello, a su perfección como persona. Dicho de otro modo, se opone a la inclinación bestial, no sujeta a la razón, que es, por ello, inhumana¹⁷⁴⁴.

Por lo que Santo Tomás, textualmente, señala: “*no es propio de la virtud hacer que las facultades sometidas a la razón cesen en sus propios actos, sino que sigan el imperio de la razón ejerciendo sus propios actos. Por lo que así como la virtud ordena a los miembros del cuerpo ejecutar los actos exteriores debidos, también ordena al apetito sensitivo tener sus propios actos ordenados*”¹⁷⁴⁵. Los vicios que se oponen a la templanza son la *intemperancia* (que se da por exceso)¹⁷⁴⁶ y la *insensibilidad* (que se da por defecto)¹⁷⁴⁷. Ambos vicios lastiman la naturaleza humana. Finalmente, Santo Tomás, apunta dos condiciones necesarias, aunque no suficientes, para que se dé esta virtud: la vergüenza, *que nos hace huir de la torpeza que implica el acto de la intemperancia*, y la honestidad, *que inclina a amar la belleza intrínseca de los actos virtuosos de la templanza*¹⁷⁴⁸.

Siguiendo a Brage (2007), en la templanza, en todas sus partes subjetivas¹⁷⁴⁹, se realiza la noción esencial de moderación, sea en actos que se refieren a la conservación del individuo, o de modo más amplio, a la conservación de la especie. Las partes subjetivas relativas a la templanza se agrupan en tres: abstinencia, sobriedad y castidad¹⁷⁵⁰.

Podemos sintetizar que la templanza es, o permite, la tranquilidad del

¹⁷⁴² Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 141. Artículo 2.

¹⁷⁴³ Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 141. Artículo 2.

¹⁷⁴⁴ Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 141. Artículo 1.

¹⁷⁴⁵ Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. I-IIae. Cuestión. 59. Artículo 5.

¹⁷⁴⁶ El intemperante deja que sus pasiones desordenadas ofusquen su razón.

¹⁷⁴⁷ El insensible considera equivocadamente todo placer como algo pecaminoso.

¹⁷⁴⁸ Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 143. Artículo 1.

¹⁷⁴⁹ El concepto tomista de “partes subjetivas” de una virtud, se puede entender como las *especies* en que se divide la virtud, que realizan su esencia formal referida a los actos y materias principales. Es decir las que permiten su configuración.

¹⁷⁵⁰ La abstinencia modera los apetitos de la comida; la sobriedad, los de la bebida; la castidad, el apetito sexual. Ver: Brage, J. (2007) *Abstinencia, sobriedad y castidad, o la esencia de la templanza*. Parte de la tesis doctoral presentada en la Facultad Eclesiástica de Filosofía de la Universidad de Navarra.

espíritu resultante de la obtención de orden interior que puede conseguir el hombre a través de su actuar según la propia naturaleza humana.

5.2.4 La virtud de la justicia

Aristóteles apunta que lo justo es lo *legal* y lo *equitativo*: “*llamamos justo a lo que es de índole para producir y preservar la felicidad y sus elementos*”¹⁷⁵¹. Comenta que es la virtud más perfecta porque el que la posee puede usar la virtud para con otro¹⁷⁵². Tomás de Aquino sostiene que el acto de la justicia, referido a la propia materia y al sujeto, se expresa en el momento en que se da su derecho a cada uno, y afirma que la acción debe ser voluntaria para ser justa¹⁷⁵³.

Santo Tomás comenta que el acto de la justicia se expresa cuando se da su derecho a cada uno. Señala que para que el acto en sí sea virtuoso, se requiere que sea voluntario, que sea estable y que sea firme. Por su parte, Aristóteles comenta que para que se realice el acto virtuoso se requieren tres condiciones: primera, que se obre sabiendo, es decir, en conciencia; segunda, que al elegir la acción sea por un fin debido; Tercera, que se obre indefectiblemente¹⁷⁵⁴.

Al respecto, Santo Tomás señala que el primero de estos requisitos se incluye en el segundo, porque lo que se hace por ignorancia es involuntario¹⁷⁵⁵. Así, subraya que, en la definición de la justicia, la voluntad permite el propio acto de la justicia. Comenta que se puede decir que la justicia es el hábito según el cual uno, con constante y perpetua voluntad, da a cada uno su derecho. Esta definición, comenta, es casi igual a aquella que ofrece Aristóteles¹⁷⁵⁶.

Como comenta Santo Tomás, para entender la justicia se requiere distinguir entre justicia en general y justicia en particular. Bajo esta distinción, en la

¹⁷⁵¹ Ver: Aristóteles. *Ética a Nicómaco*. V.1. 1129b.

¹⁷⁵² Entre las virtudes, apunta, es la única que parece consistir en el bien ajeno, porque se refiere a los otros. Ver: Aristóteles. *Ética a Nicómaco*. V.1. 1130a.

¹⁷⁵³ Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 58. Artículo 1.

¹⁷⁵⁴ Ver: Aristóteles. *Ética a Nicómaco*. II. 4.1105b.

¹⁷⁵⁵ Aristóteles comenta que “*la virtud tiene por objeto pasiones y acciones, y las voluntarias son objeto de alabanzas o reproches...*” aunque lo voluntario e involuntario, el propio filósofo comenta, se refiere al momento en que se ejecuta la acción. Ver: Aristóteles. *Ética a Nicómaco*. III. 1. 1110a.

¹⁷⁵⁶ Puntualiza que la justicia es “el hábito según el cual se dice que uno es operativo en la elección de lo justo”. Ver: Aristóteles. *Ética a Nicómaco*. V.

general se orienta hacia el bien común sobre cualquier bien singular. La justicia general busca el bien de la sociedad entera, mientras que la justicia particular se enfoca en el comportamiento del hombre en relación con el otro¹⁷⁵⁷.

5.3 El principio de precaución

Este principio ha sido usado en la práctica en situaciones de incertidumbre. Es frecuente que en su aplicación se consideren *daños eventuales o permanentes*. En estos últimos, señala Cortina, la precaución es costosa tanto social como económicamente, ya que entra en conflicto la libertad de comercializar, los tratados internacionales para el intercambio de bienes, etc.¹⁷⁵⁸. La medida que se aplica de forma prudencial en situaciones de incertidumbre, cada vez con mayores evidencias que justifican su aplicación, da certeza a la sociedad (al ser una medida proteccionista) porque se ejecuta ante la duda de las consecuencias sociales, ya sea en la salud o en el ambiente en el que se debe aplicar. Sin embargo, exige un análisis técnico que transparente su aplicación.

5.3.1 Concepto y desarrollo histórico

Como ya hemos visto, la Declaración de Río, firmada en 1992 durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medioambiente y Desarrollo, llamada también Agenda 21, ha sido un parteaguas en el debate ambiental, y en temas precautorios no es una excepción. La propia declaración señala que para proteger el “medioambiente” los Estados, de acuerdo a sus capacidades, aplicarán en toda su extensión *el enfoque precautorio*¹⁷⁵⁹. Se señala la adopción de medidas en las que existan amenazas de daños graves o irreversibles y se apunta que no se usará la falta de certeza científica total como razón para posponer la adopción de medidas que prevengan el deterioro ambiental. Por lo que “*el enfoque precautorio deberá ser ampliamente aplicado por los Estados, de acuerdo a sus capacidades.*”

¹⁷⁵⁷ Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. II-IIae. Cuestión. 58. Artículo 12.

¹⁷⁵⁸ Ver: Cortina, A. (2004) *Fundamentos filosóficos del principio de precaución*. En: Romeo, C. [Ed.] *Principio de precaución, Biotecnología y Derecho*. Pág. 5.

¹⁷⁵⁹ Ver: Principio 15 de la Conferencia. “*Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.*”

Donde existan amenazas de daños graves o irreversibles, la falta de certidumbre científica total no debe usarse como razón para posponer la adopción de medidas costo-efectivas para prevenir el deterioro ambiental”¹⁷⁶⁰.

El principio precautorio se origina en el principio alemán de *Vorsorge*, o previsión. En las primeras concepciones estaba presente la idea de que la sociedad debe esforzarse en evitar el daño ambiental mediante una cuidadosa planificación de las acciones futuras. El principio de precaución tuvo sus bases en las recomendaciones que derivan de la Conferencia sobre el Medio Humano de las Naciones Unidas que se celebró en Estocolmo en 1972. Estas ideas fueron incorporadas en la legislación alemana, de manera que el *Vorsorgeprinzip*, como comenta Ramírez (2007), se transformó a principios de los años setenta en un principio fundamental de la legislación ambiental alemana¹⁷⁶¹. Fue equilibrado con principios de viabilidad económica, pero ha ido permeando diferentes ámbitos¹⁷⁶². Desde entonces, se ha producido una inclusión en los acuerdos políticos internacionales, en las convenciones y en las leyes locales, ya que aborda los vacíos que deja la incertidumbre científica. El principio fue introducido por vez primera en 1984, en la Conferencia Internacional sobre Protección del Mar del Norte. Posteriormente se integró en diversas convenciones y acuerdos internacionales, como la Declaración de Bergen sobre Desarrollo Sustentable, el Tratado de Maastricht sobre la Unión Europea, la Convención de Barcelona y la Convención sobre Cambio Climático Global¹⁷⁶³.

Se pueden rastrear fuentes del principio de precaución en el derecho europeo a partir de 1980, ya que comienza a penetrar en el Derecho comunitario con la decisión 80/372 del Consejo de las Comunidades Europeas relativa a los clorofluorocarbonos, que derivaría en “medidas de precaución”. Pero es en el tratado de Maastricht, en 1992, cuando el principio se utiliza como ordenamiento jurídico comunitario. También está presente en el Acta Única

¹⁷⁶⁰ Ver: Principio 15 de la Declaración de Río.

¹⁷⁶¹ Ver: Ramírez, O. (2007) “El Principio de Precaución: la certeza de la incertidumbre. ¿El caso de la aplicación de plaguicidas en áreas periurbanas argentinas?”. *Theomai Journal. Estudios sobre Sociedad y Desarrollo*. Pág. 72.

¹⁷⁶² Para un análisis del principio de precaución en la legislación internacional, ver: Hey, E. (1992) “The precautionary principle in environmental law and policy: Institutionalizing precaution”, en *Georgetown International Law Review*. Vol. 4. Núm. 2. Págs. 303-318.

¹⁷⁶³ En Estados Unidos no se menciona expresamente el principio precautorio en la legislación o en las políticas públicas. Sin embargo, algunas leyes tienen un carácter precautorio, y el principio subyace en buena parte de la legislación ambiental inicial en ese país. Por lo que la Comunidad Europea se ha convertido en el principal promotor de este principio jurídico.

Europea de 1986: en los artículos 2 y 3 del tratado constitutivo de la Comunidad Europea¹⁷⁶⁴ se establece el deber de “un alto grado de protección y mejora” de la calidad del ambiente, y la meta de “un alto grado de protección de la salud”¹⁷⁶⁵.

Diversos activistas fuera de la Unión Europea, así como académicos y miembros de la comunidad científica, se reunieron en 1998 en Wingspread, sede de la Fundación Johnson, convocados por la Red de Ciencia y Salud Ambiental (SEHN, en inglés) para analizar métodos de implementación del principio precautorio. En esa reunión se formuló la siguiente definición: *“Cuando una actividad se plantea como una amenaza para la salud humana o el medioambiente, deben tomarse medidas precautorias aun cuando algunas relaciones de causa y efecto no se hayan establecido de manera científica en su totalidad”*.

En este contexto, los proponentes de una actividad, y no el público, deben ser quienes asuman la responsabilidad de la prueba, es decir, que el proceso de aplicación del principio precautorio debe ser abierto, informado y democrático, y debe incluir a las partes potencialmente afectadas, por lo que se debe evaluar toda la gama de alternativas, incluyendo la de no actuar. La declaración de Wingspread tiene tres elementos a resaltar; primero, la amenaza o el daño; segundo, la incertidumbre científica, y tercero, la acción precautoria preventiva¹⁷⁶⁶.

Siguiendo la clasificación que propone Montague (1998), en el que el principio de la acción preventiva, o principio de precaución, se ordena en cuatro partes, encontramos que:

- 1) Las personas tienen el deber de tomar acciones anticipadas para prevenir daños.

¹⁷⁶⁴ Así se establece, como política de la Comunidad en el ámbito ambiental, el objetivo de *“alcanzar un nivel de protección elevado, teniendo presente la diversidad de situaciones existentes en las diferentes regiones de la Comunidad. Se basará en los principios de precaución y de acción preventiva.”* Ver: Artículo 130.2 del Tratado de Maastricht, así como el Artículo 174.2 del Tratado constitutivo de la UE.

¹⁷⁶⁵ Sin embargo, siguiendo a Pérez (2007), en ninguna otra disposición del Tratado enuncia explícitamente el principio ni su aplicación. Ver: Pérez, J. (2007) “La tutela civil inhibitoria como técnica procesal civil de aplicación de los principios de prevención y precaución”. *Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*. Pág. 220.

¹⁷⁶⁶ Para algunos la amenaza debe referirse a un daño grave o irreversible, pero otros indican que de ser así, no se tomaría en cuenta el efecto acumulativo de daños menores. Ver: Declaración de Wingspread.

- 2) La carga de la prueba de inocuidad de una nueva tecnología, proceso, actividad o química corresponde a los proponentes, no al público en general.
- 3) Antes de utilizar una nueva tecnología, proceso, o químico, o comenzar una nueva actividad, las personas tienen la obligación de examinar “una amplia gama de alternativas”, incluyendo la alternativa de no hacer nada.
- 4) Las decisiones que apliquen el principio de precaución deben ser “abiertas, informadas y democráticas” y “deben incluir a las partes afectadas”¹⁷⁶⁷.

El principio de precaución no es nuevo, es más, la esencia del principio deriva del sentido común, que está presente en la sabiduría popular, por ejemplo: “Más vale prevenir que lamentar”, “Una onza de prevención vale más que una libra de cura”, o “Mira antes de saltar”. Estas muestras simples evidencian que la precaución está presente en la cultura cotidiana. Sin embargo, la política ambiental en Estados Unidos y Europa durante los últimos 70 años se ha guiado por principios totalmente diferentes, quizás mejor reflejados en aforismos como: “quien no arriesga, no gana” y “sálvese quien pueda”. Es decir, bajo normas de escasa prudencia¹⁷⁶⁸.

5.3.1.1 Concepto

El principio de precaución encarna la idea: *in dubio pro natura*. Es decir, en caso de duda, se decidirá en favor de la naturaleza. Durante las últimas dos décadas y media, este simple precepto ha encontrado su camino en la ley y en la política ambiental: se menciona ya en diversas leyes nacionales (por ejemplo, en Australia, Francia, Alemania, Suecia y Reino Unido) y en diferentes tratados internacionales (por ejemplo, CPB 2000), así como en numerosas declaraciones y otros instrumentos jurídicos no vinculantes que lo incluyen en sus objetivos o artículos¹⁷⁶⁹.

¹⁷⁶⁷ El ejemplo de la pesca en Canadá, en el que se tiene en cuenta estas partes, indica que el gobierno impuso cuotas, por una posible sobrexplotación y teniendo escasa información científica sobre el estado de los ecosistemas marinos en la zona, pero si reportes globales de la FAO y de Naciones Unidas. Así se tomaron medidas precautorias en lo que se obtenía más información del ecosistema en concreto. Ver: Lauck, T., Clarck, C.; Mangel, M. y Munro, G. (1998) “Implementing the precautionary principle in fisheries management through marine reserves”. *Ecological Applications*.

¹⁷⁶⁸ Ver: Montague, P. (1998) “The precautionary principle”. *Rachel's Environment and Health Weekly*. Pág. 2.

¹⁷⁶⁹ Los ejemplos más comunes provienen de los contextos de protección y eliminación de

El principio de precaución se ha desarrollado más rápidamente por los peligros de la tecnociencia. Maliandi (2006) comenta que se ha agravado por la confianza generalizada en los saberes científicos y técnicos. Sin embargo, se carece en muchos casos de información relevante sobre las consecuencias en la aplicación de muchos “avances” tecnológicos y por ello, de manera prudencial, se utiliza casi de forma generalizada. Así, Maliandi pone el ejemplo de la siembra “experimental” de cultivos transgénicos a cielo abierto, es decir, expuestas a la polinización, sin que existan estudios sobre las consecuencias en las plantas autóctonas, en los cultivos homologables sin modificación genética, etc. En este ejemplo, y en muchos otros, queda evidenciada la utilidad del principio¹⁷⁷⁰.

Según Andorno (2004), entendemos el principio de precaución como una figura jurídica que deriva del Derecho Internacional¹⁷⁷¹. Por su parte, Figueroa (2002), define el principio como la actitud que debe observar cualquier persona que tome decisiones, en cualquier actividad que suponga un peligro grave para la salud o la seguridad de las generaciones actuales o futuras o, en su caso, para el ambiente¹⁷⁷². Es de señalar que el Tribunal Europeo considera al principio de precaución como una regla de derecho de aplicación directa, que a su vez constituye una regla de Derecho Internacional Consuetudinario en la Unión Europea. Por esa razón se ha extendido en diversos países de Europa; sin embargo, se requieren regulaciones que permitan su ejecución en cada país.

Como señala Kriedel (2002), la idea precautoria ya se utilizaba en distintas disciplinas, por ejemplo, en la medicina. Sin embargo, el concepto “principio de precaución” proporciona un marco de referencia que vincula las ciencias ambientales con la salud pública¹⁷⁷³. En esa línea, se encuentra

desechos peligrosos, la protección de la capa de ozono y la regulación de los productos químicos, la conservación del medio natural y la diversidad biológica, el cambio climático y las políticas del calentamiento global.

¹⁷⁷⁰ Ver: Malinaldi, R. (2006) *Ética: dilemas y convergencias: Cuestiones éticas de la identidad, la globalización y la tecnología*. Pág. 114.

¹⁷⁷¹ El autor enfatiza los progresos en el Derecho Ambiental alemán que han migrado al Derecho Internacional en materia ambiental y de salud pública. Ver: Andorno, R. (2004) “Validez del principio de precaución como instrumento jurídico”, en Romeo, C. [Ed.] *Principio de precaución, Biotecnología y Derecho*. Pág. 25.

¹⁷⁷² Al respecto, ver: Figueroa, G. (2002) *El Principio de Precaución Frente a los Viejos Conceptos de la Responsabilidad Civil*.

¹⁷⁷³ Ver: Kriedel, D. (2002) *El principio de precaución en las ciencias ambientales*, en Riechmann, J. y Tickner, J. [Coords.] *El principio de precaución. En medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*. Págs. 99-124.

la resolución 1787 de 2007 del Consejo Europa, en el que se resalta que el principio de precaución tiene diversos aspectos y repercusiones en el ámbito científico, económico, mediático y, por supuesto, legal. Por tanto, su definición cobra importancia por sus efectos¹⁷⁷⁴.

La aceptación e incorporación de este concepto en la comunidad internacional, y específicamente en la Comunidad Europea, ha sido un proceso largo. Siguiendo a Corti Varela (2010), tuvo un eco jurisprudencial paulatino que le permitió convertirse en principio general de derecho, por supuesto después de un proceso de incorporación en diversos documentos de la Comunidad Europea, como el Libro Verde de la Comisión Alimentaria de la Unión Europea¹⁷⁷⁵, y el libro Blanco sobre Seguridad Alimentaria¹⁷⁷⁶. Este proceso tuvo su punto álgido a finales de los años 90, tras la controversia por los medicamentos utilizados para combatir la obesidad que actuaban en el sistema nervioso central: se enfocaban en la sensación de saciedad pero tenían múltiples efectos colaterales. Las diversas objeciones por los efectos que causaban derivaron en su salida del mercado¹⁷⁷⁷.

Hay que resaltar las posturas de otros organismos internacionales, como por ejemplo la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), que en el 2002, aunque utilizando el término principio de cautela¹⁷⁷⁸, formuló la siguiente definición: “*La prevención de desastres requiere, por lo general, que se*

¹⁷⁷⁴ Ver: *The precautionary principle and responsible risk management*. Parliamentary Assembly Recommendation 1787 (2007).

¹⁷⁷⁵ En particular se puede consultar la resolución COM (97) 176. Pág. 31.

¹⁷⁷⁶ Es de señalar el Capítulo 2 del Libro Blanco sobre Seguridad Alimentaria de la Unión Europea. COM (99) 719.

¹⁷⁷⁷ El investigador enfatiza las sentencias: TPI / Pfizer apartado 114; TPI/Alpharma apartado 135 y los asuntos: T74/00, T76/00, T83/00, T84/00, T85/00, T132/00, T137/00, T141/00 en las que se muestra el conflicto con el medicamento mencionado. Ver: Corti Varela, J. (2010) *Organismos genéticamente modificados y riesgos sanitarios y medioambientales*. Derecho de la Unión Europea de la Organización Mundial de Comercio. Pág. 54.

¹⁷⁷⁸ En español, desde la entrada en vigor del Tratado de Maastricht (1992), las palabras más empleadas fueron *principio de cautela*, aunque se considere que el término *principio de precaución* es la expresión más apropiada en términos prácticos, como comenta Gonzales Vaqué (2004). Sin embargo, ambas formas son utilizadas con el mismo sentido en la literatura general. No obstante, en otras lenguas existe la tendencia para la utilización de palabras equivalentes a *principio de precaución* como ocurre con *principe de précaution*, de la lengua francesa, de *princípio de precaução*, del portugués, de *precautionary principle* del inglés, de *vorsorgeprinzip* del alemán y de *principio di precauzione* del italiano. El investigador señala que en la literatura española las primeras traducciones fueron *principio de cautela*, pero que en la literatura actual se utiliza con más frecuencia el término *principio de precaución*. Ver: Gonzales Vaqué, L. (2004) “La aplicación del Principio de Precaución en el Marco de las Políticas Comunitarias: la Actividad Legislativa en Caso de incertidumbre Científica”. En: Berberoff, D. [Ed.] *El Principio de Precaución y su proyección en el Derecho administrativo español*. Pág. 86.

*actúe antes de que existan pruebas fehacientes del daño, especialmente si se trata de daños a largo plazo e irreversibles. Este enfoque respecto a las pruebas científicas y la elaboración de medidas de respuesta forma parte de lo que hoy se denomina principio de cautela*¹⁷⁷⁹. García (2005) subraya que la tendencia actual es el uso del término principio de precaución en distintos campos de la ciencia. Señala que se puede traducir indistintamente de las dos maneras (precaución o cautela), porque son sinónimos¹⁷⁸⁰.

Siguiendo con el eco en los organismos internacionales, en el Informe del Grupo de Expertos sobre el Principio Precautorio de la UNESCO se establece que las actividades humanas pueden acarrear diversos daños moralmente inaceptables, por lo que es necesario adoptar medidas para evitar o disminuir ese daño cuando constituya: *“una amenaza contra la salud o la vida humanas, o grave y efectivamente irreversible, o injusta para las generaciones presentes o futuras, o impuesta sin tener debidamente en cuenta los derechos humanos de los afectados”*¹⁷⁸¹. Como hemos visto, el uso de este principio nace de la incertidumbre que generan los nuevos productos o procesos sobre los que no se ha acumulado suficiente información científica relativa a su inocuidad, ni datos que evidencien sus posibles efectos adversos¹⁷⁸².

Por su parte, la Organización Mundial del Comercio define el principio de precaución como un concepto que otorga un respaldo en la adopción de medidas de protección, antes de contar con una prueba científica que identifique un riesgo. Es decir, este organismo mundial alienta a no posponer una medida por el simple hecho de no contar con información científica que pruebe una situación como constituyente de un riesgo. Así, se

¹⁷⁷⁹ En el glosario de términos de la Unión Europea, el término *principio de cautela* fue utilizado desde 2000 en el Libro Blanco sobre la Seguridad Alimentaria, así como en el Protocolo sobre Bioseguridad, y aunque es un sinónimo, actualmente es más usado, el término *precaución*.

¹⁷⁸⁰ Utilizaremos el término “Principio de Precaución” –como traducción más acertada– al ser la más frecuente en el Derecho, la Política, la Economía, la Ética, y la Sociología. Ver: García, A. (2005) *Negociar el Riesgo*. Pág. 286.

¹⁷⁸¹ A la *definición de daño* dada por el Grupo de Expertos de la UNESCO sobre el Principio Precautorio, se añade el calificativo “moralmente inaceptable”. Así se establece en el documento que esta situación se caracteriza cuando existe una amenaza contra la salud humana que sea considerada grave, irreversible e injusta para la generación actual y las futura. Ver: *Informe del Grupo de Expertos de la UNESCO* (2005) Págs. 22-23.

¹⁷⁸² Siguiendo a Palou, las administraciones públicas, apelando al principio de precaución, tienen una tendencia a ser cada vez más prudentes y conservadoras. Ver: Palou, A. (2004) “Evaluación científica de riesgos y seguridad alimentaria en la Unión Europea”, en: Luján, L. y Echeverría, J. [Eds.] *Gobernar los Riesgos: Ciencia y Valores en la Sociedad de Riesgos*. Pág. 151.

subraya que el “principio de precaución” o “enfoque precautorio” ha sido incorporado en distintos acuerdos internacionales sobre el ambiente, y por tanto está reconocido como un principio general del derecho internacional en materia ambiental¹⁷⁸³.

El principio de precaución introduce una nueva forma de actuación en la toma de decisiones¹⁷⁸⁴. Se trata de un mecanismo que contribuye a la seguridad de la actual generación y a la de las futuras. Introduce una innovación cultural porque reconoce la incapacidad científica en la demostración de las consecuencias, por lo que asume que existen situaciones de riesgo que no pueden ser controladas o previstas; es decir, reconoce límites científicos y propone actuar metódicamente con criterios cuya base es la prudencia¹⁷⁸⁵.

Los efectos invisibles u opacos que llevan consigo riesgos, que son susceptibles de análisis y de acción anticipatoria, como señala Bellver (2001), se producen principalmente en aquellas tecnologías cuyos efectos son imposibles o muy difíciles de evaluar en el largo plazo. Por ello es común ver la aplicación de este principio en nuevos productos o procesos de la revolución biotecnológica¹⁷⁸⁶. Sabemos que el desarrollo de la ciencia, que va en aumento, genera la posibilidad de nuevos riesgos. Con ello se produce un avance simultáneo del principio de precaución como una herramienta para evitar el daño, pero debe ir acompañado de la cultura de precaución.

El principio de precaución constituye un importante mecanismo jurídico cuya utilidad radica, siguiendo a Doménech (2006), en “*permitir a la*

¹⁷⁸³ Ver: *World Trade Organization* (WTO) Capítulo 8 de las Medidas Sanitarias y Fitosanitarias.

¹⁷⁸⁴ Sandin (1999) no sólo cree que el principio mejora la toma de decisiones, sino que su ensayo entrega un aparato analítico para utilizar de la mejor forma el principio de precaución. Así pone énfasis en examinar las formulaciones que darán sentido al principio de precaución. Identifica cuatro dimensiones del principio, que son la amenaza, la incertidumbre, la acción, y los comandos de decisión. Se argumenta que el principio de precaución se puede formular con estas cuatro dimensiones: “*Si no es una amenaza, que es incierto, entonces algún tipo de acción es obligatorio.*” Las frases que expresan estas dimensiones pueden variar en la precisión y la fuerza. Se muestra que es la dimensión que contiene la frase más débil que determina la fuerza de todo el principio. Ver: Sandin, P. (1999) “Dimensions of the Precautionary Principle”. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. Vol. 5. Págs. 889-907.

¹⁷⁸⁵ Ver: Carr, S. e Ibarra, A. (2004) “Las construcciones del Riesgo”, en: Luján, L. y Echeverría, J. [Eds.] *Gobernar los Riesgos: Ciencia y Valores en la Sociedad de Riesgos*. Pág. 68.

¹⁷⁸⁶ El autor enfatiza la utilización de este principio ante la duda razonable de unos riesgos desmesurados para la vida humana. Ver: Bellver, V. (2001) *Bioética y Ecología*, en Tomás, G. [Coord.] *Manual de Bioética*. Pág. 294.

autoridad pública competente adoptar con carácter provisional medidas de protección preventiva sobre una base científica aun incompleta y a la espera de datos científicos complementarios”¹⁷⁸⁷. Estas ventajas han producido que el principio de precaución haya experimentado un fuerte desarrollo en el Derecho Internacional, especialmente de la Unión Europea, porque permite salvaguardar el ambiente, la salud y la seguridad de los ciudadanos. Ha sido adoptado por distintos gobiernos porque permite una protección más eficiente¹⁷⁸⁸. Sin embargo, en el ámbito moral, el principio de precaución se ha convertido en una herramienta fundamental que utiliza la virtud prudencial para dar respuesta a los retos actuales. Cafferatta (2003) comenta que el principio de precaución en el plano de la ética ambiental parece el corolario obvio por la incertidumbre y el desconocimiento que existe acerca de cualquier cambio en la biodiversidad. Subraya el antiguo proverbio “*Más vale prevenir que curar*” como un ejemplo que permite ilustrar el fundamento de este principio¹⁷⁸⁹.

Los conceptos que hemos mencionado, y algunos otros, se distancian de la definición inicial que estaba diseñada para el ambiente. Sin embargo, hoy en día el principio de precaución ha sido utilizado en diversas áreas del saber. Es común en la actualidad evaluar el riesgo potencial, por lo que los conceptos precaución y prevención están muy presentes. Sin embargo, no podemos dejar de mencionar que el principio de precaución ha sido criticado por diversos estudiosos en distintas áreas del saber, por ejemplo: Douglas y Wildavsky (1983)¹⁷⁹⁰, Morris (2000)¹⁷⁹¹, Starr (2003)¹⁷⁹², o Sunstein

¹⁷⁸⁷ Ver: Doménech Pascual, G. (2006) *Derechos Fundamentales y Riesgos Tecnológicos*. Pág. 253.

¹⁷⁸⁸ El propio sistema jurídico y político presenta resistencias naturales a la hora de aceptar un concepto que, como comenta Barahona (2004), funciona de una forma diferente a las respuestas institucionales establecidas o tradicionales. Ver: Barahona, E. (2004) “El principio de precaución, principio orientativo de las decisiones de las administraciones públicas”, en: Romeo, C. [Ed.] *Principio de precaución, Biotecnología y Derecho*. Pág. 251.

¹⁷⁸⁹ Bajo este principio las entidades públicas y privadas unen esfuerzos para anticipar los posibles daños a la salud o al ambiente. Ya que existe incertidumbre en los saberes científicos y este principio permite contrarrestar esa incertidumbre. Ver: Cafferatta, N. (2003) *Introducción al derecho ambiental*. Pág. 167.

¹⁷⁹⁰ En su libro *Risk and Culture*, expresan que la precaución y prevención están condicionadas por el nivel de riesgo que se está dispuesto a asumir. Subrayan la distinción entre percepción del riesgo y riesgo real y critican las políticas restrictivas. Ver: Douglas, M. y Wildavsky, A. (1983) *Risk and Culture. An essay on the selection of the technological and environmental dangers*. Pág. 185.

¹⁷⁹¹ El investigador, en el capítulo *Defining the precautionary principle*, comenta que el principio niega la posibilidad de negociación con la industria al introducir un producto nuevo y a los grupos ecologistas les da un arma porque no requiere probarse el riesgo; sólo

(2003¹⁷⁹³, 2005¹⁷⁹⁴). Todos esos autores afirman que la definición teórica del principio de precaución es vaga e incoherente, no científica. El principio de precaución es predominantemente un principio jurídico, sin embargo algunos autores lo contemplan desde otro ángulo. Entre ellos destacan: Hansson (1997)¹⁷⁹⁵, que considera el principio de precaución como una regla de decisión; Gollier y Treich (2003)¹⁷⁹⁶; Carr (2002)¹⁷⁹⁷, que lo considera un

la posibilidad de que ocurra puede dar entrada al principio. También comenta que sin el principio la industria ya estaba motivada a que su producto o tecnología no causara daños por las posibles demandas. Para el autor, esto no justifica el principio; comenta que la sospecha de un daño no puede justificar que se detenga a una tecnología o un producto. Ver: Morris, J. (2000) *Defining the precautionary principle*, en Morris, J. [Ed.] *Rethinking Risk and the Precautionary Principle*. Págs. 1-21.

¹⁷⁹² En el artículo *The Precautionary Principle Versus Risk Analysis*, el ingeniero eléctrico Chauncey Starr establece una crítica al comentar que el principio no proporciona información útil para la toma de decisiones. El investigador comenta que el principio de precaución es simplemente una declaración retórica. Subraya que se deben buscar las opiniones de expertos, sin caer en sesgos conservadores. La búsqueda de una orientación basada en la ciencia es encomiable, pero rara vez es alcanzable. En materia de salud pública y la seguridad, el análisis de costo / beneficio / riesgo debe proporcionar una base que permita establecer un juicio para la toma de decisiones. Ver: Starr, C. (2003). “The precautionary principle versus risk analysis”. *Risk Analysis*. Vol. 23. Págs. 1-3.

¹⁷⁹³ El principio de precaución, según Sunstein, requiere una regulación porque diversas actividades no pueden demostrar que son susceptibles de producir daños significativos. Por lo que el principio de precaución lleva a direcciones erróneas, simplemente porque no se puede comprobar esos posibles daños en absoluto. El autor argumenta que el principio de precaución es literalmente paralizante: promueve la inacción, prohibiendo productos. La aversión al riesgo ha generado que se utilice indiscriminadamente este principio. El autor entiende que no hay un instrumento que pueda sustituir a este principio, pero sugiere sustituirlo por la resiliencia; así comenta la apuesta por la capacidad de hacer frente a las consecuencias, si las hay y no la apuesta al miedo que genera una posible situación riesgosa. Ver: Sunstein, C. (2003) “Beyond the precautionary principle”. *University of Pennsylvania Law Review*. Págs. 1003-1058.

¹⁷⁹⁴ En la publicación *The Precautionary Principle as a Basis for Decision Making*, que escribe en conjunto con Robert Hahn, comenta por qué no siempre es mejor estar seguros que el error o desastre. Así establecen que la seguridad tiene muchos matices y proveer seguridad es algo imposible porque siempre se requiere asumir algún riesgo. Utilizan, entre otros, el ejemplo que los alimentos genéticamente modificados pueden proveer más energía, son más saludables, y sin embargo por el miedo a las consecuencias de las modificaciones genéticas se han dejado de investigar estos beneficios por falta de presupuesto. Instan a poner en la balanza los beneficios y los costos, así como la falacia de poder vivir sin riesgos. Ver: Hahn, R. y Sunstein, C. (2003) “The Precautionary Principle as a Basis for Decision Making”. *The Economists' Voice*. Vol. 2. Núm. 2. Págs. 2 y 5.

¹⁷⁹⁵ En el artículo *The Limits of precaution*, el filósofo Sven Hansson analiza el principio de precaución desde la óptica de la teoría de decisiones. Utilizando matrices de decisión, evalúa las posibilidades que un estado realiza al tomar una decisión ambiental. Ver: Hansson, S. (1997) “The Limits of precaution”. *Foundations of Science*. Vol. 2 Págs. 293-306.

¹⁷⁹⁶ Para los investigadores, el principio de precaución ha proporcionado las bases para la construcción de un nuevo modelo de regulación de riesgos en situaciones de incertidumbre científica. El uso de un marco general de modelización, en el que se identifican las

principio ético y Tickner (2003a¹⁷⁹⁸ y b¹⁷⁹⁹), que lo entiende como una regla

condiciones para que el principio de precaución sea una pauta económica eficiente. Sin embargo, la formulación común del principio de precaución (PP) no tiene contenido práctico y ofrece poca orientación para concebir políticas regulatorias. Se dijo recientemente que “no existe un acuerdo general sobre lo que significa el PP en diferentes sistemas socioeconómicos y culturales” (Informe de la Conferencia de Ciencia y El Principio de Precaución, 2000). Por ello, los autores presentan una interpretación económica del principio y concluyen que para que el principio funcione eficazmente se requiere un aumento de la responsabilidad de todos los actores, ya que en general se presentan situaciones de información asimétrica o un control imperfecto. Por ello aluden que se requiere una reflexión más amplia sobre los canales y las instituciones de gestión del riesgo. Ver: Gollier, C. y Treich, N. (2003) “Decision-making under scientific uncertainty: the economics of the precautionary principle”. *Journal of Risk and Uncertainty*, Vol. 27. Págs. 77-103.

¹⁷⁹⁷ La investigadora analiza la adopción del principio de precaución en la Unión Europea; utiliza el ejemplo de las barreras comerciales a productos genéticamente modificados que provienen de Estados Unidos. Entiende el principio como que se invoca cuando la falta de evidencia científica significa que los resultados son inciertos. En su análisis aborda aspectos éticos, ponderando las libertades y los derechos de las personas con la necesidad de proteger el ambiente y la salud, así como el derecho de la sociedad para determinar el nivel de protección que considere apropiado, la distribución de costos y beneficios, el bienestar de las generaciones futuras. Simpatiza con las resoluciones proteccionistas de la Comisión e invita a la objetividad en decisiones futuras. Ver: Carr, S. (2002). “Ethical and value-based aspects of the European Commission's precautionary principle”. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. Págs. 31-38.

¹⁷⁹⁸ El autor resume algunas recomendaciones de la Cumbre Internacional Sobre Ciencia, que busca superar las barreras y crear un impulso que permita tener una visión de la ciencia y la política que refleje de mejor manera la incertidumbre y la complejidad de los sistemas naturales. Incorpora la Declaración de la cumbre sobre el tema. En la declaración se pone de manifiesto la necesidad de separar la ciencia y la precaución, y bajo un esquema de corto y largo plazo; así se enfatiza en los efectos aparentes o detectables y la incertidumbre. Ver: Tickner, J. (2003) “Precaution, environmental science, and preventive public policy”. *New Solutions: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy*. Vol. 13. Págs. 275-282.

¹⁷⁹⁹ Este artículo, además, está escrito por Kriebel y Wright. Los autores comentan que el principio de precaución genera controversia por su influencia en la política de salud y ambiental; a pesar de su papel prominente en los tratados ambientales, el consenso sobre sus fundamentos científicos y las implicaciones prácticas sigue siendo difícil de alcanzar. Analizan tres críticas comunes del principio de precaución. La primera sería su innovación sofocante, la segunda sería causar consecuencias no deseadas potencialmente más graves que el problema que desencadenó la acción preventiva, y la tercera sería la creación de riesgos falsos evidente, con lo cual se distraen la atención de los problemas reales. Los investigadores concluyen que el principio de precaución no puede caer fácilmente en un proteccionismo ambiental; existen diversos grupos de interés involucrados, y por ello se insta a las comunidades científicas en el ámbito de la salud pública y ambiental, a definir lo que significa precaución en la práctica, incluyendo herramientas para su implementación. Esto proporcionará una oportunidad para avanzar hacia una visión más constructiva generando un nuevo impulso en los valores y tradiciones de prevención de la salud pública y del ambiente. Ver: Tickner, J. Kriebel, D. y Wright, S. (2003) “A compass for health:

metodológica para la gestión de riesgos.

5.3.2 Distinción entre precaución y prevención

Según el Diccionario de la Real Academia Española precaución es: “*Reserva, cautela para evitar o prevenir los inconvenientes, dificultades o daños que pueden temerse*”. Por su parte, prevención es “*Preparación y disposición que se hace anticipadamente para evitar un riesgo o ejecutar algo*”. En ambos casos se busca evitar un daño, riesgo o dificultad y, por tanto, su diferencia es sutil. Sin embargo, aquí estamos comparando un concepto jurídico-filosófico, que es el principio de precaución, y una acción, que sería la acción preventiva. Al respecto, Sadin (2004) distingue entre prevención, como la medida para anticiparse a los hechos, es decir, para que el evento no ocurra; y principio precautorio, que tendría como objeto impedir sus efectos. Sadin establece tres criterios de la prevención: a) intencionalidad. b) incertidumbre. c) razonabilidad. El autor apunta que estos criterios de prevención son una condición necesaria pero no suficiente para aplicar el principio de precaución, que es un concepto más amplio¹⁸⁰⁰.

Cabe señalar, siguiendo a Marcos (2007), que la precaución forma parte de una gama de principios prudenciales que se ejecutan ante la incertidumbre. Pero pensar que la ciencia arroja certeza o infalibilidad es un planteamiento obsoleto. Los niveles de seguridad implican un cierto coste, no sólo en la ejecución de las medidas sino también en su gestión. Es imposible erradicar la incertidumbre: podemos minimizar y gestionar el riesgo; por tanto la conexión entre conocimiento y acción resulta ser prudencial. Sin embargo, la perspectiva prudencial no anula la perspectiva técnica, sino que más bien la integra: la previsión y gestión de los riesgos son guías de acción que también se alinean con la prudencia¹⁸⁰¹.

Para Luhmann (2006), la prevención está constituida por todas las acciones que permiten afrontar daños futuros, por lo que se puede aplicar, por una parte a situaciones de riesgo, que serían efectos de las conductas humanas, y por otra parte a los peligros, que pueden tener menor impacto. Como ejemplos tendríamos la contratación de un seguro (en el caso de los riesgos)

rethinking precaution and its role in science and public health”. *International Journal of Epidemiology*, Vol. 32. Págs. 489-492.

¹⁸⁰⁰ Para Sadin el principio de precaución es como una herramienta importante para la toma de decisiones, y para incrementar las posibilidades de evaluación de situaciones de riesgo. Ver: Sadin, P. (2004) “The precautionary principle and the concept of precaution”. *Environmental Values*. Vol. 13. Págs. 461-475.

¹⁸⁰¹ Ver: Marcos, A. (2007) *Principio de precaución: un enfoque (neo) aristotélico*. Pág. 16.

y la ruta de evacuación ante el fuego (en el caso de un peligro)¹⁸⁰².

Según Eizagirre (2011), la postura según la cual los avances tecnológicos mejoran notablemente una situación, un proceso, etc. y por ello hay que comercializarlo, de manera que las evaluaciones ante esta nueva realidad deben estar basadas en la ciencia, presupone cuatro supuestos: 1) un consenso metodológico; 2) una ciencia objetiva e imparcial; 3) un conocimiento disponible como garantía para formular una hipótesis científica y evaluar el riesgo; 4) el apoyo de las decisiones. Eizagirre comenta que, en el caso de la Unión Europea, se admiten normas y regulaciones de base científica, pero la última decisión ha de ser política. Cuando haya gran incertidumbre científica, la decisión ha de incorporar factores sociales y económicos más amplios que permitan dar objetividad a la decisión política. Ante esa situación hay dos clases de posturas, una fuerte y otra débil. La posición fuerte no rechaza la ciencia fundamentada, pero cuestiona su entendimiento¹⁸⁰³.

A raíz del protocolo de Kioto, se ha experimentado un aumento en la preocupación ambiental por parte de la industria en temas como la contaminación y sus consecuencias en el clima. Rosner y Markowitz (2002) comentan que en la industria automotriz, específicamente con respecto al problema del plomo, el gobierno seguía dependiendo de la industria y sus científicos para obtener información y establecer normas y decisiones que permitieran minimizar el riesgo. Es decir, que era la propia industria la que aportaba “conocimiento”, pruebas, que servían en la toma de decisiones. Hasta el último tercio del siglo XX los organismos gubernamentales independientes, a menudo apoyados por activistas ambientales y trabajadores organizados, no fueron capaces de aportar información científica con la cual se tomaran medidas. Entonces incluso se avanzó en la facultad legal que permitió hacer cumplir las normas ambientales y de salud. Por ello Rosner y Markowitz resaltan que los científicos sociales jugaron un papel decisivo en los intentos de evitar las presiones en la toma de decisiones. Así, los reportes e informes científicos, en los que se presupone objetividad, son una muestra de los criterios que se han utilizado al imponer sanciones, limitar o retirar productos que pueden generar riesgos. Los citados autores acentúan la dinámica en la ejecución pública (gubernamental) antes y después del uso del principio de precaución, y comentan que la prevención siempre ha existido y debe continuar sobre todo

¹⁸⁰² Ver: Luhmann, N. (2006) *Sociología del Riesgo*. Pág. 75.

¹⁸⁰³ Ver: Eizagirre, A. (2011) “La precaución como principio de acción sostenible”. *ISEGORÍA. Revista de Filosofía Moral y Política*. Núm. 34. Págs. 308-309.

en temas de salud. Sin embargo, el principio de precaución entrega un poder al gobierno que antes no tenía¹⁸⁰⁴.

Por su parte, De Clément (2009), subraya la diferencia entre las medidas de prevención y el principio de precaución. La prevención se refiere a riesgos científicamente comprobados. La precaución se refiere a riesgos evidentes, pero no probados científicamente. Dicho de otro modo: la prevención actúa sobre el riesgo cierto y la precaución actúa sobre el riesgo dudoso¹⁸⁰⁵. Sin embargo, siguiendo a Luhmann (2006), está claro que el peligro también puede ser una consecuencia que deriva de no tomar medidas preventivas. Un ejemplo sería cómo en diversas catástrofes naturales el daño puede ser mínimo si existe un plan para reducir el peligro, evacuar a la población, tomar medidas sanitarias o contar con albergues, medidas preventivas que reducen las consecuencias de la catástrofe¹⁸⁰⁶.

Para Barahona (2004), la prevención se entiende como el conjunto de todas las acciones que permiten anticipar el daño o peligro, mientras que la precaución “*supone un desconocimiento a priori del daño, ya que es imposible identificar los efectos a medio y largo plazo con antelación, y por tanto no está claras las medidas a adoptar para evitarlo*”¹⁸⁰⁷.

Por su parte, Basili y Franzini (2006) analizan tanto el principio de precaución como la prevención ante un estudio de un caso real: la epidemia que podría causar la gripe aviar. Primero resaltan las evidencias de que una epidemia puede ocurrir, es decir, una posibilidad en un contexto global que no cuenta con pruebas científicas para demostrarlo¹⁸⁰⁸. Durante su análisis

¹⁸⁰⁴ Ver: Rosner, D. y Markowitz, G. (2002) “Industry challenges to the principle of prevention in public health: the precautionary principle in historical perspective”. *Public Health Reports*. Vol. 117. Págs. 501-512.

¹⁸⁰⁵ Ver: De Clément, Z. (2009) *El principio de precaución ambiental. La práctica argentina*. Pág. 10.

¹⁸⁰⁶ Como señala Luhmann (2006), en ocasiones una medida de prevención encierra más riesgos que el propio riesgo. Utiliza el ejemplo de la evacuación preventiva de una población dispersa de una región a través de helicópteros, que se podría justificar por los posibles daños provenientes de experimentos con misiles que se lleva a cabo en las inmediaciones de la población. Al considerarse los riesgos inherentes a este tipo de tráfico, esta población puede estar sometida a una mayor posibilidad de daños resultantes de las medidas de prevención, que del propio riesgo que se intenta prevenir. Ver: Luhmann, N. (2006) *Sociología del Riesgo*. Pág. 77.

¹⁸⁰⁷ Ver: Barahona, E. (2004) “El principio de precaución, principio orientativo de las decisiones de las administraciones públicas”, en Romeo, C. [Ed.] *Principio de precaución, Biotecnología y Derecho*. Pág. 251.

¹⁸⁰⁸ Los autores proponen el principio de precaución para analizar y gestionar la situación de incertidumbre que genera una epidemia; así sus criterios de decisión están basados en un análisis de costes y beneficios. Se analizan las medidas precautorias para proteger la población. Establecen que: 1) la protección de la población mediante antivirales exigiría una

observan la inexistencia de medidas precautorias y argumentan que esto se produce ante la rareza de las epidemias. Es decir, que no se conocen casos y consecuencias similares. Asimismo, entienden que existen diferentes posturas ante la adopción de medidas y muestran que tanto la versión fuerte como la blanda sobre la aplicación del principio de precaución tienen dificultades de inversión, en las pruebas, etc. Además, las medidas no producen certidumbre en cuanto a sus efectos¹⁸⁰⁹.

La prevención se basa en evitar un daño futuro conocido, sin embargo, el principio de precaución se basa en impedir la creación de un riesgo con efectos desconocidos y por lo tanto imprevisibles, por lo que opera bajo la incertidumbre. Como comenta Cafferatta (2004), no debe confundirse el principio de precaución con el de prevención¹⁸¹⁰ porque cada uno de ellos tiene sus cimientos en supuestos distintos: la prevención utiliza la conducta racional frente a un mal que la ciencia puede objetivar y mensurar, es decir, hechos o situaciones conocidas. La precaución, en cambio, se enfrenta a los límites del saber científico, es decir, a un daño desconocido, y por tanto a una incertidumbre de otro calibre.

La prevención se refiere tanto a tecnologías como a productos (hemos mencionado a los medicamentos como el más recurrente, pero no es el único), a bienes que ejercen un poder nocivo para la salud o el ambiente. Es decir, que se puede objetivar porque existe un peligro concreto. Sin embargo, en el caso del principio de precaución, su aplicación está dirigida a cualquier tecnología o producto que pueda generar efectos indeseados, es decir, difíciles de evaluar en el largo plazo, puesto que se enfrenta a una situación sin precedentes. Por ello, como comenta Bellver (2001), se puede ver una tendencia, un crecimiento del número de casos y situaciones que se

provisión de medicamentos muy grande siguiendo la recomendación de la Organización Mundial de la Salud. Además, sólo se conocen dos antivirales efectivos: el *Tamiflu* y el *Relenza*; b) la utilización de vacunas exige, por un lado su efectividad, y por otro, que se disponga de recursos para su producción. Los investigadores comentan que hay pocos laboratorios en el mundo que podrían producir estas vacunas masivamente. Ver: Basili, M. y Franzini, M. (2006) "Understanding the Risk of an Avian Flu Pandemic: Rational Waiting or Precautionary Failure". *Revista Risk Analysis*. Vol. 26. Núm. 3. Pág. 620.

¹⁸⁰⁹ Los problemas de prevención generan cuestionamientos en los investigadores, pues la espera es racional. Sin embargo, existe una falla precautoria en la prevención por escasez de vacuna y medicamentos que podrían producir una epidemia de enormes tamaños. Ver: Basili, M. y Franzini, M. (2006) "Understanding the Risk of an Avian Flu Pandemic: Rational Waiting or Precautionary Failure". *Revista Risk Analysis*. Vol. 26. Núm. 3. Págs. 617-630

¹⁸¹⁰ Ver: Cafferatta, N. (2004) "El principio precautorio". *Gaceta Ecológica*. Núm. 73. Pág. 9.

enfrentan a daños no previsibles en una sociedad de riesgos. La aplicación del principio de precaución se amplía y aumenta su importancia¹⁸¹¹.

5.4 El principio de responsabilidad de Hans Jonas

Antes de entrar de lleno en el tema, hay que apuntar qué se entiende por responsabilidad. Así en el Diccionario de la Real Academia Española se establecen cuatro definiciones¹⁸¹² que tienen que ver con la respuesta sobre determinados actos, la obligación moral o las consecuencias ante un hecho. Sin embargo, el Diccionario de Filosofía define: “*El problema filosófico de la responsabilidad tiene como objeto las condiciones de imputabilidad de nuestros actos y nuestras omisiones*”, “*Tiene que ver con nuestras obligaciones y deberes*”, “*es una manera de conducirnos de forma prudente y razonable*”¹⁸¹³.

El Principio de la Responsabilidad (1979) es una obra del filósofo alemán Hans Jonas (1903-1993) en la que se intenta dar respuesta al riesgo que deriva de diversos usos tecno-científicos por el *infatigable impulso* que la economía le otorga a la ciencia. Jonas entiende que la relación con la naturaleza ha cambiado, comenta que la naturaleza es algo duradero y permanente, sometido a ciertos ciclos y cambios, pero capaz de curar las heridas que el hombre le causaba con sus minúsculas intervenciones. Sin embargo, señala que la ciencia moderna y la técnica han modificado esta relación, pues ahora: “*construye una amenaza para la continuación de la vida en la Tierra*”¹⁸¹⁴. El libro de Jonas es una respuesta explícita a la obra *El Principio de Esperanza*¹⁸¹⁵ de Bloch, de manera que en su texto se enfrenta a la utopía marxista –por la vía ecológica.

¹⁸¹¹ Ver: Bellver, V. (2001) *Bioética y Ecología*. Pág. 294.

¹⁸¹² 1. f. Cualidad de responsable. 2. f. Deuda, obligación de reparar y satisfacer, por sí o por otra persona, a consecuencia de un delito, de una culpa o de otra causa legal. 3. f. Cargo u obligación moral que resulta para alguien del posible yerro en cosa o asunto determinado. 4. f. Der. Capacidad existente en todo sujeto activo de derecho para reconocer y aceptar las consecuencias de un hecho realizado libremente.

¹⁸¹³ Diccionario de Ética y de Filosofía Moral (2001) Tomo II. Pág. 1396.

¹⁸¹⁴ *El principio de la responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Pág. 8.

¹⁸¹⁵ En esta obra, Ernest Bloch parte de la consideración de la utopía como una función esencial del ser humano. Lleva a cabo un recorrido por sus diferentes manifestaciones históricas, hasta tal punto que la obra ha podido ser calificada de auténtica “enciclopedia de las utopías”. Ver: Bloch, E. (2004) *El principio de esperanza*. El análisis que Aguirre (2007) hace a la obra es digno de mención. Ver: Aguirre, J. (2007) “Razón y esperanza. Pensar con Ernst Bloch”. *Hermenéutica Intercultural: Revista de Filosofía*. Núm. 16. Págs. 19-39

Parece que hoy nadie cuestiona el avance de la ciencia, quizá porque ha generado un mayor bienestar en diferentes áreas, sobre todo en la salud, con lo cual la humanidad actual ha incrementado su esperanza de vida y ha logrado hacer desaparecer enfermedades. Sin embargo, no pueden dejarse de lado las implicaciones de algunas de las acciones científicas. Jonas plantea la necesidad de limitar el poder de la ciencia a través del *principio de responsabilidad*. Lo que Jonas está exponiendo es una ética orientada al futuro, en la que no sólo se valora la moralidad de los actos sino también sus alcances.

Jonas apunta que los diversos beneficios resultantes de la inversión tecnocientífica creciente han justificado que se le otorgue un poder desproporcionado, sin límites, en pro de un progreso cada vez más rápido. A través de la ciencia el hombre ha conquistado diversos éxitos que le han llevado a generar una sacralización científica: la ciencia es la única que aporta respuestas.

Siguiendo a Siqueira (2009), Jonas establece como marco inicial el poder de la ciencia, materializado en el abuso del dominio del hombre sobre la naturaleza. Utiliza, a manera de ejemplo, las bombas atómicas que fueron lanzadas contra las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki. Estos hechos, comenta, pusieron de manifiesto los riesgos que se pueden producir por una inadecuada utilización tecnocientífica del progreso¹⁸¹⁶.

La ética de Jonas tiene un elemento deontológico (*deon*: deber, *logos*: ciencia): plantea un imperativo que surge de las nuevas condiciones de vida resultantes de la amenaza tecnológica. Para Jonas, la responsabilidad moral parte de la vulnerabilidad de la naturaleza ante la intervención de la técnica y enfatiza el respeto a la vida en todas sus formas. Su argumento prudencial es aristotélico.

Jonas señala que la naturaleza y la propia humanidad están en peligro a causa de las diversas transformaciones que se derivan de los desarrollos tecnocientíficos, por lo que reclama la vigilancia, la responsabilidad y la moderación de los seres humanos. La amenaza que a Jonas le preocupa tiene dos vías: 1) la directa de las acciones, por ejemplo con armas tecnológicas

¹⁸¹⁶ Así en una entrevista publicada en el número 171 de la revista *Esprit* en el año 1991, comenta textualmente: “*Ello puso en marcha el pensamiento hacia un nuevo tipo de cuestionamiento, que maduro debido al peligro que representa para nosotros mismos nuestro poder, el poder del hombre sobre la naturaleza*” Citado en Siqueira, J. (2009) “El principio de responsabilidad de Hans Jonas”. *Revista Bioethikos*. Vol. 3. Pág. 172.

de destrucción masiva; 2) la esencia de la humanidad, ya que las tecno-ciencias incluyen al ser humano en su realidad biofísica, es decir manipulable o modificable. La tecno-ciencia ha “instrumentalizado” al hombre, lo asemeja a cualquier otro ser vivo, con el que ya ha evaluado, testado y cambiado su evolución natural.

Los riesgos derivados de la tecno-ciencia habrían sido limitados de no haberse impuesto un espíritu nihilista¹⁸¹⁷. Es decir, se trata de una destrucción paulatina del orden natural y moral, de la religión, de los valores y los significados que la tradición imprimía a la humanidad. Con la modernidad, la sacralización de la ciencia produjo un nuevo entendimiento de las relaciones hombre-naturaleza; en ausencia de Dios y de todo sentido, las barreras simbólicas religiosas y morales han sido impugnadas o destruidas gradualmente. Al mismo tiempo, los saberes tecno-científicos entregan una realidad cada vez más manipulable.

Los valores tradicionales otorgan un sentido a la humanidad que permite una concepción de la naturaleza en la que su finalidad se manifiesta en las relaciones de los organismos. El ser humano forma parte de su conjunto. El hombre, fin supremo de la naturaleza, es también el valor supremo. Por lo que el valor de la humanidad no depende de sí misma, sino de la propia naturaleza. Bajo este entendimiento, el hombre no puede intervenir en el orden natural puesto que es sagrado, es decir, que puede ejercer en libertad su creatividad construyendo, modificando pero no creando; el hombre, antes de ser creador, es criatura¹⁸¹⁸.

Jonas comenta que los avances tecno-científicos, así como el nihilismo, le dan a la libertad humana la fuerza necesaria para no cuestionarse si hay límites. Por ello formula un imperativo que dice: “*Actúa de tal manera que las consecuencias de tu acción sean compatibles con la permanencia de una vida auténticamente humana en la Tierra*”.

Después de subrayar, en el primer capítulo de su obra, los cambios que se han realizado en la historia de la humanidad, en especial los tecnológicos, y

¹⁸¹⁷ El nihilismo es la corriente filosófica que toma como base la negación. Por lo que puede ser considerada una crítica social-cultural, así como de los valores. Proviene del término latino *nihil* que significa “nada”. El término *Nihilista* fue utilizado por primera vez por Iván Turguénev. Sin embargo, es Nietzsche el que estructura el concepto. Para mayor detalle se puede consultar, entre otros: Laiseca, L. (2001) *El nihilismo europeo: el nihilismo de la moral y la tragedia anticristiana en Nietzsche*; Hopenhayn, M. (1997) *Después del Nihilismo: De Nietzsche a Foucault*, así como: Volpi, F. (2007) *El Nihilismo*.

¹⁸¹⁸ Jonas pone énfasis en las consecuencias de la modificación genética. Su argumentación por un lado destaca sus consecuencias, y por otro, subraya la naturaleza como valor, como posibilitadora de la existencia humana.

lo que representan en la relación hombre-naturaleza, Jonas lleva a cabo un análisis de las características éticas propuestas hasta la fecha. Señala que la ética kantiana pone de manifiesto la coherencia lógica del individuo en sus acciones; sin embargo no es suficiente, ya que hace falta pensar en los hombres del futuro. Se requiere una ética orientada al futuro.

Jonas señala que los saberes tecno-científicos han modificado profundamente las relaciones entre hombre y mundo¹⁸¹⁹. Utiliza el ejemplo de la ciudad griega, que era un lugar civilizado expuesto a diferentes amenazas. Ahora la situación se ha invertido y la naturaleza se conserva en parques naturales. El equilibrio natural es débil y está amenazado, por lo que la humanidad tiene el deber moral de proteger la naturaleza. La ética tiene que tomar en consideración las relaciones globales.

Jonas expone que las acciones humanas exigen un cambio en la ética porque la naturaleza, cualitativamente novedosa, de varias de nuestras acciones ha abierto una dimensión totalmente nueva, no prevista en las perspectivas y cánones de la ética tradicional¹⁸²⁰. Desagrega cuatro características de la ética hasta entonces: 1) Todo trato con el mundo extrahumano es de entero dominio de la *techne*. La actuación sobre los objetos no humanos, no constituye un ámbito de relevancia ética. 2) La relevancia ética se realiza del trato del hombre con el hombre. 3) El hombre y su condición son vistos como constantes en su esencia y no como objeto de la *techne* transformadora. 4) El bien y el mal radican en el acto¹⁸²¹.

La técnica ha influido en la relación hombre-naturaleza, como se puede constatar en las acciones. Un ejemplo ha sido darnos cuenta de la vulnerabilidad de la naturaleza, que dio lugar a la investigación ecológica. Jonas se pregunta: “¿Qué clase de obligación actúa en ella? ¿Se trata de

¹⁸¹⁹ La tesis de partida del libro es que la promesa de la técnica moderna “*se ha convertido en una amenaza, o que la amenaza ha quedado indisolublemente asociada a la promesa.*” El autor señala que la tesis trasciende a la mera constatación de la amenaza física. Ver: Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 15.

¹⁸²⁰ Señala que todas las éticas habidas hasta ahora se rigen bajo las siguientes premisas: 1) la condición humana, resultante de la naturaleza del hombre y de las cosas, permanecía fundamentalmente inmutable; 2) con base en ese presupuesto, se podía determinar con claridad y sin dificultad el bien humano; 3) el alcance de la acción humana y de su consecuente responsabilidad estaba perfectamente delimitado. Ver: Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 23.

¹⁸²¹ No existe una planificación lejana, es decir no se piensa en el futuro, en las consecuencias de la acción. Ídem. Pág. 29.

*algo más que de un interés utilitario? ¿Se trata simplemente de la prudencia?”*¹⁸²².

En *Viejos y nuevos imperativos*, Jonas hace un análisis acerca del imperativo categórico de Kant: “*Obra de tal modo que puedas querer también que tu máxima se convierta en ley universal*”¹⁸²³, y en respuesta propone: “*Obra de tal modo que los efectos de tu acción sean compatibles con la permanencia de una vida humana auténtica en la Tierra*”, pero expresado de forma negativa: “*Obra de tal modo que los efectos de tu acción no sean destructivos para la futura posibilidad de esa vida*”; o de forma mucho más sintética: “*No pongas en peligro las condiciones de la continuidad indefinida de la humanidad en la Tierra*”¹⁸²⁴.

El imperativo que propone Jonas subraya las acciones que ponen en riesgo la vida presente y futura, y resalta que tenemos una obligación para con las generaciones venideras¹⁸²⁵, por lo que su propuesta contempla una temporalidad hasta entonces olvidada: Jonas pone de relieve un futuro como consecuencia de nuestra responsabilidad¹⁸²⁶.

En la utopía que lleva consigo el progreso técnico¹⁸²⁷, los mitos y leyendas (Jonas utiliza los ejemplos de Shaw o Swift) especulan sobre la inmortalidad, pero ahora los adelantos bioquímicos permiten contrarrestar el envejecimiento y quizá prologar nuestra estancia de manera indefinida. Por ello Jonas comenta: “*el poder de la técnica sobre el destino del hombre ha rebasado incluso el poder de la ética –utópica– del comunismo*”¹⁸²⁸.

Jonas argumenta que nuestras acciones –como humanidad– requieren de una nueva ética de mayor responsabilidad, y señala: “*ante el potencial casi*

¹⁸²² Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 33.

¹⁸²³ Ver: Kant, I. (2001) *Crítica de la razón práctica*. Pág. 19 y ss.

¹⁸²⁴ Se puede volver a formular de forma positiva: “*Incluye en tu elección presente, como objeto también de tu querer, la futura integridad del hombre*”. Ver: Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 40.

¹⁸²⁵ El imperativo categórico de Kant se centra en el individuo. Propone analizar qué sucedería si la acción actual se convirtiera en principio de una legislación universal; la concordancia individual y universal derivan de la elección privada. El nuevo imperativo propuesto por Jonas invita, no a los actos, sino a sus efectos últimos, pensando en la continuidad de humanidad.

¹⁸²⁶ El nuevo imperativo propuesto por Jonas apela a los *efectos* de los actos que garanticen la continuidad de la actividad humana. Ver: Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 41.

¹⁸²⁷ Comenta que con el moderno progreso, como hecho y como idea, surge la posibilidad de “*establecer ya en la Tierra el reino de los cielos*”; así comenta que se establece una ruptura con el pasado. Ver: Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 47.

¹⁸²⁸ Ver: Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 50.

escatológico de nuestros procesos técnicos, la ignorancia de las consecuencias últimas será en sí misma una razón suficiente para una moderación responsable”¹⁸²⁹. Es digna de mención la postura radical hacia las utopías, en las que se considera un mundo en el que todo es posible y nada está escrito, pero diversas acciones (la bomba atómica, la contaminación, etc.) dejan ver que, moralmente, la utopía puede acabar siendo la justificación del asesinato a gran escala, o la destrucción misma del planeta.

Estas catástrofes llevan a Jonas a pensar en una “*heurística del temor*” como solución; es decir, el miedo será lo que invite a una actitud responsable, o dicho de otra forma, percibir un peligro que cuestione la supervivencia humana o un evento que ponga en serio predicamento a la naturaleza, que al final es la que nos proporciona sustento¹⁸³⁰. Aunque Jonas señala que para ello deberá darse un descenso radical en la calidad de vida.

En *El deber es para con el futuro*, Jonas parte de que *el principio de responsabilidad* no puede estar fundado en la tradicional lógica de derechos y deberes, ya que esto se lleva a cabo por la reciprocidad. Lo existente plantea exigencias pero ¿qué pasa con lo no existente? Lo que no existe no puede plantear exigencias y, en consecuencia, tampoco derechos vulnerados. Podrá tener derechos si alguna vez llega a ser, pero no los tiene por la posibilidad de que alguna vez pueda llegar a ser. Señala Jonas que la ética que se busca está orientada hacia todo lo que todavía no es y su principio de responsabilidad habrá de ser de cualquier idea de derecho así como de toda reciprocidad. Lo anterior se puede entender con los no nacidos¹⁸³¹.

Así, Jonas señala el deber derivado de la procreación que acompaña el derecho de los no nacidos a nacer, más aún, de los no engendrados a serlo¹⁸³². Comenta la necesidad de velar por los seres humanos futuros, por su deber de conformar una auténtica humanidad futura –independientemente

¹⁸²⁹ Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 56.

¹⁸³⁰ Jonas señala que es más fácil ver la presencia de “lo malo” que de “lo bueno” porque el primero es un conocimiento evidente. Dice: “*la mera presencia del mal nos impone su conocimiento, mientras que lo bueno puede pasar desapercibido*” Ver: Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 65.

¹⁸³¹ Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 82.

¹⁸³² Para Jonas, sólo se puede fundamentar a través del derecho del “*Dios creador respecto a sus criaturas, a las que al otorgarle la existencia, confía la continuación de su obra.*” Ver: Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 84.

de si es descendencia nuestra— así como por su *esencia*. Los peligros que amenazan esa futura *esencia* son los mismos que amenazan la existencia¹⁸³³.

Jonas no piensa sólo en la responsabilidad que tenemos para con la humanidad que ya existe, sino también con la humanidad que aún no ha nacido. Para con ella también tenemos responsabilidades, puesto que es una humanidad que se está formando. Subraya como primer imperativo que haya una humanidad¹⁸³⁴. Ese imperativo entiende que la presencia —del hombre— debe ser custodiada, ya que se trata de un deber que podemos hacer peligrar¹⁸³⁵.

En la teoría de la responsabilidad, el bien, o el deber, se fundan en el ser¹⁸³⁶. En la medida en que la naturaleza sustenta fines o tiene metas pone también valores, pues cuando anhela un fin su consecución se convierte en un bien, y su frustración en un mal. Con esa distinción comienza la posibilidad de atribuir valor¹⁸³⁷. Jonas señala que los seres vivos tenemos fines propios en los cuales el fin de la naturaleza va haciéndose cada vez más subjetivo, va haciéndose más propio de su correspondiente realizador. Cada ser no es sólo un fin de la naturaleza, sino también un fin en sí mismo, esto es, su propio fin¹⁸³⁸. Mediante la dicotomía entre la vida y la muerte se realiza la autoafirmación del ser; así, la vida es la confrontación explícita del ser con el no-ser, ya que en su necesidad constitutiva tiene en sí la posibilidad del no-ser como amenaza¹⁸³⁹.

La teoría de la responsabilidad, como cualquier teoría ética, ha de tener en cuenta dos cosas. Por un lado, un fundamento racional de la obligación, esto es, un principio legitimador subyacente a la exigencia de un deber vinculante. Por otro, un fundamento psicológico de su capacidad de mover la voluntad¹⁸⁴⁰. Jonas señala que desde la antigüedad los filósofos morales han sido conscientes de que a la razón hay que añadirle el sentimiento para que el bien objetivo adquiera poder sobre nuestra voluntad. Esto quiere decir que la moral está necesitada de afecto¹⁸⁴¹.

¹⁸³³ Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 85.

¹⁸³⁴ Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 87.

¹⁸³⁵ Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 88.

¹⁸³⁶ Por lo que “significa trazar un puente sobre el supuesto abismo entre deber y ser. Pues lo bueno y lo valioso, cuando lo es por sí mismo y no sólo por un deseo, necesidad o elección, es, por su propio concepto, aquello cuya posibilidad contiene la demanda de su realidad.” Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 145.

¹⁸³⁷ Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 145.

¹⁸³⁸ Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 148.

¹⁸³⁹ Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 149.

¹⁸⁴⁰ Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 153.

¹⁸⁴¹ Señala: “*El temor de Dios judío, el ero platónico, la eudemonía aristotélica, la caridad cristiana, el amor dei intellectualis de Spinoza, la benevolencia de Shaftesbury, el respeto*”

Explica que hay distintos tipos de responsabilidad. El primero *la responsabilidad como imputación causal de los actos cometidos*, que se refiere al poder causal como condición de la responsabilidad¹⁸⁴². El segundo tipo es *la responsabilidad por lo que se ha de hacer: el deber del poder*. Éste habla de un tipo de responsabilidad en el que yo me siento responsable primariamente no por mi comportamiento y sus consecuencias, sino por lo que exige mi acción¹⁸⁴³. El tercero es: *¿qué significa actuar irresponsablemente?* Comenta Jonas que sólo puede actuar irresponsablemente aquél que tiene responsabilidad. Utiliza el ejemplo de un jugador que juega su fortuna en un casino: si el dinero no es suyo, sino de otro, actúa de forma criminal, pero si se juega el sustento de su familia, entonces actúa irresponsablemente¹⁸⁴⁴. El cuarto tipo es *la responsabilidad de relación no recíproca*, que se realiza entre personas que sean completamente iguales¹⁸⁴⁵. La quinta es *la responsabilidad natural y la responsabilidad contractual*. La responsabilidad natural es la responsabilidad de los padres, es irrevocable e irrevocable, y es una responsabilidad global. La responsabilidad contractual es la que adquirimos cuando, por ejemplo, firmamos un contrato¹⁸⁴⁶. La sexta es *la responsabilidad autoelegida del político*, en la que el político elige esa responsabilidad de forma autónoma¹⁸⁴⁷. Por último, *la responsabilidad política y la responsabilidad paterna*. Jonas resalta que las diferencias están a la vista entre la responsabilidad nacida de la elección más libre y la

kantiano, el interés de Kierkegaard y el placer de la voluntad de Nietzsche son modos de determinación de este elemento afectivo de la ética.” Y apunta que en todos ellos no se encuentra un sentimiento de responsabilidad. Ver: Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 156.

¹⁸⁴² Señala: “*el agente es quien responde de su acto y es considerado por las consecuencias de su acto y, llegado el caso, podría ser hecho responsable en sentido jurídico*”. Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 161.

¹⁸⁴³ Comenta que *el deber del poder* es una relación causal. Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 163.

¹⁸⁴⁴ Apunta que irresponsable constituye una ruptura de esa relación de fidelidad. Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 165.

¹⁸⁴⁵ Jonas utiliza el ejemplo de Caín a la pregunta de Dios sobre Abel: *¿Es que yo soy acaso guardián de mi hermano?* que rechaza, no sin fundamento, la imputación de una responsabilidad por el igual o independiente, aunque Dios le preguntara, en realidad, por el fratricidio. Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 166.

¹⁸⁴⁶ Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 167.

¹⁸⁴⁷ Señala que el hombre libre –político, usando el ejemplo de Churchill– exige para sí la responsabilidad que está ahí aguardando sin dueño alguno y luego queda sometido a las exigencias de ella. Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad* Pág. 170.

responsabilidad brotada de la relación natural menos libre. No obstante, comenta que tienen en común la esencia de la responsabilidad¹⁸⁴⁸.

Jonas recalca la responsabilidad que el hombre tiene por el hombre y titula ese apartado *Los padres y el político como paradigmas eminentes*. Utiliza tres conceptos (totalidad, continuidad y futuro) para comentar la responsabilidad del hombre por el hombre. Todos ellos se refieren a la existencia y la felicidad del ser humano. La responsabilidad es unilateral en sí misma, así como en cada caso particular, y además es reversible e incluye la posible reciprocidad. Jonas sostiene que, al vivir entre seres humanos, soy siempre también responsable de alguien¹⁸⁴⁹.

El objeto de la responsabilidad paterna es el niño en todas sus posibilidades, esto quiere decir que el padre se hace cargo tanto de las necesidades inmediatas como de las posteriores que se van añadiendo, como la educación, las capacidades, el carácter, las relaciones, los valores, etc. En el caso del político, su responsabilidad directa es la vida de la comunidad, el llamado bien común –durante el tiempo que ejerza el poder. La analogía entre ambas responsabilidades radica en que abarca, desde los inicios, la existencia física, hasta los más altos intereses, es decir, la plenitud de su existencia¹⁸⁵⁰.

La responsabilidad paterna y la responsabilidad del político se unen en la educación –la privada y la pública, la más íntima y la más general– que se interfieren (y se complementan) en virtud de la totalidad de su objeto. Además, los padres aman a sus hijos, y una vez que los hijos crecen, el amor es cada vez más un amor más personal, menos ciego. En el caso del gobernante, éste es el preservador y ordenador de la capacidad de autoalimentarse, es decir, que coadyuva a que estas personas sean autónomas¹⁸⁵¹.

Jonas piensa que la responsabilidad por la vida debe tomar en cuenta el futuro, más allá de su presente inmediato. Por lo que todo acto de

¹⁸⁴⁸ Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág.171.

¹⁸⁴⁹ Esto sigue de que la responsabilidad primordial del cuidado paterno es la primera que todo el mundo ha experimentado en sí mismo. En este paradigma fundamental se hace clara, de la manera más convincente, la vinculación de la responsabilidad a lo vivo. Pero la distinción característica del ser humano –el hecho de que sólo él puede tener responsabilidad- significa a la vez que tiene que tenerla también por otros iguales a él (ellos mismos sujetos de responsabilidad), que es la condición suficiente. Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 173.

¹⁸⁵⁰ Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 174.

¹⁸⁵¹ Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 180.

responsabilidad individual que se preocupa en cada caso de lo próximo acompañará también el futuro de la existencia¹⁸⁵².

El futuro de la humanidad y el futuro de la naturaleza dependen en gran medida del entendimiento o de la relación que establezcan con el poder de la técnica, que ha colocado al ser humano en situación de peligro, así como a todas las demás formas de vida. El peligro es evidente y crítico. El poder, unido a la razón, señala Jonas, lleva asociada la responsabilidad. El ideal baconiano del dominio de la naturaleza a través de la técnica estructura el peligro, subraya que es preciso entender que lo que tenemos ante nosotros es una dialéctica del poder que sólo puede ser superada con un poder mayor y no con una renuncia. La fórmula de Bacon estipula que saber es poder¹⁸⁵³.

El poder que se manifiesta es inédito; resulta de la ciencia y la tecnología, por lo que el ser humano requiere una reflexión moral en las mismas condiciones. Jonas no los despide valores y normas de la moral tradicional, pero afirma categóricamente que ninguna ética anterior tuvo que ocuparse de condiciones futuras de la vida humana y de la vida en general, pues hasta ahora no teníamos poder suficiente para ponerlas en peligro.

El principio de responsabilidad surge de la necesidad de complementar la ética tradicional porque, como comenta Jonas¹⁸⁵⁴, ésta no da respuesta a los nuevos problemas planteados por la técnica y las ciencias. Se requiere un nuevo imperativo que permita conservar la centralidad moral del hombre. El hombre, como ser racional y ejecutor de la acción, tiene que ser responsable de las consecuencias para la humanidad presente y para la futura. El hombre se reconoce como miembro de una comunidad de intereses que lo vincula de manera directa con sus contemporáneos y de manera indirecta con las futuras generaciones. Al plantear la responsabilidad desde un lugar que trasciende a las generaciones actuales, Jonas propone que se amplíe la condición de fin en sí más allá del hombre –presente y futuro–, extendiéndola a todas las demás especies. De hecho, su propuesta es para toda la naturaleza. Al reconocer la naturaleza como fin –y no como medio–

¹⁸⁵² Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 184.

¹⁸⁵³ Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 235.

¹⁸⁵⁴ Apunta que los preceptos de justicia, caridad, honradez, etc., siguen vigentes en la esfera diaria de los efectos humanos recíprocos. “*Pero esta esfera queda eclipsada por un creciente alcance del obrar colectivo, en el cual el agente, la acción y el efecto no son ya los mismos que en la esfera cercana que, por la enormidad de sus fuerzas, impone a la ética una dimensión nueva, nunca antes soñada, de responsabilidad*”. Jonas, H. (1995) *El principio de responsabilidad*. Pág. 32.

para cumplir la voluntad humana, se ejecuta la ética de la responsabilidad en la que se regulan las relaciones del hombre con la naturaleza.

La ética de Jonas entiende a los seres humanos libres como capaces de elegir alternativas de acción con sus consecuencias. La responsabilidad emana de la libertad. Usando sus propias palabras: *la responsabilidad es la carga de la libertad*. La responsabilidad es un deber, una exigencia moral. La crisis ambiental lleva a la idea jonasiana de vulnerabilidad. Las generaciones actuales tienen la obligación de posibilitar la continuidad de la vida y la supervivencia de las generaciones futuras, que es el nuevo imperativo categórico.

La responsabilidad de la generación actual para con las generaciones futuras ya ha sido establecida en diversos instrumentos o documentos internacionales, como las convenciones de Naciones Unidas. Sin embargo, Jonas enfatiza con su principio de responsabilidad una ética que no es para el individuo, sino más bien desde el individuo para el colectivo. Es decir, la acción humana, en la que, como comenta Siqueira (2009), se articulan dos realidades, una subjetiva y otra objetiva, por lo que se produce una amalgama entre el sujeto y la acción¹⁸⁵⁵.

5.5 El principio de subsidiariedad

5.5.1 Origen y recorrido del concepto

El término *subsidiariedad* se utiliza en diferentes contextos, por lo que es necesario entender su origen y su significado. Como señala Banús (2000), no es un término muy desarrollado: de 45 diccionarios y enciclopedias consultadas, sólo 11 incluyen subsidiariedad o principio de subsidiariedad¹⁸⁵⁶. El Diccionario de la Real Academia Española define subsidiariedad como: “*Tendencia favorable a la participación subsidiaria del Estado en apoyo de las actividades privadas o comunitarias.*” Por su parte, la *Gran Enciclopedia Rialp* hace referencia “*al papel de ayuda de cada entidad superior ha de desempeñar respecto de las inferiores*”.

¹⁸⁵⁵ Ver: Siqueira, J. (2009) “El principio de responsabilidad de Hans Jonas”. *Revista Bioethikos*. Vol. 3. Pág. 177.

¹⁸⁵⁶ Ver: Banús, E. (2000) “Pequeña aportación lexicográfica al término subsidiariedad”, en Banús, E. [Ed.] *Subsidiariedad: Historia y aplicación*. *Studia Europea Navarrensis*. Vol. 3. Pág. 28.

En todo caso, como comenta Frosini (2002), el término subsidiariedad ha adquirido importancia recientemente; tanto en el léxico político como en el jurídico su significado es más bien ambivalente, ya que está acompañado y definido por el adjetivo *vertical*¹⁸⁵⁷ o bien por el de *horizontal*¹⁸⁵⁸. Pero en ambos casos el significado asumido por dicho término es distinto a su origen. Es decir éste se refiere no ya la ayuda prestada, sino a la no intervención por respeto al principio de autonomía de los sujetos jurídicos privados o públicos¹⁸⁵⁹.

González-Morfin (2009) define la subsidiariedad como “*una solidaridad entre desiguales*”¹⁸⁶⁰. Por su parte, Melé (2004) señala que un grupo de mayor tamaño y peso no debe ejercer funciones que puedan ser desarrolladas eficazmente por otro grupo de menor rango, sino que debe apoyar a éste último y ayudar a coordinar sus actividades con las de toda la comunidad¹⁸⁶¹.

Subsidiariedad proviene etimológicamente del latín *subsidium*, que significa cuerpo de reserva; refuerzo, socorro, auxilio¹⁸⁶², y tiene un origen militar. Así, ante una situación de apuro, los que se encontraban en primera línea (*las prima acies*) y no podían resolver por sí mismos la situación eran auxiliados por esos cuerpos de reserva¹⁸⁶³. Ahí se encuentra la idea base de dar o prestar ayuda de uno a otro en caso de necesidad. Como comenta Cruz (2000), aunque parte de un origen militar, el significado está relacionado con

¹⁸⁵⁷ Entendido como la relación entre el ordenamiento comunitario y los ordenamientos nacionales en el plano del derecho internacional, o bien, a la relación entre el Estado y los entes a él sometidos pero dotados de autonomía, como las regiones, las provincias, los municipios, en el derecho interno.

¹⁸⁵⁸ La subsidiariedad horizontal alude a la relación entre el Estado y los ciudadanos, sea como individuos, o en las formaciones sociales donde se desarrolla la persona. Tiene como propósito dejar el mayor espacio posible a la autonomía privada, reduciendo a lo esencial la intervención pública.

¹⁸⁵⁹ Ver: Frosini, E. (2002) “Subsidiariedad y constitución”. *Revista de Estudios Políticos* (Nueva Época). Núm. 15. Pág. 8.

¹⁸⁶⁰ Ver: González Morfin, E. (2009) *Subsidiariedad*. Págs. 5-6.

¹⁸⁶¹ Ver: Melé, D. (2004) “Cómo aplicar el principio de subsidiariedad en la organización empresarial”. IESE Insight.

¹⁸⁶² El cuerpo de reserva, en el Ejército Romano durante la República, era un cuerpo auxiliar del Ejército de ciudadanos romanos, a quienes por su calidad les correspondía de modo primordial la defensa de la República Romana, incluyendo quienes no eran topas propiamente dichas. Sin embargo, como comenta Tagle (1976), esperaban la orden del jefe para entrar en batalla. Ver: Tagle, H. (1976) “El principio de subsidiariedad”. *Persona y Derecho: Revista de Fundamentación de las Instituciones Jurídicas y de Derechos Humanos*. Pág. 131.

¹⁸⁶³ Ver: Martinell, F. (1989) *Principio de Subsidiariedad*. Pág. 707.

la articulación entre Estado y sociedad, con la ayuda que el Estado presta cuando es necesario: una tutela que justifica su intervención *subsidiaria*¹⁸⁶⁴.

Con el tiempo, esta práctica militar se transformó en un principio que se ha extendido a diferentes esferas del conocimiento. Sus raíces son muy antiguas y una dificultad añadida es que el término “subsidiariedad” no sea nombrado expresamente en muchas ocasiones. Aristóteles, Tomás de Aquino, Althusius, Proudhon, así como las Encíclicas sociales de la Doctrina Social Cristiana, fueron fuente e inspiración de este concepto.

5.5.1.1 Recorrido histórico

En La *Política* de Aristóteles el fenómeno de la subsidiariedad se encuentra en la descripción de la estructura organizativa de la sociedad de las *polis* griegas¹⁸⁶⁵. En ellas, el hombre perteneciente a distintas comunidades sociales, como la familia, el pueblo, el Estado, es por su naturaleza un ser creado para vivir en una comunidad¹⁸⁶⁶. “*El hombre es un animal social*”¹⁸⁶⁷, el hombre tiende a la convivencia, y eso no sólo le permite satisfacer sus necesidades básicas, sino que compartiendo con otros hombres se acerca a la perfección humana en la vida buena. Corresponde al buen legislador considerar “*cómo la ciudad, el género humano y cualquier otra comunidad participa de la vida buena y de la felicidad que está a su alcance*”¹⁸⁶⁸. De lo anterior se deduce que el gobernante o la ley ayudan al individuo a alcanzar sus fines.

Por su parte, Santo Tomás pone el énfasis en ordenar el bien particular al bien del todo, pues la parte existe para el todo y no el todo para la parte. Señala que si el hombre se subordina a la sociedad como la parte al todo, conserva, al mismo tiempo, una esfera de acción, de libertad, de autonomía, que la sociedad debe respetar. Puede afirmarse, pues, que el principio de subsidiariedad está implícito en las tesis aristotélico-tomistas, ya que ven en la sociedad política una sociedad global compuesta de sociedades menores. Es decir, un conjunto de familias y de otros grupos o cuerpos intermedios

¹⁸⁶⁴ Ver: Cruz, J. (2000) “El concepto subsidiariedad”, en Banús, E. [Ed.] *Subsidiariedad: Historia y aplicación. Studia Europea Navarrensis*. Vol. 3. Pág. 18.

¹⁸⁶⁵ No olvidemos que la *polis* griega era el modelo de autosuficiencia, por lo que se considerara como el fin de las comunidades primitivas o aldeas.

¹⁸⁶⁶ El hombre está subordinado a la sociedad, como lo está la parte en relación al todo: el hombre no vive aislado. “*Vemos que toda ciudad es una comunidad y que toda comunidad está constituida en vista de algún bien, porque los hombres siempre actúan mirando lo que les parece bueno*” Ver: Aristóteles, *Política*. I. 1. 1252a.

¹⁸⁶⁷ Ver: Aristóteles, *Política*. I. 1. 1253a.

¹⁸⁶⁸ Ver: Aristóteles, *Política*. IV. 2. 1325a.

que se unen a una comunidad mayor. Así, la autodeterminación del ser humano se produce mediante las relaciones sociales en el orden moral interno de las personas y su vínculo con el orden social.

Santo Tomás señala la necesidad de limitar a los poderes públicos en cuanto a su acción de dominación, de manera que se aleja así del planteamiento aristotélico. La diferencia que se aprecia entre ambos es que para el pensamiento tomista el principio de subsidiariedad está al servicio de la persona, mientras que para Aristóteles se encuentra al servicio directo de múltiples grupos.

Estas ideas se ven reflejadas en los trabajos del rector de la Escuela Jurídica de Herborn, el jurista germánico y calvinista Althusius (1557-1638), uno de los primeros precursores de la doctrina federalista. Señala que la política es el arte de la asociación: “*los hombres establecen, cultivan y conservan vida social*”¹⁸⁶⁹. Siguiendo a Hoffman (2004), el orden asociativo que Althusius plantea le permite argumentar que los colegios estamentales de trabajadores pueden estar bajo la categoría de simples asociaciones privadas, al igual que los de carácter apolítico, formados por los tres estamentos de la época, en particular, el clero, la nobleza y el pueblo. Además de la plebe, esto es, campesinos, comerciantes, artesanos y eruditos, estas subdivisiones de los ciudadanos también se expresan como divisiones de las provincias, reinos y unidades políticas¹⁸⁷⁰. En resumen: de todas las constituciones políticas. Esta idea es imprescindible para hacer plausible la tesis fundamental de que la sociedad humana se edifica a partir de una pirámide de un número cada vez mayor de asociaciones privadas y públicas.

El uso del término “simbiosis” que utiliza Althusius para denominar la vida conjunta, o aquellos que viven juntos, radica en que el hombre es esperanza y consigue su felicidad en simbiosis. Concibe al hombre como un ser incapaz de valerse por sí mismo, que requiere ayuda de otros a lo largo de su vida. Siciar sus necesidades y lograr confort se realizará sólo con la ayuda

¹⁸⁶⁹ Ver: Althusius, J. (1995) *Politica*. Pág. 17.

¹⁸⁷⁰ El esquema que Althusius organiza está diseñado de arriba abajo. La unidad del orden político son las asociaciones privadas, simples, naturales y necesarias, como pueden ser las del matrimonio, la familia, el parentesco y la vecindad, y aquellas otras contrapuestas a las primeras que comparativamente aparecen como artificiales, denominadas públicas o políticas y que, a su vez, se subdividen en municipios (*universitates*), provincias y reinos (o comunidad). Ver: Hofmann, H. (2004) “La representación en la teoría del Estado pre moderna sobre el principio de representación en la Política de Johannes Althusio”. *Fundamentos. Cuadernos Monográficos de Teoría del Estado, Derecho Público e Historia Constitucional*, Vol. 3.

de otros, como co-trabajadores se potencia la energía mejorando la participación de la vida común. La mutua comunicación se transforma en una empresa común en la que están involucrados derechos, servicios, cosas, diferentes necesidades que serán saciadas simbióticamente en sociedad¹⁸⁷¹. Comenta Althusius que la comunión entre el derecho y la simbiosis consiste especialmente en la autosuficiencia. Las leyes y las normas armonizan, coadyuvan al orden, puesto que son iguales para todos. Las personas y las comunidades se realizan mutuamente. Enfatiza que los gobernantes (a quienes llama *rulers*) son los responsables de dirigir la vida social; entiende que son los responsables de alinear los deseos a un mismo fin. Pero el gobernante debe considerar el alma de los cuerpos inferiores, es decir, de las asociaciones menores que conforma la sociedad. Así que entiende la labor subsidiaria en términos de ayuda.

La sociedad, tal como la entiende Althusius, se basa en los sucesivos pactos que por un lado intentan mantener la autonomía de los diferentes grupos – familias, corporaciones, ciudades o provincias– y por otro, buscan la protección de aquellas corporaciones e instituciones situadas más arriba en la estructura de la sociedad. Los límites de esta ayuda deben estar marcados en el derecho. Su trasgresión puede conducir a la eliminación de determinados organismos, toda vez que su existencia está sustentada por sus propios actos¹⁸⁷².

Casi en el mismo período John Locke argumentó que el poder gubernamental debe estar restringido y sólo se debe usar en los casos en que las personas no puedan resolver sus propios problemas. Defiende que “*el gobierno es para los individuos y no los individuos para el gobierno*”, por lo que el poder gubernamental sólo puede justificarse en la medida en que sirva a la realización de los derechos individuales. Para el padre del liberalismo moderno, el fin del gobierno es el de “*conseguir la paz, la seguridad y el bien de la población*”, y para ello el Estado deberá gobernar mediante leyes fijas sin criterios discrecionales, con imparcialidad¹⁸⁷³. Se puede observar una influencia calvinista en Locke, en relación con la subsidiariedad, a pesar de las diferencias con Althusius.

¹⁸⁷¹Ver: Althusius, J. (1995) [1603] *Politica*. Pág. 19.

¹⁸⁷² Siguiendo a Endo (1994), Althusius se encontró en plena Contrarreforma, y trató de mantener su autonomía relativa de su ciudad con su provincia luterana. Entiende que la alianza entre Dios y el hombre se puede utilizar para explicar la relación de las asociaciones menores con el Estado. Ver: Endo, K. (1994) *The principle of subsidiarity: from Johannes Althusius to Jacques Delors*. Pág. 2041.

¹⁸⁷³ Locke hace énfasis en el “buen gobierno”, quizá por ello la importancia de la conexión entre legitimidad y ejercicio del poder. Subraya el problema de la calidad de la acción gubernamental. Ver: Locke, J (1985) [1690] *Ensayo sobre el Gobierno Civil*. Pág. 90.

El principio de subsidiariedad se encuentra inmerso en la teoría de Proudhon, que en 1862 lo utilizaba para argumentar su teoría federalista. Así: “*El orden político descansa en dos principios contrarios: la autoridad y la libertad. El primero inicia, el segundo determina*”¹⁸⁷⁴. El orden social resulta del antagonismo de estos dos principios. Si se logran coordinar de forma que no se puedan perjudicar el uno al otro, eso se daría mediante el principio de subsidiariedad. La autoridad y la libertad, con sus competencias, se ponen al servicio de las familias, los talleres o los sindicatos, que serían comunidades simples, así como de las comunidades más complejas, como las provincias, las regiones o los Estados¹⁸⁷⁵.

5.5.1.2 Antecedentes del término en la Iglesia Católica

En la misma época estuvo presente la Iglesia Católica, mediante tres autores Taparelli, Ketteler y La Tour du Pin, que trabajaron en la elaboración de la llamada “Doctrina Social de la Iglesia”. Ellos propusieron rehabilitar los cuerpos intermedios. Para Ketteler, por ejemplo, la comuna se basta para cumplir su fin natural, por lo que debemos dejarle libre autonomía. Así, comenta “*El pueblo gobierna por sí mismo sus propios asuntos: es necesario una escuela práctica de política en la administración comunal, donde se reproducen a pequeña escala los asuntos que son tratados a gran escala en los parlamentos. De esta forma el pueblo adquiere la formación política y la capacidad que hace al hombre sentirse independiente*”¹⁸⁷⁶.

En la Doctrina Social de la Iglesia la subsidiariedad está entre las directrices más constantes y características, presente desde la primera gran Encíclica social¹⁸⁷⁷. La exigencia de tutelar es subrayada por la Iglesia en la Encíclica *Quadragesimo anno*, en la que el principio de subsidiariedad se indica como principio importantísimo de la *filosofía social*¹⁸⁷⁸. En el Catecismo de la

¹⁸⁷⁴ Por lo que entiende que la *autoridad* supone una *Libertad* que la reconoce o la niega. Así señala que la autoridad tiende a la jerarquía y la libertad tiende al individualismo, es agente de división. Ver: Proudhon, J. (2011) *Escritos federalistas*. Pág. 218.

¹⁸⁷⁵ Al respecto, Cole (1974) comenta que en el pensamiento de Proudhon la asociación no es la clave, sino la familia. Así resalta que Proudhon no separa la familia y el individuo: los consideraba como una y la misma cosa. La familia representaba en sí misma un principio de cooperación social basada en una división del trabajo. Ver: Cole, G (1974) *Historia del pensamiento socialista. Los Precursores (1789-1850)*. Pág. 205.

¹⁸⁷⁶ Ver: Martinell, F. (1989) *Principio de Subsidiariedad*. Pág. 708.

¹⁸⁷⁷ Ver: León XIII, *Encíclica Rerum novarum*: Acta Leonis XIII, 11 (1892) 101-102. 123.

¹⁸⁷⁸ Señala: “*Como no se puede quitar a los individuos y darlo a la comunidad lo que ellos pueden realizar con su propio esfuerzo e industria, así tampoco es justo, constituyendo un grave perjuicio y perturbación del recto orden, quitar a las comunidades menores e*

Iglesia Católica se habla de promover la dignidad de la persona, de cuidar a la familia, los grupos, las asociaciones, las realidades territoriales locales, en definitiva, aquellas expresiones agregativas de tipo económico, social, cultural, deportivo, recreativo, profesional, político a las que las personas dan vida espontáneamente y que hacen posible su efectivo crecimiento social¹⁸⁷⁹. Por ello, este principio propone que todas las sociedades de orden superior tengan una actitud de ayuda con la que los beneficiarios puedan desarrollar adecuadamente las funciones que les compete sin tener que cederlas, conservando así su dignidad propia y su espacio vital¹⁸⁸⁰.

El Papa León XIII, a finales del siglo XIX, deseaba un proyecto cristiano que hiciera frente al materialismo y al individualismo, por lo que promovió una opción entre el capitalismo y el socialismo que respetara la diversidad y la riqueza. Así, en sus Encíclicas va delineando su sentir sobre distintos aspectos de la vida social y el quehacer cristiano. *Rerum novarum* es la primera Encíclica social de la Iglesia católica, promulgada en mayo de 1891¹⁸⁸¹, la carta de fundación de la democracia cristiana y una pieza clave de la Doctrina Social de la Iglesia. Con esta Encíclica la Iglesia pretendió, entre otras cosas, paralizar la “descristianización” de las masas trabajadoras. Precisó los principios para buscar la justicia social en la economía y la industria.

Pero, además, en la Encíclica *Humanum Genus* el Papa resalta la asociación como pilar de la vida social.: “...deseamos grandemente ver restablecidas estas corporaciones en todas partes, para salvación del pueblo, de acuerdo con las necesidades de los tiempos, bajo los auspicios y patrocinio del episcopado. Y no es pequeño nuestro gozo al ver como vemos su actual restablecimiento en muchos lugares, así como también la fundación de

inferiores lo que ellas pueden hacer y proporcionar y dárselo a una sociedad mayor y más elevada, ya que toda acción de la sociedad, por su propia fuerza y naturaleza, debe prestar ayuda a los miembros del cuerpo social, pero no destruirlos y absorberlos” Ver: Pío XI, Encíclica *Quadragesimo anno*: AAS 23 (1931) 203; Juan Pablo II, Encíclica *Centesimus annus*, 48: AAS 83 (1991) 852-854; Catecismo de la Iglesia Católica. 1883.

¹⁸⁷⁹ Ver: Catecismo de la Iglesia Católica. CEC 1882.

¹⁸⁸⁰ Esta concepción del principio de subsidiariedad está tomada del Compendio de la Doctrina Social de la Iglesia publicado por el Consejo Pontificio Justicia y Paz el 29 de junio de 2004, puntos 185 a 188. Como se sabe, la Doctrina Social de la Iglesia cuenta con una serie de principios, entre los que destaca, además del mencionado, el del bien común, el del destino universal de los bienes, y el de participación y el de solidaridad.

¹⁸⁸¹ Fue una carta dirigida a todos los obispos y catedráticos, en la que se ponía énfasis en las condiciones de las clases trabajadoras. El Papa dejaba patente su apoyo al derecho laboral para formar sindicatos, además de reafirmar el derecho de la propiedad privada. Por ello se resaltan las relaciones entre el gobierno, las empresas, los trabajadores y la Iglesia. León XIII propone una organización socioeconómica que más tarde se llamaría corporativismo. Ver: Encíclica *Rerum Novarum*.

asociaciones patronales. El fin común de estas dos clases de instituciones es ayudar a la virtuosa clase proletaria, socorrer y defender a sus hijos y a sus familias, fomentando en ellas, con la integridad de las buenas costumbres, el cultivo de la piedad y de la instrucción religiosa”¹⁸⁸². De este modo León XIII reconoce las estructuras sociales intermedias basadas en la subsidiariedad. Entendía que era una función del Estado para promover el bien común, ya que se reconoce el derecho de asociación como un derecho natural y propio de la persona¹⁸⁸³.

Según Schickendantz (2001), algunos autores sitúan el principio de subsidiariedad en la Iglesia en los trabajos de Gustav Grundlach¹⁸⁸⁴, colaborador de la Encíclica *Quadragesimo anno*¹⁸⁸⁵. En esa Encíclica el Papa Pío XI retoma las enseñanzas del Papa León XIII sobre la capacidad que la Iglesia tiene de intervenir en los problemas económicos y sociales. Afirma que los obreros y los patronos deben contribuir conjuntamente al orden social y al Estado mediante acuerdos, exponiendo sus visiones, explicando, con una sabiduría sus motivos, sus oportunidades, sus derechos y sus deberes¹⁸⁸⁶. El Papa recuerda el valor de la propiedad, del dominio, el trabajo y la riqueza, por lo que pone énfasis en los salarios y aconseja que los contratos con los trabajadores se realicen como “contratos de sociedad”. Resalta que la cuantía del salario debe acomodarse al bien público económico. La justicia social equilibra la ambición de mayores ganancias,

¹⁸⁸² Ver: León XIII, *Encíclica Humanum Genus*. 1884.

¹⁸⁸³ Ver: León XIII, *Encíclica Rerum Novarum*. 1891.

¹⁸⁸⁴ Schickendantz (2001) comenta que en un artículo publicado por Grundlach, tres años después de la Encíclica (1934), se acude a su contenido afirmando que a nivel parroquial debía aplicarse la ley sociológica de las “pequeñas esferas sociales” que excluyen la centralización y la supresión del autogobierno y que favorece la construcción de la sociedad “desde abajo”. Por lo que se entiende que se muestra un sentido cooperativo al entender a cada miembro como responsable del conjunto. Se conmina a dar más espacio a cada miembro de la Iglesia. Ver: Schickendantz, C. (2001) “El principio de subsidiariedad en la Iglesia. Breve historia, discusiones recientes y campos de aplicación práctica”. *Teología y Vida*. Vol. 42. Págs. 280-291.

¹⁸⁸⁵ El nombre en latín, al conmemorarse los cuarenta años de la Encíclica *Rerum Novarum*, trata sobre la restauración del orden social y su perfeccionamiento en conformidad con la ley evangelizadora.

¹⁸⁸⁶ Comenta: “los encargados de regir los destinos públicos de muchas naciones, totalmente adictos al liberalismo, no prestaban apoyo a tales asociaciones, sino que más bien eran opuestos a ellas y, reconociendo sin dificultades asociaciones similares de otras clases de personas, patrocinándolas incluso, denegaban a los trabajadores, con evidente injusticia, el derecho natural de asociarse, siendo ellos los que más lo necesitaban para defenderse de los abusos de los poderosos; y no faltaban aun entre los mismos católicos quienes miraran con recelo este afán de los obreros por constituir tales asociaciones, como si éstas estuvieran resabiadas de socialismo y sedición.” Ver: Pío XI, *Encíclica Quadragesimo anno*. Roma 1931.

por lo que con la unión de mentes y voluntades se puede lograr que “*los salarios se rijan de tal modo que haya trabajo para el mayor número de personas y que puedan percibir una remuneración suficiente para el sostenimiento de su vida*”¹⁸⁸⁷.

Sin embargo, no es hasta 1946 cuando Pío XII comenta, en su discurso sobre la supranacionalidad de la Iglesia, que es precisamente ella la que vincula al hombre en lo más íntimo, y logra así la solidez y el equilibrio personal. El Papa subraya que la familia y el Estado son las dos columnas en las que se levanta la sociedad. El principio de subsidiariedad nace desde la intimidad personal, por lo que la Iglesia está llamada a formar y educar al hombre: contribuirá a la armonía de su vida ordenando el desarrollo de sus instintos e inclinaciones, de sus cualidades, así como de sus variadas aptitudes, lo que es al mismo tiempo el origen y el fin de la vida social, y, por lo tanto, también el principio de su equilibrio. Siguiendo a Losada (1988), este proceso se realizó en un momento en el que la Iglesia necesitaba sensibilidad y reconocimiento de los derechos humanos de las pequeñas comunidades que tenían un vínculo identitario directo con sus fieles¹⁸⁸⁸.

Pío XII resalta el trabajo de Pío XI respecto del orden social en la Encíclica *Quadragesimo anno*, en la que se establece un principio de validez universal: “*aquello que los individuos particulares pueden hacer por sí mismos y con sus propias fuerzas no se les debe quitar y entregar a la comunidad; principio que tiene igual valor cuando se trata de sociedades o agrupaciones menores y de orden inferior respecto de las mayores y más elevadas*”. Porque toda actividad social es “*por naturaleza subsidiaria*”. Con ello debe servir de sostén a los miembros del cuerpo social, y no destruirlos y absorberlos¹⁸⁸⁹. Es preciso comentar, siguiendo a Komonchack (1988), que la noción clásica del principio fue dada por Pío XI, al establecer elementos clave en la Encíclica¹⁸⁹⁰. Por su parte, Posada (1995) subraya que

¹⁸⁸⁷ Pío XI, *Encíclica Quadragesimo anno*. Roma 1931.

¹⁸⁸⁸ Ver: Losada, J. (1988) “Subsidiarity from an ecclesiological’s point of view”. *The Jurist*. Vol. 48. Pág. 351.

¹⁸⁸⁹ Estas palabras, comenta el Papa son aplicables a la vida social en todos sus grados y también a la vida de la Iglesia, sin perjuicio de su estructura jerárquica. Resaltamos: “*toda actividad social es por su naturaleza subsidiaria; debe servir para mantener los miembros del cuerpo social y nunca destruirlos y absorberlos.*” Ver: Pío XII: *La Elevatezza*. Discurso sobre la supranacionalidad de la iglesia. Publicado el 20 de febrero de 1946.

¹⁸⁹⁰ Es un principio permite que una sociedad mayor pueda realizar con éxito el traslado de la toma de decisiones a las comunidades más pequeñas. Pero debe suministrar ayuda [subsidium] sin caer en destruirlos o absorberlos. El Estado, entonces, debe dejar que estos grupos más pequeños decidan los problemas de menor importancia. Por lo tanto, se lleva a cabo una mayor libertad, el poder se descentraliza y las tareas tienden a ejecutarse. Este principio de la función subsidiaria se produce mediante un orden jerárquico clasificado entre las distintas asociaciones; la autoridad social y la eficiencia social se produce por la

la Encíclica pone de manifiesto el reparto de funciones entre las comunidades mayores y menores. Por tanto, al aplicarse a las funciones del Estado se habla de “*distribución de funciones en órbitas y autonomías*”, por lo que se apunta a procesos de descentralización y de desconcentración de poder¹⁸⁹¹.

Más tarde, Juan XXIII¹⁸⁹², en su Encíclica *Mater et Magistra*, afirmaría que en el mundo económico de aquel entonces se consideraba legítimo el imperio del más fuerte. Esta idea dominante en el terreno de las relaciones comerciales perturbó el orden económico radicalmente, porque mientras las riquezas se acumulaban con exceso en manos de unos pocos, las masas trabajadoras quedaban subyugadas a una vida cada día más dura. Como consecuencia de esas condiciones se establece una defensa de “las comunidades menores e inferiores”¹⁸⁹³. Sin embargo, en la Encíclica *Pacem in terris*¹⁸⁹⁴ el Papa advierte que la cuestión social tiene una dimensión a escala mundial y que se puede hablar de pobreza en personas, sectores y naciones. El desarrollo en la historia muestra una necesidad de justicia y equidad entre trabajadores y empresarios, así como entre los diferentes sectores económicos y las zonas más desarrolladas dentro de una misma nación. Sin embargo, esto se repite a escala mundial entre países en diverso grado de desarrollo económico-social. Por lo que apunta que es preciso que las relaciones que median entre la autoridad pública y los ciudadanos, las

condición del libre asociado. Ver: Komonchack, J. (1988) “Subsidiarity in the church: the state of the question”. *The Jurist*. Vol. 48. Pág. 299.

¹⁸⁹¹ Ver: Posada, O. (1995) “Las fronteras del Estado y de la sociedad civil”. *Dikaion: Revista de Actualidad Jurídica*. Vol. 4. Pág. 63.

¹⁸⁹² Con motivo de la Conferencia Episcopal Latinoamericana, el Papa emite un discurso en 1958 en el que impulsa el principio de subsidiariedad dentro de la Iglesia. En su discurso invita a la creación de un Congreso Episcopal Latinoamericano en el que se aglutinen las necesidades de la región y que actúe como interlocutor pero respetando las conferencias de cada país. Se puede decir que a partir de este momento se utiliza el principio en las relaciones entre obispos y pastores, iglesias particulares y la sede apostólica. Ver: Juan XXIII, *A los participantes en la III reunión del Consejo Episcopal Latinoamericano* (15 de noviembre de 1958).

¹⁸⁹³ En la Encíclica señala: “*Los salarios eran insuficientes e incluso de hambre; los proletarios se veían obligados a trabajar en condiciones tales que amenazaban su salud, su integridad moral y su fe religiosa.*” Juan XXIII, *Encíclica Mater et Magistra*, Roma 1961.

¹⁸⁹⁴ Posada (1995) enfatiza los procesos políticos a escala mundial en el comercio y la economía. Señala que en esta Encíclica se da un criterio claro que permite establecer funciones a “*las diversas comunidades políticas integradas en una comunidad de Estados, en una confederación o en una asociación de ellos.*” Ver: Posada, O. (1995) *Las fronteras del Estado y de la sociedad civil*. Pág. 64.

familias y los grupos intermedios se regulen por parte del Estado mediante el principio de la acción subsidiaria¹⁸⁹⁵.

Como comenta Schickendantz (2001), el principio de subsidiariedad encuentra otro campo de aplicación en la relación entre Iglesias locales e Iglesia Universal, porque no se refiere al hombre abstracto sino al que existe en situaciones históricas concretas, es decir, con costumbres, tradiciones y formas de pensar. Con ello se configura la identidad del hombre que la Iglesia universal respeta y, más aún, ayuda a proteger. Desde el Vaticano II se utiliza el concepto de “*inculturación*”¹⁸⁹⁶. Por su parte, Viana (1998) sostiene que un acto importante para el entendimiento del principio en la Iglesia es el Sínodo de 1985, ya que se promovió un estudio de aplicabilidad, el principio que utiliza el Código de Derecho Canónico. Este autor entiende que el principio se sitúa, a raíz del Sínodo, dentro de los presupuestos eclesiológicos. Es decir, que el principio de subsidiariedad presupone más bien un orden jerárquico, una división vertical de la competencia en una misma estructura social, con relaciones de la parte con el todo, y por eso “*se reconoce con más facilidad allí donde existe una jerarquía de instancias y competencias*”; por lo tanto es más difícil su aplicación en los supuestos de relaciones sociales “*heterogéneas*” u “*horizontales*”¹⁸⁹⁷.

Por su parte, en la Encíclica *Centesimus Annus* Juan Pablo II se encargó de definir las fronteras entre el Estado y la sociedad civil y sus cuerpos intermedios, como la familia, la comunidad local, regional, etc. Parte de la sociabilidad de la persona no se limita a su vínculo con en el Estado, sino que se produce mediante distintos grupos intermedios, comenzando por la

¹⁸⁹⁵ Así señala: “*es justo que las relaciones entre la autoridad pública mundial y las autoridades públicas de cada nación se regulen y rijan por el mismo principio. Esto significa que la misión propia de esta autoridad mundial es examinar y resolver los problemas relacionados con el bien común universal en el orden económico, social, político o cultural, ya que estos problemas, por su extrema gravedad, amplitud extraordinaria y urgencia inmediata, presentan dificultades superiores a las que pueden resolver satisfactoriamente los gobernantes de cada nación.*” Ver: Juan XXIII, *Encíclica Pacem in terris*, Roma 1963.

¹⁸⁹⁶ Ver: Schickendantz, C. (2001) “El principio de subsidiariedad en la Iglesia: Breve historia, discusiones recientes y campos de aplicación práctica”. *Teología y Vida*. Vol. 42. Págs. 280-291.

¹⁸⁹⁷ En esta óptica el principio de subsidiariedad busca una adecuada distribución de competencias; otorga a los gobernantes una herramienta que permite ejercer el poder de forma respetuosa con la persona en la vida social; requiere que los individuos y los grupos se responsabilicen de los derechos, obligaciones y espacios de libertad. Con ello se entiende que requiere de actividades de dirección, promoción y ayuda que le corresponde a los gobernantes, en mayor o menor medida según las circunstancias históricas en busca del bien común. Ver: Viana, A. (1998) “El principio de subsidiariedad en el gobierno de la Iglesia”. *Ius Canonicum*. XXXVIII. Núm. 5. Pág. 155.

familia y continuando con su relación con los grupos culturales, políticos y económicos, que provienen de la misma naturaleza humana y requieren de autonomía¹⁸⁹⁸. Siguiendo a Posada (1995), el principio de subsidiariedad que plantea Juan Pablo II es una acción que piensa en el bien común, con elementos constitutivos, como la justicia social, la libertad, la seguridad, la paz y la solidaridad, que son objetivos permanentes del Estado. Pero señala que en la economía su labor no debe ser así, sino que es preferible una función suplente y transitoria¹⁸⁹⁹.

Más tarde, el papa Benedicto XVI señala que no hace falta que un Estado regule y domine todo, sino que generosamente reconozca y apoye. En el discurso a la Pontificia Academia de las Ciencias Sociales titulado “*La solidaridad y la subsidiariedad auténticas*” expone cómo la solidaridad y la subsidiariedad pueden trabajar juntas con el fin de perseguir el bien común¹⁹⁰⁰. Cuando explica la subsidiariedad, la entiende como una coordinación de las actividades de la sociedad en apoyo de la vida interna de las comunidades.¹⁹⁰¹ Como comenta Sarasa (2009), la subsidiariedad está pensada como una interrelación de iguales con base en el principio de la dignidad de la persona humana. Por ello el Papa, al referirse a un amor compartido entre iguales, “*reafirma su convicción de que sólo es posible el bien común donde “todos ponen” todo lo que tienen, no obstante las diferencias de capacidad*”¹⁹⁰².

¹⁸⁹⁸ Ver: Juan Pablo II, *Encíclica Centesimus annus*. 1991.

¹⁸⁹⁹ Por tanto se puede observar una distinción de funciones: indelegables y delegables. Ver: Posada, O. (1995) *Las fronteras del Estado y de la sociedad civil*. Pág. 65.

¹⁹⁰⁰ Resaltamos la interrelación de cuatro principios fundamentales para la Doctrina Social de la Iglesia: dignidad de la persona humana; bien común; subsidiariedad y solidaridad. Al respecto señala: “*Estas realidades clave, que emergen del contacto directo entre el Evangelio y las circunstancias sociales concretas, constituyen una base para identificar y afrontar los imperativos de la humanidad al alba del siglo XXI, como la reducción de las desigualdades en la distribución de los bienes, la extensión de las oportunidades de educación, la promoción de un crecimiento y de un desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente.*” Ver: Discurso del Santo Padre Benedicto XVI. *A los participantes de la XIV Sesión plenaria de la Pontificia Academia de las Ciencias Sociales*. Mayo de 2008.

¹⁹⁰¹ Además apunta: “*la solidaridad que une a la familia humana y los niveles de subsidiariedad que la refuerzan desde dentro deben situarse siempre en el horizonte de la vida misteriosa del Dios uno y trino (cfr. Jn 5,26; 6,57), en quien percibimos un amor inefable compartido por personas iguales, aunque distintas (cfr. Summa Theologiae, I, q. 42).*” Y señala estos principios (solidaridad y subsidiariedad) “*tienen la potencialidad de situar a los hombres y a las mujeres en el camino que conduce al descubrimiento de su destino último y sobrenatural*”. Ver: *Discurso del Santo Padre Benedicto XVI a los participantes de la XIV Sesión plenaria de la Pontificia Academia de las Ciencias Sociales*. Mayo de 2008.

¹⁹⁰² Ver: Sarasa, L. (2009) “La subsidiariedad en el evangelio de San Juan”. *Theologica Xaveriana*. Num. 59.

Benedicto XVI comenta la importancia de promover lo mejor posible el bien común: “os animo a sondear las dimensiones “vertical” y “horizontal” de la solidaridad y de la subsidiariedad. De tal manera, podréis proponer modalidades más eficaces para resolver los múltiples problemas que afligen a la humanidad en el umbral del tercer milenio, testimoniando también la primacía del amor, que trasciende y realiza la justicia pues orienta a la humanidad hacia la vida auténtica de Dios”. Con lo anterior destacamos la “liberación” como finalidad de la acción subsidiaria, así ninguna persona o grupo debe sentir opresión por instancias superiores en la toma de decisiones; y enfatiza el “autogobierno”, ya que permite la responsabilidad y la iniciativa¹⁹⁰³.

En la *Encíclica Deus Caritas est*, las iniciativas que surgen de las diversas fuerzas sociales, conforme al principio de subsidiariedad, se unen a la espontaneidad con la que los hombres necesitados solicitan auxilio¹⁹⁰⁴. Por tanto, los campos de aplicación práctica de este principio son múltiples. Pero la subsidiariedad reclama el respeto de la dignidad y de la libertad del individuo¹⁹⁰⁵.

Asimismo, la subsidiariedad cuenta con fuertes raíces jurídico-políticas, como señala Boixereu Carrera (1975), pues no en vano se trata de un principio característico de los Estados de estructura federal, en cuanto criterio de reparto de competencias entre la Federación y los Estados, entre *Bund* y *Laender* en el caso de Alemania. Por lo que se resalta que se haya afirmado que el principio de subsidiariedad es un principio poliédrico: filosófico, político, jurídico¹⁹⁰⁶.

El principio de subsidiariedad tomará protagonismo en la Europa democrática. El término ya era familiar en los Estados dotados de estatutos de tipo federal, como Alemania o Suiza y España (con sus Comunidades

¹⁹⁰³ Ver: Discurso del Santo Padre Benedicto XVI. *A los participantes de la XIV Sesión plenaria de la Pontificia Academia de las Ciencias Sociales*. Mayo de 2008.

¹⁹⁰⁴ Ver: Benedicto XVI, *Encíclica Deus Caritas est*. 2005.

¹⁹⁰⁵ Los trabajos de Duhamel, Maritain y Okinczyc, entre otros, respecto de la persona humana, rescatan algunas ideas que ejemplifican las ideas de estos autores: “la persona humana está directamente ordenada a Dios como su fin último absoluto.”; “la persona es lo más noble y más perfecto de toda la naturaleza”. Ver: Maritain, J. (1946) *La persona y el bien común*. Págs. 17 y 36. La persona se diferencia del individuo; se señala que “individuo es lo que teniendo la misma naturaleza que otra, se diferencia de ella, dentro de una misma especie o un mismo género.” Duhamel, G.; Maritain, J. y Okinczyc, J. (1949) *La Defensa de la persona humana*. Pág. 42.

¹⁹⁰⁶ Ver: Boixereu Carreras, A. (1975) “El principio de subsidiariedad”. *Revista de Instituciones Europeas*. Núm. 3. Pág. 774.

Autónomas), pero actualmente se utiliza para la configuración de las competencias entre las Comunidades y sus Estados miembros¹⁹⁰⁷.

5.5.2 La subsidiariedad como categoría política-filosófica

La idea de subsidiariedad tiene un significado en la articulación de la persona en la organización social; parte de la capacidad del ser humano de valerse por sí mismo, manteniendo un nivel de autodeterminación; parte de una visión en la que la persona, en distintas esferas, utiliza como medios estructuras de servicio que le permiten acceder al bienestar.

Siguiendo a Maritain (1983), las instituciones de orden superior deben apoyar y coadyuvar a las organizaciones intermedias y al individuo en su entorno personal y familiar. Esta orientación tiene dos lecturas, una positiva y otra negativa. La primera se manifiesta en un apoyo económico, institucional y regulatorio por parte de esas entidades superiores. En la segunda se establece un deber de abstención por parte de las entidades superiores hacia las iniciativas, que deben ser libres y responsables, de las entidades y grupos inferiores¹⁹⁰⁸. Si bien es un criterio que restringe la acción del Estado, también promueve la participación ciudadana y el protagonismo de la sociedad civil. Conesa, Álvarez y Martínez (2004) consideran que es un concepto “*indispensable para la sostenibilidad*”, ya que implica que la sociedad asuma grandes cambios en la toma de decisiones, y no basta con alcanzar objetivos cuantificables¹⁹⁰⁹.

Diferentes autores utilizan el término *subsidiariedad* para referirse a la acción económica de subsidio que realiza el Estado. Para ellos se trata de una acción política que tiene como finalidad la búsqueda de la igualdad mediante una compensación monetaria que impulsa el consumo o la

¹⁹⁰⁷ En especial por el artículo 3b del Tratado de Maastricht, que establece: “*La Comunidad actuará dentro de los límites de las competencias que le atribuye el presente Tratado y de los objetivos que éste le asigna. En los ámbitos que no sean de su competencia exclusiva, la Comunidad intervendrá, conforme al principio de subsidiariedad, sólo en la medida en que los objetivos de la acción pretendida no puedan ser alcanzados de manera suficiente por los Estados miembros, y, por consiguiente, puedan lograrse mejor, debido a la dimensión o a los efectos de la acción contemplada, a nivel comunitario. Ninguna acción de la Comunidad excederá de lo necesario para alcanzar los objetivos del presente Tratado*”.

¹⁹⁰⁸ Para Maritain, todo lo que puede ser realizado por asociaciones u organismos particulares de orden inferior al Estado debe ser realizado por éstas, ya que son la fuente de la iniciativa del pueblo. Ver: Maritain, J. (1983) *El hombre y el Estado*. Pág. 82.

¹⁹⁰⁹ Ver: Conesa, C.; Martínez, J. y Álvarez, Y. [Eds.] (2004) *Medio ambiente, recursos y riesgos naturales: análisis mediante tecnología SIG y teledetección*. Pág. 74.

producción, aunque se puede opinar que no termina por responder a todas las connotaciones que derivan del término¹⁹¹⁰. Respecto de la acción subsidiaria del Estado, existen diferentes visiones. Para Mises (1949), la intervención gubernamental se entiende como una acción “benévola” de combatir la pobreza y la exclusión¹⁹¹¹. Por su parte, Hayek (1976) entiende que la intervención del Gobierno se debe realizar cuando la iniciativa privada es incapaz de lograr un equilibrio. Se trata de hacer por los ciudadanos lo que la iniciativa privada y el mercado no pueden hacer por ellos. Su preocupación es por la inclusión, para que la ciudadanía pueda tener acceso a los servicios que nadie les presta; no es por un precio “elevado”, es simplemente que no son ofrecidos por nadie¹⁹¹².

Pero no se queda ahí Hayek: señala seis principios que se deben tener en cuenta en la acción correctiva del Estado:

- 1) El uso de la fuerza o de la coacción para prestar u organizar servicios que el mercado no presta, está descartado.
- 2) Los gobiernos locales o regionales tienen prioridad en las intervenciones a fin de evitar el centralismo.
- 3) Los servicios prestados deben ser concesionados o delegados a empresas privadas.
- 4) Una buena parte de los impuestos deben quedarse en el lugar donde se generan.
- 5) Evitar los monopolios.
- 6) Evitar el despilfarro¹⁹¹³.

Estas intervenciones del Estado buscan mejorar las condiciones de cierto grupo de la sociedad. Pero el principio de subsidiariedad es más amplio,

¹⁹¹⁰ Por ejemplo, Borja (1998) señala que la subsidiariedad, en el ámbito económico, significa: “la entrega por el Estado de una subvención monetaria o de una ventaja medible en dinero en favor de una empresa o entidad pública o privada a fin de coadyuvar para el financiamiento de su actividad, bien sea la fabricación de bienes o la prestación de servicios.” Y añade: “...bajar los precios de los productos de consumo masivo o las tarifas de servicios públicos básicos por la vía de compartir los costes de producción, o estimular el crecimiento de ciertos sectores de la economía.” Ver: Borja, R. (1998) *Enciclopedia de la política*. Pág. 908.

¹⁹¹¹ Ver: Von Mises, L. (1946) [1986] *La acción humana. Tratado de economía*. Pág. 1219.

¹⁹¹² Ver: Hayek, F (1976) [1985] *Derecho, legislación y libertad*. Pág. 87.

¹⁹¹³ Ver: Hayek, F (1976) [1985] *Derecho, legislación y libertad*. Pág. 88

pues rechaza todos aquellos conceptos que entienden a la persona como un individuo aislado, guiado por su exclusivo interés. Se estimula la participación cívica y solidaria en la construcción del bien común a través del sufragio, no sólo político, sino asociativo¹⁹¹⁴.

El principio de subsidiariedad, políticamente hablando, supone, como señala Landra (2007), que las personas, las comunidades naturales y las asociaciones voluntarias tengan las condiciones necesarias para ejercer libremente sus derechos y cumplir con los deberes que le son propios en vistas del bien común¹⁹¹⁵. La acción subsidiaria supone autonomía (de la persona, de las comunidades o de los grupos intermedios) para la realización de sus fines; además, fomenta el diálogo civil y social, y la participación en el diseño de las políticas. Por ello, la libertad tiene un papel preponderante en el principio de subsidiariedad.

Como señala Maritain (1946), la persona humana exige vida en sociedad por “*sus necesidades, es decir, en virtud de las exigencias que derivan de su individualidad material*”. Por eso se resalta la dependencia con los demás: la participación en sociedad que se demanda debe ser activa y contribuir así a la construcción del bien común¹⁹¹⁶. Esa necesidad societaria se expresa en la familia, que es el núcleo de toda sociedad. Como define Schooyans (2006), es “*el primer dominio*” en el que se aplica el principio de subsidiariedad, al ser la comunidad social básica¹⁹¹⁷. Por lo que el principio posibilita que las personas y las familias vivan y se asocien, en la sociedad, según sus convicciones. Los poderes públicos deben apoyar las actividades de los individuos y las familias, y no destruirlas o absorberlas. Por lo anterior se entiende que el principio de subsidiariedad protege a la persona humana, a las comunidades locales y a los “grupos intermedios” del peligro que supone perder su legítima autonomía.

¹⁹¹⁴ A manera de ejemplo, comentamos el trabajo de empresas agrarias que analizan De la Fuente, Morales y Jiménez (1999), los autores observaron las estrategias alternativas de empresas que siguieron este principio, actuando individual o asociadamente en aras del bien común. La propuesta de la empresa agraria es una alternativa que se opone tanto a la economía planificada socialista, como a las formas económicas de tendencia liberal exentas de cualquier tipo de control. Ver: de la Fuente, J.; Morales, J. y Jiménez, M. (1999) *La construcción de la empresa campesina: La COMAGRO y sus socios*. En: de Grammont, H [Ed.] *Empresas, reestructuración productiva y empleo en la agricultura mexicana*. Pág. 205.

¹⁹¹⁵ Ver: Landra, M. (2007) *La aplicación del principio de subsidiariedad como un criterio de buen gobierno del obispo diocesano*. Pág. 15.

¹⁹¹⁶ Ver: Maritain, J. (1946) *La persona y el bien común*. Pág. 54.

¹⁹¹⁷ Ver: Schooyans, M. (2006) *La enseñanza social de la iglesia: Síntesis, actualización y nuevos retos*. Pág. 119.

Benedicto XVI ha señalado, como comenta Melé (2012), que “*la subsidiariedad es, ante todo, una ayuda a la persona a través de la autonomía de los cuerpos intermedios. Dicha ayuda se ofrece cuando la persona y los sujetos sociales no son capaces de valerse por sí mismos, implicando siempre una finalidad emancipadora, porque favorece la libertad y la participación a la hora de asumir responsabilidades*”¹⁹¹⁸.

En el capítulo quinto de la Encíclica *Caritas in Veritate* comenta que la subsidiariedad respeta la dignidad de la persona, en la que se ve a un sujeto siempre capaz de dar algo a otros¹⁹¹⁹. Este dar subsidiario ya fue apuntado por Juan Pablo II en la Encíclica *Pacem in terris* cuando afirmaba que la reciprocidad es parte de la constitución íntima del ser humano. Apunta que es “*el antídoto más eficaz contra cualquier forma de asistencialismo paternalista. Ella puede dar razón tanto de la múltiple articulación de los niveles y, por ello, de la pluralidad de los sujetos, como de su coordinación*”¹⁹²⁰. Por tanto, es un principio que ayuda a gobernar en la globalización.

La subsidiariedad, principio favorecedor del orden social, requiere, como comenta Hayek (1982), una “sociedad libre”, en la que se garantizan los derechos naturales de los ciudadanos, aunque con el límite propio de las exigencias del bien común¹⁹²¹. El objeto de toda política debe ser el bien común, que como bien humano presupone el respeto a la dignidad de la persona.

Aunque se trata de un principio político filosófico, el concepto de subsidiariedad tiene diversas aplicaciones prácticas. Siguiendo a Mendoza (2013), hay cuatro principales¹⁹²²:

- 1) *Elemento de Conciencia Social*. Se parte de un fundamento aristotélico-tomista, en el que la persona humana se realiza a

¹⁹¹⁸ Ver: Benedicto XVI, citado en Melé, D. (2012) *Cristianos en la sociedad: Introducción a la Doctrina Social de la Iglesia*. Pág. 95.

¹⁹¹⁹ Benedicto XVI, *Carta Encíclica Caritas in Veritate*. 2009. Págs. 107-108.

¹⁹²⁰ Juan XXIII, *Carta Encíclica Pacem in terris*, Roma 1963.

¹⁹²¹ Señala que la concepción del bienestar común o del bien público de una sociedad libre nunca puede definirse como una suma de resultados particulares, sino tan sólo como “*un orden abstracto que no se encuentra orientado a ningún fin concreto particular, sino que meramente procura la mejor oportunidad para que cualquier miembro seleccionado al azar haga uso de su saber para el logro de sus propósitos.*” Ver: Hayek, F. (1982) “Los principios de un orden social liberal”. *Estudios Públicos*. Pág. 183.

¹⁹²² Ver: Mendoza, J. (2013) *Las Capacidades Subsidiarias del Gobierno Estatal y de los Ayuntamientos del Estado de Hidalgo en el Contexto Federal: Finanzas Publicas, Políticas Públicas, Organización Social*. Pág. 23.

través de la sociedad. Sus relaciones definen al individuo, y por eso las relaciones con las instancias intermedias, y de éstas con una instancia superior, configuran su identidad¹⁹²³.

- 2) *Elemento de Delimitación Competencial*. Esa delimitación trae consigo un debate conceptual liberal-socialista en el que se cuestionan las relaciones del individuo y la sociedad. Ese debate deriva en un asunto de competencias, con lo que se evalúa la contención o superación los límites del Estado¹⁹²⁴.
- 3) *Elemento de Exactitud de Aplicación*. Las diversas jurisdicciones, por ejemplo en la integración europea, requieren una valoración formal que pondere la naturaleza de las sociedades, así como las circunstancias particulares que permitan el ejercicio de funciones y competencias¹⁹²⁵.
- 4) *Elemento de Derecho Social*. Esta es la postura de Ketteler, que establece que debe existir una voluntad de todas las comunidades para que los individuos y las comunidades menores ejerciten sus responsabilidades propias. Esto supone que el individuo no puede valerse por sí sólo. Sin embargo, la acción subsidiaria no debe suplir la responsabilidad individual, sino que más bien debe proveer las condiciones necesarias de manera transitoria para que se consiga la autorrealización personal¹⁹²⁶.

¹⁹²³ Cancela (2001) enfatiza la función subsidiaria a través de estructuras más complejas, es decir, las comunidades mayores que desempeñan funciones semejantes en relación con comunidades más pequeñas. Por ello comenta que existe un debate entre quien está más cerca de los ciudadanos y quien debe tomar decisiones. Esto conlleva la postura de índole político y la de índole jurídico. Por lo que apunta la importancia de la transparencia a fin de minimizar controversias. Ver: Cancela, C. (2001) *El proceso de constitucionalización de la Unión Europea: de Roma a Niza*. Págs. 441-445.

¹⁹²⁴ Con lo que se busca es un respeto o delimitación de las atribuciones de individuos o sociedades menores; por lo que es necesario establecer límites subsidiarios entre individuos y comunidades, así como entre comunidades pequeñas y grandes. Como comenta Del Ama (2007), "al distribuir funciones entre los diferentes nudos de la red, es preciso contar con un criterio claro de competencias." Ver: Del Ama, C. (2007) *Hacia un nuevo orden mundial*. Pág. 117.

¹⁹²⁵ Si bien en la Unión Europea se comparten valores, como la democracia, el respeto por la ley o la solidaridad entre los pueblos, también se requiere delimitar las acciones locales, nacionales y multinacionales. Ver: Del Ama, C. (2007) *Hacia un nuevo orden mundial*. Pág. 150.

¹⁹²⁶ Komonchak ha establecido diversos elementos a ponderar, que son: 1) prioridad de la persona como origen y fin de la sociedad; 2) conciencia de que la persona humana sólo

Tanto el colectivismo como el individualismo se oponen o erosionan la noción de subsidiariedad. En el primero, los derechos naturales del hombre los presentan como anteriores al Estado, ya que los obtiene al formar parte de él, aunque sean anteriores a un Estado en concreto¹⁹²⁷. En el segundo se afirma que el bien común no es producto de los particulares, sino al contrario. Lo individual no se integra en un todo, aunque son los individuos los que producen los bienes sociales e incluso determinan el modo de obtenerlos. Por tanto, es necesario ajustar los bienes individuales al bien común, o relacionarlos. Es decir, que los bienes materiales y culturales que proporcionan felicidad a todos los miembros de la sociedad no se obtienen individualmente. Como señala Landa (2007), el principio de subsidiariedad deriva de la relación entre el bien común y el bien de cada individuo y de la sociedad intermedia. La autoridad hará que todos actúen socialmente de una manera justa¹⁹²⁸.

El principio de subsidiariedad es, como señala Benedicto VI, la norma que establece la medida del ejercicio de la solidaridad, y viceversa. A través del ejercicio solidario de cada individuo, de cada grupo, realiza su cometido en función del bien común. Con ello sólo se suplirá de forma solidaria cuando el individuo y los grupos en que se integra no puedan cumplir debidamente

puede conseguir su realización en las relaciones sociales; 3) legitimidad de las relaciones sociales y las comunidades sólo en el desarrollo de una función subsidiaria, esto es, no deben suplir la responsabilidad individual sino proveer las condiciones necesarias para la autorrealización personal; 4) analogía de la función subsidiaria a través de estructuras más complejas, es decir, las comunidades mayores deben existir para desempeñar roles semejantes en relación a comunidades más pequeñas; 5) positivamente, procuración por parte de todas las comunidades para que los individuos y las comunidades menores ejerciten las responsabilidades propias; 6) negativamente, exigencia hacia las sociedades para que no priven a los individuos y a las comunidades menores de su derecho a ejercer su autorresponsabilidad; 7) establecimiento de límites subsidiarios entre individuos y comunidades, así como entre comunidades pequeñas y grandes; 8) valoración formal en razón de la naturaleza de las sociedades y de las circunstancias particulares; 9) trascendencia a la vida de toda sociedad por estar fundada en la metafísica de la persona. Ver: Komonchak, J. (1988) "Subsidiarity in the church: the state of the question". *The Jurist*. Pág. 301.

¹⁹²⁷ Siguiendo a Cruz Prados (2006) entendemos que es en sociedad donde la vida humana cobra más fuerza, pues realiza actividades y formas propias. Vivir en sociedad –*polis*– configura nuestra forma de perseguir los bienes humanos y el tipo de bienes que podemos alcanzar. Ver: Cruz Prados, A. (2006) *Ethos y polis: bases para una reconstrucción de la filosofía política*. Pág. 217.

¹⁹²⁸ Señala que se cumpla toda *justicia conmutativa y distributiva*. Los miembros de la sociedad en libertad son los que deben *autodeterminarse* y emplear los medios que más les convengan para producir tales bienes, no sólo de forma individual, sino también por medio de las familias y las asociaciones intermedias. Ver: Landa, M. (2007) *La aplicación del principio de subsidiariedad como un criterio de buen gobierno del obispo diocesano*. Pág. 19.

con sus legítimos objetivos. Con ello rechaza la persona como un individuo aislado¹⁹²⁹.

Siguiendo a Messner (1976), entendemos la subsidiariedad como un auxilio que debe de ir acompañado de responsabilidad y esfuerzo. El principio es “*el fundamento jurídico de la sociedad a diferencia del Estado y en oposición a éste*”. Pero exige una “*sociedad libre*” en la que estén garantizados los derechos naturales, limitados sólo por las exigencias del bien común. Por ello se requiere una “*sociedad abierta*”, una comunidad de ciudadanos integrados en sus asociaciones sociales en la que se fomenta la ayuda¹⁹³⁰.

El principio de subsidiariedad también es un principio jurídico, que no surge ni tiene como fin a las leyes económicas, sino que se funda en la justicia y en el derecho de asociación. En este sentido, en la Encíclica *Mater et Magistra* se sostiene que tiene como fin el buen gobierno, y por ello se establecen tres divisiones:

- 1) Prevenir contra el abuso o exceso de poder del Estado.
- 2) Una serie de leyes que respetan la iniciativa personal que está presente en la legislación de ese Estado.
- 3) Su autonomía no es independencia, no es algo separado de la sociedad. El hombre social hace sociedades autónomas, no independientes, su actuación coopera con el bien común, no vive sino que convive; no obra sino que coopera. Su vida no es existencia sino coexistencia, no es vivencia sino convivencia. Esa es la autonomía propia de estas sociedades intermedias¹⁹³¹.

Por ello se abordará el principio desde su perspectiva jurídica, que es una de las implicaciones del término.

¹⁹²⁹ Apunta: “*la subsidiariedad sin la solidaridad desemboca en el particularismo social, también es cierto que la solidaridad sin subsidiariedad acabaría en el asistencialismo que humilla al necesitado. Esta regla de carácter general se ha de tener muy en cuenta incluso cuando se afrontan los temas sobre las ayudas internacionales al desarrollo*”. Benedicto XVI, *Encíclica Caritas in Veritate*. Págs. 107-108.

¹⁹³⁰ Ver: Messner, J. (1976) *La cuestión social*. Págs. 362-371.

¹⁹³¹ Ver: *Mater et Magistra*. 53-117

5.5.3 La subsidiariedad como categoría jurídica

Como ya hemos mencionado, el principio de subsidiariedad tiene varias connotaciones según el área de análisis. Como señala Stein (1995), ha estado presente desde los inicios de la Unión Europea, si no explícita sí implícitamente desde el tratado de la Comunidad Económica Europea¹⁹³². Con esta misma idea, Peraza (2000) apunta que ya estaba presente al ser una *organización internacional* y añade que se puede rastrear la noción en el tratado de Roma, aunque esta tesis tiene sus detractores¹⁹³³. Altiero Spinelli, en su proyecto de tratado de la UE de 1984, lo esboza sin referirse directamente a él, pues establece *competencias exclusivas y concurrentes* que delinearán el principio. Sin embargo, hasta 1986 no queda establecido de forma explícita (Art. 130 del tratado Acta única) y en 1988, en la Carta Europea de Autonomía Local, referida a las responsabilidades públicas¹⁹³⁴. Por su parte, Carro (1991) comenta que desde un punto de vista jurídico la subsidiariedad se aplica a toda acción u obligación que suple o robustece otra principal¹⁹³⁵.

El principio quedó formalmente establecido en el Tratado de Maastricht de 1992, en el Art. 3b¹⁹³⁶. En él se subordina la aplicación de cualquier acción nueva a la efectiva evidencia de su necesidad. Es decir, que la acción común que se realiza jerárquicamente debe aportar un valor añadido concreto, diferenciado de las acciones realizadas por los Estados miembros. Sin embargo, Goizueta (2000) señala que independientemente de la

¹⁹³² Stein (1995) señala que ya se encontraba en el Informe Provisional de la Comisión Institucional del Parlamento Europeo sobre el Principio de Subsidiariedad (*Informe Giscard d'Estaing*) de 4 de julio de 1990 (*Doc. PE A-163/990 B*), y también en la Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Referente al Principio de Subsidiariedad, 1992 (*Agence Europe/Doc. núm. 1.804/05*). Ver: Stein, T. (1995) "El principio de subsidiariedad en el derecho de la Unión Europea". *Revista de Estudios Políticos*. Pág. 69.

¹⁹³³ Un ejemplo es el profesor de Glasgow, A. G Toth que sostiene que el principio de subsidiariedad no existía con anterioridad a los tratados fundacionales de la Unión Europea.

¹⁹³⁴ Ver: Peraza, L. (2000) "La subsidiariedad: antecedentes e historia". En Banús, E [Ed.] *Subsidiariedad: Historia y aplicación*. Págs. 410.

¹⁹³⁵ Carro (1991) apunta que la subsidiariedad se caracteriza por su ambivalencia y opacidad. Se trata de un principio, que "*al igual que los principios generales del derecho, sólo son derecho en la medida que la jurisprudencia lo interpreta artesanalmente*". Ver: Carro, A. (1991) "La Unión Europea y el principio de subsidiariedad". *Revista de Administración Pública*. Núm. 126. Pág. 230.

¹⁹³⁶ Establecido en el Informe de la Comisión Europea: "*El principio de subsidiariedad está destinado a garantizar una toma de decisiones lo más cercana posible al ciudadano, con una verificación constante de que la acción que deberá emprenderse a nivel comunitario está justificada en relación con las posibilidades existentes a escala nacional, regional o local*". Ver: Informe de la Comisión de las Comunidades Europeas. 1993. Citado en Estella de Noriega, A. (2000) *El dilema de Luxemburgo. El Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas ante el principio de subsidiariedad*. Pág. 68.

ambivalencia del principio jurídico-político, que deriva de la concepción del Tratado, no puede quedar de lado la opacidad del instrumento de protección, que permite enfrentarse al sistema competencial comunitario pero tiene un gran poder camaleónico, ya que puede interpretarse en cada momento y según cada circunstancia¹⁹³⁷. Como consecuencia del Tratado de Maastricht quedó expuesta la necesidad de verificar la proporcionalidad con el objetivo perseguido¹⁹³⁸.

El principio de subsidiariedad, como señala Frosini (2002), cumple un triple cometido, jurídicamente hablando: primero, la relación entre Estado y sociedad, que se puede entender como autoridad y libertad, pero también entre iniciativa privada y poder impositivo del Estado; segundo, supone la titularidad de normar de forma autónoma; tercero, resulta tener elementos en común con la materia de las fuentes, es decir, diversos niveles de expresión de las funciones y competencias públicas y, por tanto, la descentralización administrativa estructurada sobre la base de una unión diferente entre centro y periferia¹⁹³⁹.

La *Comisión Constitucional del Parlamento Europeo*, en sus resoluciones A3-163/90 y A3-267/1990, aborda el principio de subsidiariedad distinguiendo entre la vertical y la horizontal. Tanto en el *Tratado de Maastricht*¹⁹⁴⁰ como en la *Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea* quedó estipulado el principio de subsidiariedad como eje fundamental para la regulación del ejercicio de las competencias¹⁹⁴¹.

¹⁹³⁷ La investigadora comenta que es más fácil encontrar duras críticas que benévolas aplicaciones sobre el concepto subsidiariedad. Ya que aunque se le ha catalogado como la piedra filosofal de la Carta Magna Europea, también se le menciona como algo confuso y peligroso. Ver: Goizueta, J. (2000) “Breves reflexiones acerca del principio de subsidiariedad: de sus orígenes al tratado de Maastricht”, en Banús, E. [Ed.] *Subsidiariedad: historia y aplicación*. Pág. 135.

¹⁹³⁸ La fuerza de la acción debe ser acorde con el tema en concreto y dejar claro a los Estados miembros sus límites, es decir sus competencias.

¹⁹³⁹ Ver: Frosini, E. (2002) *Subsidiariedad y constitución*. Pág. 13.

¹⁹⁴⁰ Desde la propia constitución de la UE se establece: “*La Comunidad actuará dentro de los límites de las competencias que le atribuye el presente Tratado y de los objetivos que éste le asigna. En los ámbitos que no sean de su competencia exclusiva, la Comunidad intervendrá, conforme al principio de subsidiariedad, sólo en la medida en que los objetivos de la acción pretendida no puedan ser alcanzados de manera suficiente por los Estados miembros, y, por consiguiente, puedan lograrse mejor, debido a la dimensión o a los efectos de la acción contemplada, a nivel comunitaria. Ninguna acción de la Comunidad excederá de lo necesario para alcanzar los objetivos del presente Tratado*”. Ver: Art. 5 del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea.

¹⁹⁴¹ En la Carta queda establecido el principio en el preámbulo: “*La presente Carta reafirma, respetando las competencias y misiones de la Comunidad y de la Unión, así como*

El principio de subsidiariedad, tal y como ha sido enunciado en el Tratado de Maastricht, puede servir para legitimar cualquier acción comunitaria, como comenta Nieto (2000), o para juzgar algunas de ellas. Sin embargo, no existe un sistema procedimental que limite las competencias en crecimiento, por lo que la investigadora se decanta por “mecanismos políticos” de representación que equilibren la toma de decisiones, mejorando la coexistencia con base en la coordinación¹⁹⁴². Sin embargo, para Garralda (2000) el principio de subsidiariedad comunitario, es decir, el establecido en la UE, es orientativo, se aplica cuando las circunstancias lo exigen y lo permiten. Así, señala que en él, predomina una proyección práctica y utilitaria, y mediante este principio la UE se propone atender lo que los Estados no pueden llevar a cabo¹⁹⁴³.

5.5.4 La subsidiariedad y el desarrollo sostenible

La subsidiariedad ha quedado establecida en temas de sostenibilidad cuando se abordan modelos de desarrollo en los que se promueve la acción ciudadana. Uno de los modelos de acción ciudadana es el *Programa de Agenda 21 Local*. Como comentan Brunet, Almeida y Coll (2005), con su puesta en marcha se intentó incentivar procesos participativos a partir de la formulación de estrategias de abajo a arriba, con una amplia y activa implicación ciudadana¹⁹⁴⁴. El cambio del modelo de gobierno convencional hacia otro de tipo multinivel supone que los agentes locales comparten responsabilidades en la definición de objetivos y el logro de soluciones. Sin embargo, estos cambios no garantizan que se dé la implantación del principio de subsidiariedad, por lo que se requiere, entre otras, una

el principio de subsidiariedad, los derechos reconocidos especialmente por las tradiciones constitucionales y las obligaciones internacionales...” También en la rúbrica, señala: “*Las disposiciones de la presente Carta están dirigidas a las instituciones y órganos de la Unión, respetando el principio de subsidiariedad, así como a los Estados miembros únicamente cuando apliquen el Derecho de la Unión*”. Ver: Carta de Derechos Fundamentales de la Unión Europea.

¹⁹⁴² Ver: Nieto, M. (2000) *Interpretación y desarrollo del principio de subsidiariedad*, en Banús, E. [Ed.] *Subsidiariedad: historia y aplicación*. Pág. 278.

¹⁹⁴³ Ver: Garralda, J. (2000) “Europa y el retorno del principio de subsidiariedad”, en Banús, E [Ed.] *Subsidiariedad: historia y aplicación*. Pág. 120.

¹⁹⁴⁴ La administración debe facilitar el proceso, estimulando la participación de los diferentes agentes sociales, políticos y económicos, trasladando el protagonismo a la ciudadanía.

redefinición de roles tanto por parte de la administración pública como de los agentes económicos y sociales¹⁹⁴⁵.

Las administraciones locales han tenido un afán por ganar centralidad¹⁹⁴⁶. Sin embargo, las ventajas que provienen de un mayor protagonismo de los agentes sociales no son garantía para la consecución de los objetivos de un desarrollo sostenible. Quizá sí que se puede hablar de administraciones más participativas o más democráticas. Siguiendo a Núñez (2000), el nuevo orden mundial derivado de los trabajos del Club de Roma implicaba cambiar las estructuras actuales¹⁹⁴⁷. Exigía que la sociedad fuera capaz de adaptarse a las exigencias, “*prever el futuro de su desarrollo*” y administrar adecuadamente los recursos; por ello se requieren comunidades locales implicadas que utilicen los flujos informáticos¹⁹⁴⁸.

5.5.5 El binomio subsidiariedad-solidaridad

La subsidiariedad no se entiende sin la solidaridad pues, como comenta Fontrodona (2015), se requiere de estos dos principios para que una sociedad funcione de forma justa¹⁹⁴⁹. Ambos fomentan que la sociedad civil active sus

¹⁹⁴⁵Ver: Brunet, P.; Almeida, F. y Coll, M. (2005) “Agenda 21: Subsidiariedad y cooperación a favor del desarrollo territorial sostenible”. Boletín de la AGE. Núm. 39 Pág. 429.

¹⁹⁴⁶ Font y Subirats (2000) señalan “*puede ser un acicate para que estas administraciones exploren formas de ganar legitimidad y demostrar su capacidad para resolver problemas colectivos territorialmente localizados*” Ver: Font, N. y Subirats, J. (2000) *Local y Sostenible. La Agenda 21 Local en España*. Pág. 17.

¹⁹⁴⁷ En el Informe Meadows, se señala: “*cambiar los eslabones de la información de un sistema: el contenido y la serie temporal de datos con que los actores con en el sistema deben trabajar, los objetivos, los incentivos, los costes y la retroalimentación que motivan o restringen la conducta. La misma combinación de gente, instituciones y estructura física pueden comportarse de modo completamente distinto, si sus actores pueden ver una buena razón para hacerlo y si disponen de la libertad para cambiar.*” Ver: Meadows, D. (1992) *Más allá de los límites del crecimiento*. Pág. 230.

¹⁹⁴⁸ Ver: Núñez, S. (2000) *Subsidiariedad y nuevo orden*, en Banús, E [Ed.] *Subsidiariedad: historia y aplicación*. Pág. 307.

¹⁹⁴⁹ Señala que a través del principio de subsidiariedad apoyado en la libertad, se favorece la iniciativa privada a todos los niveles de la sociedad; con el principio de solidaridad, se busca el bien común, y, por tanto, el bienestar de todos. Pero subraya que en la práctica estos dos principios no pueden darse el uno sin el otro, pues cuando se da la subsidiariedad –es decir, la libertad y la iniciativa individual– sin la solidaridad –es decir, sin pensar en el bien de todos–, se puede producir un liberalismo egoísta que fomenta el propio interés por encima del bien social. Pero, en contraparte, si se da la solidaridad sin la subsidiariedad, es decir si se interpone el bien de todos por encima de la libertad individual, se acaba

circuitos en pro de una sociedad más equitativa. Por ello el cardenal Scola (2009) señala que la subsidiariedad y la solidaridad, junto con la dignidad de la persona, son los tres pilares de la Encíclica *Caritas in Veritate*¹⁹⁵⁰. La solidaridad, comenta González (2002), en cuanto a actitud ética, comienza por promover una acción social, que va más allá de lo que está previsto por las leyes, planes, políticas y programas de un Estado. Es decir, es una iniciativa personal que se articula en la sociedad civil, aunque puede influir en las políticas de desarrollo de los gobiernos locales, nacionales o regionales. No debe ser vista con recelo por venir de la sociedad civil; por el contrario, cuenta con el respaldo para llevar a cabo sus objetivos¹⁹⁵¹.

Siguiendo a Pérez (2007), el término solidaridad procede de dos campos léxico-semánticos. El primero, del latín “*in solidum*” se refiere al mundo de la construcción: así, el significado “sólido”, relevante en la construcción, apunta a un valor de cohesión, de unión entre las diversas partes. También se refiere a la cohesión entre las moléculas, que mantienen una forma constante. El segundo proviene del área jurídica, en concreto del Derecho Romano: se encuentra una referencia en *El digesto* de Justiniano, que realiza una reforma recopilando las leyes que estaban en vigor. La evolución del término se popularizó en Francia y de ahí el mayor número de referencias¹⁹⁵².

En la revisión histórica del término¹⁹⁵³, Aristóteles nunca definió la solidaridad como tal, es decir literalmente. Sin embargo, se encuentra presente en su concepción de amistad. En ella se fundamentan la cohesión y

determinando lo que es bueno para todos. Ver: Fontrodona, J. (2015) “Entre la solidaridad y la subsidiariedad”. *Empresa y Sociedad. IESE*.

¹⁹⁵⁰ Ver: Scola, A. (2009) “Caritas in veritate. La gratuidad, esa revolución económica”. *Revista Internacional de Comunión y Liberación*.

¹⁹⁵¹ La profesora apunta que las actitudes solidarias que emergen de la sociedad civil, tienen una importancia determinante: “no sólo porque ayudan efectivamente al desarrollo de personas y pueblos más desfavorecidos, sino también porque, aglutinando voluntades en torno a un proyecto de estas características, cooperan activamente la humanización de nuestras mismas sociedades.” Ver: González, A (2002) “Sociedad civil y Solidaridad”, en Bernal, A. [Ed.] *El voluntariado. Educación para la participación social*. Págs. 27-51.

¹⁹⁵² Durante la Edad Media, los juristas reavivan el término y los intelectuales, durante el siglo XVII, usan tanto “solidaridad” como “solidariamente”. Pero se populariza después: “En un principio el sinónimo utilizado era el de caridad entendido como una virtud teologal; cualidad inherente al hombre, que comprendía el amor a Dios y al prójimo, mediante la limosna o el socorro, el servicio a los pobres y a los enfermos.” Así que es en el siglo XVIII, en Francia, donde se encuentran más referencias de su uso. Ver: Pérez, I. (2007) “Itinerario de la solidaridad desde el Pandectas de Justiniano hasta su incorporación en las diferentes disciplinas”. *Revista Electrónica de Estudios Filológicos*.

¹⁹⁵³ Sobre el aporte de la solidaridad en el trabajo y en el gobierno de la empresa, ver: Tabra, E. (2013) *Solidaridad y gobierno corporativo de la empresa. Una mirada a los organismos internacionales*. Tesis doctoral. Universidad de Navarra.

la conservación de la *polis*¹⁹⁵⁴. Santo Tomás, al hablar de la prudencia, le atribuye la posesión de “*la razón de la virtud de que gozan las virtudes morales*”. De ahí que se entienda como actitud natural para la consideración de los fines humanos. Con ella y a partir de las virtudes humanas se consigue la libertad. Para él la libertad es “querer el bien”; así, el querer es voluntad y la categoría “bien” es que la libertad sirve a ese fin¹⁹⁵⁵. Para Santo Tomás, esto se consigue en sociedad, si bien el hombre debe tener la predisposición que se requiere para ejecutar actos o acciones solidarios. Lo consigue mediante la renuncia de los egoísmos y enfocando sus objetivos al bien común. En este mismo sentido, Juan Pablo II define la solidaridad como una “*determinación firme y constante de empeñarse por el bien común; es decir, por el bien de todos y cada uno, para que todos seamos verdaderamente responsables de todos*”¹⁹⁵⁶. Por lo tanto, el origen de esta virtud surge de darse cuenta de que dependemos unos de otros, como apunta Martínez (2006); con ello se vincula a la justicia social, que es la clave de la interdependencia creciente entre personas y pueblos –una clave que apunta en el sentido de la conciencia del mundo como aldea global– por lo que la solidaridad se convierte en una categoría moral básica¹⁹⁵⁷.

Siguiendo a Camps (1990), la solidaridad llega allá donde la justicia no lo hace, pues ésta depende en buena parte de la buena voluntad de los individuos. Los buenos sentimientos, como la solidaridad, abonan la justicia social, pero no la definen y, como establece la investigadora, “*es una virtud cardinal que, en cierto modo, constituye la materialización de todas las demás virtudes*”¹⁹⁵⁸. Sin embargo, la detalla como “*el valor que consiste en mostrarse unido a otras personas o grupos, compartiendo sus intereses y*

¹⁹⁵⁴ La amistad tiene como objetivo el bien común; para llegar a él, se requiere la virtud que se practica con los semejantes. Por lo que la solidaridad deriva de esta práctica, es decir, de las relaciones que se producen entre iguales y que buscan el bien. La amistad propicia la consecución del bien común, pues de este modo se dan relaciones de reciprocidad. Ver: Aristóteles, *Ética a Nicómaco*, VIII, 9, 1163a13.

¹⁹⁵⁵ Así establece: “*un hombre es parte de la ciudad, es imposible que sea bueno sino está bien ordenado respecto del bien común: un todo no puede estar bien constituido si sus partes no le están ordenadas. Por lo cual es imposible que el bien común de la ciudad sea bien logrado si los ciudadanos no son virtuosos*” Ver: Santo Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. I-II, q.92, a.1.

¹⁹⁵⁶ Ver: Juan Pablo II. *Sollicitudo rei socialis*, Núm. 38.

¹⁹⁵⁷ Martínez (2006) subraya que la solidaridad está en el centro de la ética social de Juan Pablo II, junto con la concepción de la dignidad de la persona y de la sociedad como una comunidad de personas. Ver: Martínez, J. (2006) “El personalismo solidario de Juan Pablo II: convertir la interdependencia en solidaridad”. UNISCI. Discussion Papers. Págs. 409-421.

¹⁹⁵⁸ Señala que a fin de cuentas la justicia intenta hacer realidad una hipotética igualdad entre los individuos. Ver: Camps, V. (1990) *Virtudes públicas*. Pág. 33.

sus necesidades”¹⁹⁵⁹. Con ello nos dirige a la compasión, al reconocimiento del otro. Por ello, Camps hace un llamado al civismo, al respeto por las personas, y apunta con ello a la importancia de la caridad.

La solidaridad, como otras virtudes, se va desarrollando en la medida en que se forman los hábitos. Dicho de otra forma, en la medida que se “educa” la propia conducta. Martínez (2004) comenta que la teología católica incorporó la solidaridad como “*categoría fundamental de la moral*”¹⁹⁶⁰, y así se convirtió en un elemento de referencia ineludible en la moral social. La solidaridad está presente en la socialización, es decir no es algo casual o arbitrario, sino más bien esencial a la persona humana, de tal manera que sólo se realiza en comunidad. Como señala Amengual (1993), la solidaridad no puede ser concebida como algo “*casual, particular, subjetivo, gratuito y arbitrario, sino que su estatuto debe corresponder a la función que ejerce y al fin a que sirve*”¹⁹⁶¹. El concepto de solidaridad está presente en los valores y derechos fundamentales, de modo que la solidaridad, junto con la libertad, la igualdad y la justicia, se ha convertido en un concepto clave para el progreso social.

Lo que hoy entendemos por solidaridad se puede equiparar al “*sentimiento de simpatía, humanidad o benevolencia*” que Hume describía¹⁹⁶². La desigualdad y la pobreza que existen en el planeta reclaman un sentimiento mínimo de empatía. Hoy, más que nunca, con las tecnologías de información y comunicación, podemos tener “conciencia” de las desigualdades a escala global, lo que nos debería hacer reflexionar sobre la relevancia ética de la solidaridad.

Pero el sentimiento solidario a raíz de las desigualdades sociales fue ya apuntado por Hobbes, que entendía que estas diferencias generarían *caos y guerra*. Por ello, Hobbes justifica el establecimiento de un “garantizador” de la ley que permita la convivencia humana. Subraya que son las *leyes civiles* (mandatos de quien tiene la autoridad en la ciudad –*comunidad*–) las que

¹⁹⁵⁹ Ver: Camps, V. (1990) *Virtudes públicas*. Pág. 35.

¹⁹⁶⁰ Apunta que si bien el movimiento solidario nació laico, poco a poco permeó dentro del Magisterio Eclesial. Ver: Martínez, J. (2004) “El sujeto de la solidaridad: Una contribución desde la ética social cristiana”, en Villar, A. y García-Baro M. [Eds.] *Pensar la Solidaridad*. Pág. 47.

¹⁹⁶¹ Ver: Amengual, G. (1993) *La solidaridad como alternativa. Notas sobre el concepto de solidaridad*. Pág. 145

¹⁹⁶² Con este sentimiento apunta Hume que se produce una satisfacción con los beneficios que se producen derivados de la justicia. Ver: Cabeza, D (2008) *Hume esencial: la razón es y sólo debe ser esclava de las pasiones*. Pág. 58.

darán dirección a las acciones futuras de sus ciudadanos¹⁹⁶³. Ya que existe un compromiso asociativo que garantiza la propia supervivencia, se puede decir que en el pensamiento hobbesiano, lo que está detrás es la renuncia del individualismo en pro de un bienestar colectivo.

Locke desarrolla el argumento de Hobbes –el contrato social es lo que permite que opere la ley– y apunta: “*los hombres, todos libres por naturaleza, iguales e interdependientes, ninguno puede ser sacado de esa condición y puesto bajo el poder político de otro sin su consentimiento*”¹⁹⁶⁴. Sin embargo, como comenta Martínez (2004), toma distancia de Hobbes, pues el estado de guerra surge al imponer a otro hombre su poder –mediante la fuerza– con lo cual formula que el derecho a la vida, a la libertad, etc., depende únicamente de los individuos, y no hay ley positiva que lo explique¹⁹⁶⁵. Así, la solidaridad puede ser vista como la semilla de la que brotará la acción justa. A través de los hábitos de esa disposición interior se concreten las acciones solidarias que se transforman en costumbre, en *ethos*.

Según Grondona (1989), John Stuart Mill va en distinto sentido a Hobbes y Locke, pues entiende que el individuo adquiere unos derechos y deberes por las acciones de sus gobernantes¹⁹⁶⁶. Para que el individuo sacie su deseo sociabilizador tiene que ampliar su círculo de acción social, algo que realiza por medio de “pactos” voluntarios¹⁹⁶⁷. Por tanto, el aporte de Mill es entender la solidaridad como un principio que se produce no por obligación social sino desde la libertad individual, a través de una “utilidad privada”. Es decir, que al realizar actos solidarios se obtiene felicidad. Es de señalar que también está presente, en las ideas de Mill, la solidaridad como un deber: la obligación social de efectuar la acción solidaria.

Se puede sintetizar la postura solidaria de Mill como un marco relacional en el que están presentes la libertad, la felicidad, la caridad y la benevolencia. Se obtiene la libertad mediante la interacción con nuestros semejantes. Para lo cual utiliza la caridad como fundamento de los actos voluntarios que permiten alcanzar la felicidad. Por su parte, el solidarismo francés, de la

¹⁹⁶³ Ver: Hobbes, T. (1642) [2000] *De cive: elementos filosóficos sobre el ciudadano*. Pág. 127.

¹⁹⁶⁴ Ver: Locke, J. (1990) *Segundo tratado sobre el gobierno civil*. Pág. 111.

¹⁹⁶⁵ Ver: Martínez, J. (2004) *El sujeto de la solidaridad: Una contribución desde la ética social cristiana*. Pág. 56.

¹⁹⁶⁶ Ver: Grondona, M. (1989) *Los Pensadores de la Libertad: de John Locke a Robert Nozick*. Pág. 94.

¹⁹⁶⁷ Ver: Grondona, M. (1989) *Los Pensadores de la Libertad: de John Locke a Robert Nozick*. Pág. 95.

mano de su principal exponente, Léon Bourgeois, dota a la solidaridad de elementos científicos y con ello permite que sea descrita como una realidad objetiva. Señala que “*será siempre el complemento necesario de toda fórmula social verdaderamente humana*”¹⁹⁶⁸. Bourgeois busca encontrar con la solidaridad una teoría de derechos y deberes sociales. Así que la solidaridad, como un estado de unidad, coincide con las nociones solidarias que proponen Durkheim y Gide.

Émile Durkheim diferencia dos tipos de solidaridad. Por un lado la solidaridad “mecánica” en las que las relaciones sociales dependen del parentesco o la tradición –propia de las sociedades antiguas– y por otro, la solidaridad “orgánica”, que deriva de la división del trabajo, así como de los roles desempeñados en la sociedad¹⁹⁶⁹.

Las nociones de solidaridad de John Rawls se hayan contenidas en su propuesta de justicia. En su *teoría de la justicia* formula unos principios que podrían cimentar la estructura básica de la sociedad y con ello orientarían el sentido de la justicia. Siguiendo a Martínez (2013), los principios elegidos por Rawls son dos: el primero exige que “*cada persona ha de tener un derecho igual al esquema más extenso de libertades básicas iguales que sea compatible con un esquema semejante de libertades para los demás*” y el segundo prescribe que “*las desigualdades sociales y económicas habrán de ser conformadas de modo tal que a la vez que: a) se espere razonablemente que sean ventajosas para todos, b) se vinculen a empleos y cargos asequibles para todos*”¹⁹⁷⁰.

Con ello se busca garantizar el acceso a los “bienes primarios”, necesarios para que cada persona pueda realizar su proyecto de vida, cualquiera que sea. Por lo que se trata de derechos, oportunidades, recursos económicos y libertades que deben estar presentes en cualquier sociedad. Estos son el combustible necesario para que arranque la autoestima –entendida como una variante de la dignidad humana–¹⁹⁷¹; es decir, lo que se busca es una teoría

¹⁹⁶⁸ Ver: Bourgeois, L. (1896) *Solidarité*, citado en Villar, A. y García-Baró, M. [Eds.] *Pensar la Solidaridad*. Pág. 127.

¹⁹⁶⁹ A través de la división social del trabajo, la sociedad se especializa y se segmenta. Los procesos de integración quedan condicionados, es decir, la integración social establece, como consecuencia de la división de trabajo, las funciones que realizan los individuos en una sociedad. Con ello se produce una diferenciación de roles que genera una tensión con la solidaridad. Ver: Durkheim, E. (1982)[1889] *La división de trabajo*. Pág. 175.

¹⁹⁷⁰ Ver: Rawls, J. (1993) *Teoría de la justicia*. Pág. 82.

¹⁹⁷¹ Pero, como señala Martínez (2013), estos bienes son distintos a la salud, la inteligencia y la imaginación, pues éstos son bienes naturales. Rawls distingue entre bienes sociales y bienes naturales; éstos últimos intrínsecos a la persona. Sin embargo, la distribución natural no es ni justa, ni injusta, como tampoco es injusto que las personas nazcan en una determinada posición social. Estos son hechos, pero lo que puede ser justo o injusto es el

de justicia social en la que la solidaridad está inmersa, pues “compensará” a los menos favorecidos.

Por tanto, la solidaridad *rawlsiana*, como comenta Figueroa (2008), está presente en el deber de colaboración con el vulnerable. Con ello se busca reducir su desigualdad social frente a los demás miembros¹⁹⁷². Esto produce una mayor unión de personas, es decir, un entramado social que establece que los principios de justicia están enraizados y ayudan a florecer el bienestar colectivo. La propuesta de Rawls permite equiparar la justicia social con la sostenibilidad, esto es, una justicia más amplia que permite armonizar el ambiente (naturaleza) –la *dike* griega–¹⁹⁷³ con la economía, si se piensa como una virtud que armoniza las restantes. Es decir, si cada elemento de la sociedad realiza la función que le es propia, la comunidad y los individuos realizarán acciones justas, y pondrán énfasis en el bienestar colectivo por encima del individual.

Aristóteles entiende la justicia como una virtud que se aplicaba tanto a las instituciones como a los individuos. Rawls asume esa preocupación y propone que la justicia social es lo que debe prevalecer en las estructuras básicas de la sociedad. Con ello podría entenderse la sostenibilidad como armonía entre los elementos de la sociedad a la que refiere la justicia. La propuesta rawlsiana de “justicia como equidad”, como señala Martínez (1999), aparece como un “liberalismo solidario”, es decir, como una fórmula éticamente deseable y políticamente viable que puede inspirar muchas de las reformas sociales. Apunta a un criterio político que favorece la operatividad¹⁹⁷⁴.

Como hemos dicho en el capítulo anterior, es frecuente observar acciones insolidarias con los pueblos más pobres y con el medio ambiente. Las formas de consumo que seguimos están relacionadas con los hábitos

modo en que las instituciones actúan respecto a estos hechos. La naturaleza es arbitraria, pero la sociedad no es un orden natural; por tanto el sistema social es construible. Ver: Martínez, J. (2013) “Justicia y salud: la perspectiva de Rawls”. *Anais dos III Congresso Iberoamericano de Direito Sanitário*. Pág. 297.

¹⁹⁷² Ver: Figueroa, Y. (2008) *Delitos de Infracción de Deber*. Págs. 162-163.

¹⁹⁷³ La *dike* griega se refiere a la justicia como sistema social, sin embargo es el concepto de *dikaioσύνη* el que brinda el sentido moral de la justicia. Por lo que para el griego de la época clásica, la ciudad estaba vinculada a la naturaleza. Platón, al hablar de la justicia en *La República* afirma que la “justicia” (*dikaioσύνη*) es el estado del hombre que sigue la *dike*, el estado del hombre que se encarga de lo que le es propio encargarse. Así “*la justicia está unida a la idea de bien.*” Ver: Platón (2008) *La República*. Pág. 54.

¹⁹⁷⁴ Ver: Martínez, E. (1999) *Solidaridad liberal: La propuesta de John Rawls*. Pág. 19.

solidarios, con las acciones diarias que nos vinculan globalmente y que se materializan en nuestros estilos de vida, por lo que debemos aceptar que estas acciones tienen una responsabilidad moral. Solidaridad y responsabilidad van de la mano, ya que ambas tienen presente al otro. En este sentido señala Rorty (1989): “*A fin de cuentas, ser solidario es ensanchar el ámbito del nosotros*”¹⁹⁷⁵. Para que el binomio solidaridad-subsidiariedad sea funcional, se requiere establecer con claridad la noción de bien común.

5.6 El bien común y la sostenibilidad

La noción aristotélica de “obrar bien” podría interpretarse como éxito en la vida, pues en ella se persigue y se ejerce la virtud. Sin embargo, este fin se consigue a través de la vida en sociedad¹⁹⁷⁶, de modo que la vida “ética” nos hace ampliar las relaciones. Donati (2013) comenta que “el genoma” de la familia, es decir, su forma natural, no es biológica sino social. Subraya la familia es y sigue siendo “*la fuente y el origen –fons et origo– de la sociedad, es decir, del bien común del que depende también la felicidad de las personas concretas*”¹⁹⁷⁷.

El bien común como noción filosófica encuentra en la antigüedad griega a sus primeros conceptualizadores. Pero hoy en día tiene gran relevancia puesto que es el bien que necesitan las personas al formar parte de una comunidad, y el bien de la comunidad al estar formada por personas. Entre los primeros constructores de la idea de bien común está Platón, que lo concebía como un bien que trasciende los bienes individuales: la felicidad de la ciudad debe ser superior e independiente de la felicidad de los individuos¹⁹⁷⁸.

Aristóteles delinearía esta idea estableciendo que el fin de la ciudad es el vivir bien. Por tanto: “*Hay que suponer, en consecuencia, que la comunidad política tiene por objeto las buenas acciones y no sólo la vida en*

¹⁹⁷⁵ Apunta que la solidaridad forma parte de nuestra “esencia humana”. Ver: Rorty, R. (1989) *Contingency, Irony and Solidarity*. Pág. 189.

¹⁹⁷⁶ La percepción aristotélica de bienestar va más allá de la mera satisfacción de preferencias individuales. Así muchos de los problemas ambientales pueden ser acotados si se abordan pensando más allá de los beneficios personales, sobreponiendo el bien común. Dicho de otra forma: pensando de manera sostenible.

¹⁹⁷⁷ Menciona que si el genoma se altera hasta el punto de no tener ya su dotación natural, generamos otros tipos de formas sociales que no son ya la familia. Ver: Donati, P. (2013) *La familia como raíz de la sociedad*. Pág. XIV.

¹⁹⁷⁸ Ver: Platón. *La República*. IV.

común”¹⁹⁷⁹. El bien común es superior porque está construido por la virtud. Dicho de otro modo; por todo aquello que hace crecer al ser humano de acuerdo con su naturaleza.

En Santo Tomás de Aquino, inspirado en Aristóteles, la noción de “bien común” adquiere una nueva lectura, pues es necesario para gobernar. El fin de la comunidad no puede ser distinto al fin de los individuos¹⁹⁸⁰. Aquino distingue dos dimensiones de bien común: por un lado, el bien común temporal, que sería lo que requiere la sociedad para vivir de manera buena (para ello la sociedad debe estar unida por la paz y dirigida a obrar bien); por otro, el bien común sobrenatural, que será fruto de la gracia.

En muchos escritos que aceptaban este planteamiento se encontró una justificación para fundamentar los gobiernos absolutistas. Se subrayaba la autoridad del soberano, que tenía como objeto unificar las voluntades hacia el bien común. En este contexto, en 1651, Thomas Hobbes, con su *Leviatán*, presentaría una visión materialista de los seres humanos, que, guiados por su egoísmo, buscaban la preservación de su propia existencia¹⁹⁸¹. A través del contrato social los hombres forman su comunidad política. Locke utilizará esas ideas para acentuar la libertad con la que las personas se asocian en pro de la comunidad y de sí mismos. Esta posición ha servido de inspiración a diversos autores para trabajar el tema de derechos individuales. Podemos resaltar, entre otros, a John Finnis.

Finnis (1980) desvela un nexo cuando identifica siete bienes básicos que están presentes en las teorías de la ley natural: 1) la vida humana; 2) el conocimiento; 3) la experiencia estética; 4) el juego y la diversión; 5) la

¹⁹⁷⁹ Ver: Aristóteles. *Política*. III, 9, 1280b-1281a.

¹⁹⁸⁰ Comenta que por eso “*si el fin último de un solo hombre o de la multitud consistiera en la vida corporal y la salud del cuerpo, el médico desempeñaría esa tarea. Si el último fin consistiera en la abundancia de riquezas, el oeconomicus se convertiría en rey de la sociedad.*” Sin embargo, tanto la salud como las riquezas no cumplen las expectativas más profundas de la condición humana. Para Santo Tomás, el oficio se define por la tarea a realizar. Por ello el médico es aquel que cuida la salud. Pero el que cuida del bien común sólo puede ser el rey. El rey no es cualquier hombre con poder, más bien: “*Rey es aquel que dirige la sociedad de una ciudad o provincia hacia el bien común*”. Ver: Santo Tomás de Aquino. *De regno*. Lib. II, c. 3. –y- L. I, c.1.

¹⁹⁸¹ Hobbes entiende que el ser humano se encuentra originariamente en lo que él llama “estado de naturaleza” en el cual es totalmente libre de actuar, así que da rienda suelta a su egoísmo, con el objeto de saciar su satisfacción personal. Por tanto no tienen cabida los sentimientos de sociabilidad, empatía o benevolencia. Por ello la comunidad ni el bien trascendente forman parte de sus motivaciones. Por ello apunta: “*lo que mueve a los hombres a la paz es el temor a la muerte*” Ver: Hobbes, T. (1992) [1651] *Leviatán o la materia, forma y poder de una república eclesiástica y civil*. Pág. 106.

sociabilidad y la amistad; 6) la razonabilidad práctica; y 7) la religión¹⁹⁸². Señala que todos son fundamentales y ninguno puede ser sobrepuesto para alcanzar a los otros. Es decir, que todos son igualmente importantes y por ello pueden asumir un rol primordial en diferentes momentos. Sin embargo, Finnis subraya que no constituyen el bien común, independientemente de que son bienes para todos y que todos pueden alcanzarlos¹⁹⁸³.

Son los autores cristianos los más adelantados en la confección del término. Por ejemplo, en la Encíclica *Aeterni Patris*, en la que se restaura la filosofía de Santo Tomás que inspirará a Jacques Maritain para describir un bien común engrosado, es decir, un bien común que contiene una dimensión espiritual¹⁹⁸⁴. Maritain comenta que el bien común de la sociedad política “no es, pues, solamente el conjunto de bienes o servicios de utilidad pública o de interés nacional (camino, puertos, escuelas, etc.) que supone la organización de la vida común, ni las buenas finanzas del Estado, ni su pujanza militar; no es solamente el conjunto de leyes justas, de buenas costumbres y de sabias instituciones que dan su estructura a la nación, ni la herencia de sus gloriosos recuerdos históricos, de sus símbolos y de sus glorias, de sus tradiciones y de sus tesoros de cultura”. Maritain sostiene que el ser humano, al ser miembro de una comunidad, está subordinado. Pero añade que es más que un miembro, porque tiene una dimensión que trasciende lo material. Por tanto, el Estado, como regidor de esa comunidad, debe tener como fin a la persona¹⁹⁸⁵.

En el Concilio Vaticano II se establece el bien común de la siguiente manera: “el conjunto de aquellas condiciones de vida social que facilitan tanto a las personas como a los mismos grupos sociales el que consigan más plena y más fácilmente la propia perfección”¹⁹⁸⁶. Esta noción deriva de los debates conciliares en los que se discutía el significado personalista del bien común que, si bien se encontraba implícito en diversas políticas de la antigüedad y de la Edad Media, no emergió de una manera explícita hasta la

¹⁹⁸² Los bienes básicos de Finnis aluden a la teoría de Santo Tomás de Aquino respecto de la *indemostrabilia* de los bienes humanos básicos.

¹⁹⁸³ Ver: Finnis, J. (1980) *Natural Law and Natural Rights*.

¹⁹⁸⁴ El bien común comprende, entre otras cosas: “la integración sociológica de todo lo que supone conciencia cívica, de las virtudes políticas y del sentido del derecho y de la libertad, y de todo lo que hay de actividad, de prosperidad material y de tesoros espirituales, de sabiduría tradicional inconscientemente vivida, de rectitud moral, de justicia, de amistad, de felicidad, de virtud y de heroísmo, en la vida individual de los miembros de la comunidad, en cuanto que todo esto es comunicable, y se distribuye y es participado, en cierta medida, por cada uno de los individuos, ayudándoles así a perfeccionar su vida y su libertad de persona. Todas estas cosas son las que constituyen la buena vida humana.” Ver: Maritain, J. [1947 (1968)] *La persona y el bien común*. Págs. 58 y 59.

¹⁹⁸⁵ Ver: Maritain, J. (1947) *La persona y el bien común*. Págs. 45-46.

¹⁹⁸⁶ Ver: Concilio Vaticano II, *Gaudium et spes*. Nota. 26.

Edad moderna. En el Vaticano II se afirma que el bien de la comunidad tiene que ser orientado por una antropología basada en la persona¹⁹⁸⁷.

Karol Wojtyła, como profesor de la Universidad Católica de Lublín, postula que el bien común será aquel bien que realice la dimensión personalista de la acción entre las personas, como señala Guerra (2002)¹⁹⁸⁸. Años después, ya como Juan Pablo II, publicaría la Encíclica *Sollicitudo rei socialis*, en la que enlazará la noción de solidaridad con la de bien común: la solidaridad es el bien común en acción. “*El hecho de que los hombres y mujeres, en muchas partes del mundo, sientan como propias las injusticias y las violaciones de los derechos humanos cometidas en países lejanos, que posiblemente nunca visitarán, es un signo más de que esta realidad es transformada en conciencia, que adquiere así una connotación moral. Ante todo se trata de la interdependencia, percibida como sistema determinante de relaciones en el mundo actual, en sus aspectos económico, cultural, político y religioso, y asumida como categoría moral*”¹⁹⁸⁹. Como delineador de las acciones sociales, el Estado debe fomentar la solidaridad, es decir, que *Sollicitudo rei socialis* propone una comunidad en la que las personas interactúan corresponsablemente en la construcción de una vida más humana.

Por su parte, Benedicto XVI apunta que cada comunidad, en cada momento histórico, debe encontrar su bien común. En *Caritas in Veritate*, establece que el hombre está por encima de la economía, y es la persona humana el capital que hay que salvaguardar –por medio de la justicia–. Hace falta una sociedad solidaria, un mercado más social. Enfatiza las diferencias existentes entre las comunidades –países–, y pone el acento en el hecho de que para lograr el desarrollo se requieren personas honradas, con lo que profundiza en las raíces antropológicas y ecológicas de la economía. Entiende que en una sociedad en vías de globalización, “*el bien común y el esfuerzo por él han de abarcar necesariamente a toda la familia humana*”. Sin embargo, las personas y sus comunidades forman parte de comunidades

¹⁹⁸⁷ Se subraya la dignidad de la persona humana, de su superioridad sobre las cosas y de sus derechos y deberes universales e inviolables. Se señala que es necesario que se facilite al hombre todo lo que necesita para vivir una vida verdaderamente humana, como son: el alimento, el vestido, la vivienda, el derecho a la libre elección de estado y fundar una familia, la educación, el trabajo, la buena fama, el respeto, una adecuada información, obrar de acuerdo con la norma recta de su conciencia, la protección de la vida privada y la justa libertad también en materia religiosa. Con ello el orden social, y su progresivo desarrollo deben en todo momento subordinarse al bien de la persona, ya que el orden real debe someterse al orden personal, y no al contrario. Ver: Concilio Vaticano II, *Gaudium et spes*. Notas. 25-26.

¹⁹⁸⁸ Ver: Guerra, R. (2002) *Volver a la persona. El método filosófico de Karol Wojtyła*.

¹⁹⁸⁹ Cf. Juan Pablo II. *Sollicitudo rei socialis*. Nota. 38.

mayores, más amplias. Es decir, se está hablando de un bien universal del conjunto de la humanidad¹⁹⁹⁰.

Siguiendo a Argandoña (2011), se pueden señalar diversas tendencias filosóficas y políticas¹⁹⁹¹, es decir, diferentes posturas del bien común:

- 1) *El liberalismo filosófico y político*: el primero nace con la modernidad; el individuo pasó a ser el centro de atención de la ética social y política. Con ello el individuo autosuficiente elige los medios para conseguir unos fines. La sociedad es un proyecto racional, un contrato social entre sujetos que tienen sus propias concepciones sobre lo que es bueno: la moralidad es un producto de las elecciones individuales, que no pueden ser juzgadas por criterios externos. Con ello la sociedad prescinde del concepto de bien y lo sustituye por el de derecho. La coordinación social de las acciones individuales proviene de una moralidad común fundada en el respeto a unos derechos humanos universales. El liberalismo político confía la consecución de los objetivos sociales al libre mercado, regido por el interés personal, y a un Estado mínimo. Por lo que el bien común se identifica con el interés general y se determina por consenso como la suma de los bienes privados elegidos por cada ciudadano a partir de su función de utilidad individual: en clave utilitarista, el bien común es el mayor bien (privado) para el mayor número de individuos. Por su parte, el Estado está al servicio del bienestar de los ciudadanos, cuya libertad debe proteger¹⁹⁹².
- 2) *El liberalismo bienestarista (welfare liberalism)*: los liberales del bienestar aglutinan diferentes corrientes en el pensamiento político occidental. Utilizando supuestos individualistas del liberalismo, tratan de llevar a la práctica su proyecto del libre mercado, aunque muchas veces tienen puntos de partida distintos. Sin embargo, se cree que el Estado es el garante de la igualdad, asegurando de forma equitativa las libertades. Al respecto podemos destacar el concepto de justicia de Rawls (1971). Por tanto, el bien común está constituido por unas condiciones de partida niveladas por el Estado, es decir, por un esfuerzo para que cada individuo tenga las mismas oportunidades. El mercado, con su eficiencia, será el encargado de la creación de riqueza, en tanto que el Estado será el que tenga tareas redistributivas¹⁹⁹³. El bien común acaba siendo, entonces, un proceso por el que los ciudadanos acuerdan formar parte de una sociedad que consideran justa y que promueve el bienestar de todos.
- 3) *El comunitarismo*: sus partidarios son, políticamente hablando, críticos del liberalismo, tanto kantiano como utilitarista. Entienden que la persona no es un ser individualista y autosuficiente, sino más bien dependiente de lazos comunales. Es el contexto vital y social lo que dota de principios que guían a las acciones. La comunidad es, por tanto, un espacio moral que da valor y sentido. El bien común no es la suma de bienes particulares: la comunidad es un bien común en sí misma y una fuente de bienes comunes para los

¹⁹⁹⁰ Cf. Benedicto XVI, *Caritas in veritate*. Notas: 7, 28, 43, 44, 49, 56 y 71.

¹⁹⁹¹ Ver: Argandoña, A. (2011) "El bien común". IESE. Pág. 6.

¹⁹⁹² Ver: Nozick, R. (1988) *Anarchy, State and Utopia*.

¹⁹⁹³ Ver: Rawls, J. (1978) [1971] *Teoría de la Justicia*.

individuos. No hay un bien común universal, pues cada comunidad tiene su propia concepción. Por lo que el Estado deberá garantizar los derechos y libertades de los individuos.

- 4) *Los totalitarismos*: el concepto de bien en los totalitarismos diversos (comunismo, fascismo y nazismo) se concibe sólo como una parte de la sociedad a la que se le puede imponer unos contenidos concretos del bien común. Sus seguidores se oponen a la idea de que el bien es, al mismo tiempo, de la persona y de la sociedad. Por eso la tradición personalista afirma que el bien común, antes que un deber del Estado, es un deber de todos los miembros de la sociedad, y que *“todos tienen también derecho a gozar de las condiciones de vida social que resultan de la búsqueda del bien común”*¹⁹⁹⁴.
- 5) *El enfoque de las capacidades*: en las teorías del desarrollo económico, crecer ha sido sinónimo de acrecentar el volumen de recursos materiales de un país. Esta visión termina por ser insuficiente, por lo que ha llevado a buscar enfoques alternativos. Uno de los más sugerentes es el de Amartya Sen (2000), que establece que el desarrollo puede verse como un proceso de expansión de las libertades reales. Por tanto, la pobreza no radica en la carencia de medios materiales, sino en la ausencia de ciertas libertades que permiten alcanzar estados valiosos del ser¹⁹⁹⁵.

Sen no utiliza el concepto de bien común como tal, sino como un enfoque de las capacidades. Entiende que las capacidades se orientan a la libertad para elegir; con ello el bien común no es el bien de la comunidad como un todo, más bien es el bien de sus miembros. Sin embargo, es Martha Nussbaum (2002), con su teoría de las capacidades, quien identifica el bien común con la vida humana, relacionándolas con algunas capacidades humanas, que considera centrales¹⁹⁹⁶. En la tradición aristotélico-tomista, el concepto de bien común va más allá de la vida buena, es la vida común de la comunidad. El listado de los derechos y capacidades humanas no es suficiente para definir el bien común, ya que no contienen toda su profundidad y riqueza.

5.7 ¿Se puede hablar de justicia de la sostenibilidad?

La sostenibilidad en abstracto es un concepto insuficiente. Aunque podemos utilizarlo con una connotación negativa para calificar acciones insostenibles o para subrayar las desigualdades y las injusticias sociales, el término

¹⁹⁹⁴ Ver: Pontificio Consejo Justicia y Paz, 2005, 2004. Notas: 167, 168, 188, 189, y 193.

¹⁹⁹⁵ Ver: Sen, A. (2000) *Desarrollo y Libertad*. Pág. 3.

¹⁹⁹⁶ Ver: Nussbaum, M. (2002) *Las mujeres y el desarrollo humano: el enfoque de las capacidades*.

“sostenibilidad” asume literalmente que hay algo que sostener, algo que mantener, algo que merece garantizar en cuanto a su continuidad. Utilizando un criterio evolucionista, las especies más fuertes se adaptarán a las nuevas condiciones y sobrevivirán, pero ese no es el único criterio, y, sin duda, frente a él, hay que poner el énfasis en el bienestar humano¹⁹⁹⁷. Pero entonces hay que detenerse y pensar si se puede hablar de justicia sostenible.

Siguiendo a Pieper (2010), la realización de la justicia es el cometido del hombre como tal, es decir, como ser social. El portador de la justicia “*no es tanto el individuo como el nosotros, la entidad social o el pueblo; justicia es, pues, la plenitud óptica del nosotros*”¹⁹⁹⁸. La tradición ética le ha asignado a la justicia el papel de virtud cardinal: es fin último de la vida moral y, por tanto, condición necesaria de la felicidad.

Como comenta Romilly (2004), los sofistas acostumbraban a atacar la ley para herir la justicia. Sin embargo, Platón se desmarca y apunta que, a pesar de que la justicia puede ser reivindicada y tomada como norma, no participa del orden aleatorio de la ley porque es más digna¹⁹⁹⁹. En el libro IV de *La República* Platón establece que el Estado es justo cuando las tres clases –el pueblo, los vigilantes y los filósofos– hacen lo suyo, y lo mismo ocurre con los individuos. A cada clase le corresponden la templanza, la fortaleza y la sabiduría, virtudes necesarias. Sin embargo, la justicia es la virtud capital, pues con ella se consigue el equilibrio y la buena relación de los individuos con la comunidad²⁰⁰⁰. Por tanto, según Platón la justicia determina la vida de la ciudad.

Por su parte, Aristóteles entiende la justicia como la cualidad inalienable de cada persona. Es el “*principio de orden de la sociedad política*”²⁰⁰¹. En la

¹⁹⁹⁷ Para hablar de bienestar humano, tenemos corrientes predominantes que son utilitaristas que ponen énfasis en la maximización de la felicidad -entendida como satisfacción de preferencias- como base del bienestar, aunque generalmente se entiende por las comodidades materiales. Por lo que hay que replantearse la idea de bienestar de manera sostenible, es decir, cubrir las necesidades básicas -que también requieren análisis- sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras. Pero además hay que repensar si la felicidad es sólo satisfacción de necesidades.

¹⁹⁹⁸ Las diversas formas del “nosotros” se estructuran de la siguiente forma: en las relaciones de los miembros entre sí -justicia conmutativa-; la relación del todo a los miembros -justicia distributiva- y las relaciones de los miembros aislados al todo, cuya equidad va regida por la justicia legal. Ver: Pieper, J. (2010) *Las virtudes fundamentales*. Pág. 16.

¹⁹⁹⁹ Ver: Romilly, J. (2004) *La ley en la Grecia clásica*. Págs. 127-128.

²⁰⁰⁰ Ver: Platón. *La República*. Libro IV.

²⁰⁰¹ La justicia aristotélica es la única virtud orientada al “bien del otro” y la única que implica una obligación hacia el otro. Analizando su naturaleza, Aristóteles la define como el

Política la justicia se concibe como “una virtud de la comunidad a la que acompañan necesariamente todas las demás”. También se refiere a ella como “lo conveniente para la comunidad” y puntualiza diciendo que lo equitativo es lo justo²⁰⁰². En la *Ética a Nicómaco* realiza una distinción entre tres tipos de justicia: general, particular y política. Con algunas subdivisiones, la particular la divide en distributiva y correctiva; y la política, en natural y legal. Pero a todo ello añade un concepto de equidad con el que permite hacer frente a las circunstancias particulares y dar prioridad a lo justo sobre la ley²⁰⁰³.

Pero la pregunta es ¿qué forma parte del bien común? O dicho de otra forma: ¿el bien común integra al ambiente? Al hablar de sostenibilidad asociamos ese concepto con la idea de “vida buena”. Las políticas ambientales, económicas o educativas de un país recurren al término “sostenible” para identificarlo con una mejor calidad de vida y una distribución más justa de bienes (naturales y materiales.) Pero esto no significa que las acciones sostenibles sean virtuosas. Pueden serlo, pero para ello dependen de si nos acercan a la virtud²⁰⁰⁴.

Santo Tomás aborda el problema de si las leyes son justas o injustas, subrayando el fin que las guía, así como su contenido. Señala que las leyes son justas cuando persiguen el bien común²⁰⁰⁵. Por tanto las leyes son injustas si son contrarias al bien divino²⁰⁰⁶. Entiende que la justicia humana ha de ser interpretada como la virtud de la vida, pero al mismo tiempo como el criterio del derecho que es de aplicación a cada uno²⁰⁰⁷. El pensamiento

“dar a cada quien lo que le corresponde o lo que se merece”, pero advierte que depende del tipo de sociedad, es decir se aplica en cada caso.

²⁰⁰² Se detiene a comentar sobre lo equitativo y lo justo: “La justicia se ha de entender equitativamente, y lo equitativamente justo es lo que se ordena a la conveniencia de la ciudad y a la comunidad de los ciudadanos”. Ver: Aristóteles. *Política*.

²⁰⁰³ Ver: Aristóteles. *Ética de Nicómaco*. Libro V.

²⁰⁰⁴ La justicia protege aquellos bienes que deben universalizarse. Parece que esto deriva en la necesidad de distinguir entre lo bueno y lo justo. Para ello hemos nos remitiremos a Rawls, quien desarrolló una teoría sobre la justicia, pero antes traeremos las nociones de diversos autores a lo largo de la historia que nos parecen más significativas de justicia.

²⁰⁰⁵ El Doctor de la iglesia establece apunta que si la ley promulgada no excede el poder que ostenta quien la promulga, las cargas impuestas a los sujetos, según las exigencias del bien común, se repartirán de manera proporcional. Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. I, II, 96, a.4.

²⁰⁰⁶ Las leyes, cuando son injustas, no exigen su obediencia, ni merecen el nombre de ley. Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*. I, II, 95, 2 y 104, 5, 6.

²⁰⁰⁷ La concepción de la justicia humana acentúa la interpretación que debe ser vista como la virtud de la vida siguiendo las normas que definen las relaciones entre las personas y, al mismo tiempo, como el criterio del derecho que es de aplicación a cada uno. Así señala

tomista advierte que la justicia es una virtud superior que procede del apetito racional, por lo que enlaza con el bien común²⁰⁰⁸.

Para esbozar una panorámica del concepto de justicia, abordaremos brevemente algunos autores modernos. Thomas Hobbes sustituye las nociones de felicidad y de bienestar de origen aristotélico por un estado de autorrealización. El soberano, en Hobbes, soporta la justicia, pero está apoyada en la autoridad. Siguiendo a Bermudo (1998), la clave de Hobbes es haber distinguido y antepuesto los derechos a los deberes en el hombre. Esto produce que la modernidad entre de lleno a la teoría del derecho²⁰⁰⁹. Apunta Nagel (2008) que Hobbes construyó los principios de justicia, y más ampliamente la ley moral, como un conjunto de reglas y prácticas que promoverían el auto-interés si cada uno se ajustara a ellas²⁰¹⁰. La necesidad de seguridad se soluciona mediante un sistema jurídico, con una autoridad centralizada que determine las reglas y tenga el monopolio del poder que permite garantizar su cumplimiento. La preocupación de Hobbes radica en que la justicia debe aportar una seguridad colectiva que dé seguridad a los individuos de manera efectiva²⁰¹¹.

Hay otras posiciones sobre la justicia, como la de Hume, que la entiende como una virtud moral porque supone una tendencia al bien de la humanidad, siendo este bien la única causa de nuestra aprobación. Siguiendo a González (2014), la justicia *humeana* es dependiente de una estructura normativa encaminada a definir los límites de *lo mío* y *lo tuyo*, es decir la propiedad²⁰¹². Pero además la piensa como artificial, es decir, construida, acordada. Las personas son las que establecieron la justicia mediante una convención voluntaria. Sin embargo, González señala que es acompañada

MacIntyre que Santo Tomas sintetiza que el ser humano es deudor de los demás. La justicia es la virtud que se refiere a las relaciones con el prójimo. Ver: MacIntyre, A. (1994) *Justicia y racionalidad: conceptos y contextos*.

²⁰⁰⁸ Ver: Tomás de Aquino. *Suma Teológica*, I, II, 58, 12.

²⁰⁰⁹ Ver: Bermudo, J. (1998) "Libertad, igualdad y justicia en Hobbes". *Revista Ideas y Valores*. Vol. 47. Núm. 108. Pág. 64.

²⁰¹⁰ El auto-interés colectivo no puede ser alcanzado por la motivación independiente de individuos auto-interesados, a menos que cada persona tenga la seguridad de que las otras también se ajustarán a esas reglas. La seguridad requiere de la intervención del soberano, quien se asegura que el interés individual y colectivo coincidan. Ver: Nagel, T. (2008) "El problema de la justicia global". *Revista Jurídica de la Universidad de Palermo*. Pág. 171.

²⁰¹¹ La creencia de Hobbes de que el fundamento de la justicia es el propio interés, por lo que los individuos se adhieren a las instituciones justas por su propio bienestar. Sin embargo, Hobbes deja de lado que el ideal de justicia proviene de motivaciones morales que no pueden reducirse al propio interés. Ver: Hobbes, T. (1651) [1998] *Leviathan*. Pág. 104.

²⁰¹² La profesora González comenta que algunos investigadores –como Salter– han dividido la teoría *humeana* de justicia en tres: La teoría sobre el origen de la justicia; la explicación de las normas de justicia y la justicia como virtud. Ver: González, A (2014) *Sociedad civil y normatividad. La teoría social de David Hume*. Pág. 57.

naturalmente por un fuerte sentimiento moral que se debe a nuestra simpatía hacia los intereses de la sociedad.

Por su parte, Jean Jacques Rousseau (1762) señala que los hombres pasan del estado de naturaleza al estado civil al “*reemplazar el instinto por la justicia*”²⁰¹³. Entiende la justicia no sólo como igualdad, sino como el ejercicio de la libertad que requiere condiciones de equidad material. Por tanto, el concepto de *contrato social* es equiparable al de ley, puesto que une derechos y deberes²⁰¹⁴.

Por su parte, al analizar las relaciones entre derecho y moral, o entre derecho positivo y derecho natural, Kant identifica “natural” con “racional”; con ello las leyes naturales resultan imperativos *a priori* de la razón y se traducen en el concepto de estado de naturaleza. Para el filósofo alemán, el derecho es condición mínima en cualquier convivencia social. Pero examina la justicia no como una virtud específica, sino como una ética autónoma en la que se deben cumplir tres criterios: la auto-obligación, la incondicionalidad y la universalidad. En definitiva, Kant supedita el conocimiento científico al servicio de la moral²⁰¹⁵.

Se puede ver la vigencia del pensamiento kantiano, o si se quiere, su influencia, en el norteamericano John Rawls, que ha traducido buena parte de los problemas ético-políticos contemporáneos a problemas de justicia. Rawls busca legitimar la justicia a través de la institucionalidad y con ello da trámite a los principales conflictos del mundo contemporáneo. Entiende la justicia como la primera de las virtudes de esa institucionalidad²⁰¹⁶, por lo que desarrolla una interpretación evolutiva del imperativo categórico

²⁰¹³ Apunta: “*la voz debe sobreponerse al impulso físico*” y con ello actúa bajo otro tipo de principios, en lugar de seguir sus inclinaciones. Ver: Rousseau (2004) [1762] *El contrato social*. Pág. 63.

²⁰¹⁴ Siguiendo a Mate (2007), el Contrato Social propone un acuerdo que garantice la igualdad, pero desde una decisión libre. No vale cualquier consenso, sino sólo el que parte de la libertad y llega a la igualdad. Se trata de encontrar una forma de asociación que “*defienda y proteja con todas sus fuerzas a la persona y a los bienes de cada asociado y por lo cual, cada uno de ellos, uniéndose a todos, no obedezca más que a sí mismo y continúe siendo libre como antes*”, es decir, el hombre independiente como lo era en el estado natural. Ver: Mate, R. (2007) *Apuntes sobre Rousseau y la justicia*.

²⁰¹⁵ De esta forma, el comportamiento se ajusta a diferentes criterios impuestos: actuar por deber, contra el deber y en función de los fines, es decir, para conseguir algo. Con ello, los calificativos morales sólo pueden adjudicarse al hombre y no a los hechos. El hombre es el único digno de ser bueno o malo, justo o injusto, pues ello depende de un acto voluntario. Su comportamiento es moral y justo cuando hace lo que debe hacer obedeciendo a una ley universal. Ver: Kant, I. (2005) [1781] *Crítica de la Razón Pura*.

²⁰¹⁶ Ver: Rawls, J (1978) *Una teoría de la justicia*. Pág. 3

kantiano, expresado en lo que él llama “*la situación inicial u original*”. Entiende un Estado hipotético semejante al “*estado natural*” del contrato social, en el que todos los hombres deciden sobre la organización social, así como las reglas con las que se distribuyen los beneficios. En ese estado, todos los hombres son libres, iguales, racionales y además preocupados por sí mismos. Sin embargo, cae sobre ellos el “velo de ignorancia” que les impide ver cuál va a ser su suerte concreta, es decir, si van a ocupar en su vida una posición de ventaja o de desventaja²⁰¹⁷.

Rawls considera que se elegirá de forma unánime una concepción de justicia en la que “*todos los valores sociales –libertad y oportunidad, ingresos y riqueza, así como las bases sociales del autorrespeto– deben ser distribuidos equitativamente, a menos que una distribución desigual de alguno o de todos estos valores sea conveniente para todos*”²⁰¹⁸. Para lograr esto, postula dos principios: primero (de justicia): cada persona debe tener el mismo derecho en el sistema de libertades; segundo (de igualdad de oportunidades): las desigualdades sociales y económicas se comportan:

- 1) Cuando proporcionan el mayor beneficio a los menos aventajados, dentro de los límites de un justo respeto al principio del ahorro.
- 2) Cuando corresponden a funciones y puestos de trabajo accesibles para todos²⁰¹⁹.

Rawls comenta que cuando las desigualdades son justas producen beneficios para todos, y más para quienes están en mayor desventaja. Se cree que aumentan las expectativas de los menos aventajados. Esta norma, llamada “*maximin*” (*maximum minimorum*) tiene como fundamento la *situación original*, el miedo a encontrarse desamparados.

Con una visión utilitarista, los individuos tienden a maximizar sus acciones en función del cálculo de intereses; *lo bueno o lo justo* termina siendo identificado con la utilidad o bienestar del mayor número en función de los deseos o las necesidades individuales²⁰²⁰. Por tanto se justifican las

²⁰¹⁷ Este velo impide saber qué destino corresponderá, pero no influye en sus devociones religiosas. Se supone que tienen diferentes proyectos de vida pero no puede formularlos a costa de otros, pues, como señala Latapi (1993), ignora cómo va a funcionar la sociedad. “*Esta ignorancia garantiza que elijan los principios de la justicia con imparcialidad y se comporten con prudencia al elegirlos*”. Ver: Latapi, P. (1993) “Reflexiones sobre la justicia en la educación”. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. Vol. XXIII. Núm. 2. Pág. 18.

²⁰¹⁸ Ver: Rawls, J (1978) *Una teoría de la justicia*. Pág. 62.

²⁰¹⁹ Ver: Rawls, J (1978) *Una teoría de la justicia*. Págs. 82 y 340.

²⁰²⁰ Con esta visión, lo que es justo es homologado con aquello que es eficaz, por lo que se busca el bienestar o utilidad general. Así la justicia consiste en la distribución adecuada de

desigualdades y se sacrifica a los que están en desventaja en pro del bien común. Rawls justifica las desigualdades porque el pobre recibe el mayor beneficio posible: es una transacción de conveniencia, a falta de un principio objetivo²⁰²¹.

Rawls tiene como punto de partida y como prioridad la justicia, que es la principal virtud de las instituciones sociales. Por tanto, debe sobreponerse a cualquier otro valor, incluso sobre el de lo bueno. Otra idea presente en su teoría es la de la sociedad como un “*sistema de cooperación*” forjado en instituciones virtuosas, que le permite, como señala Botero (2005), que todos sus miembros (los ciudadanos) se realicen de forma imparcial de sus planes racionales de vida²⁰²². En otras palabras, en su concepción de justicia Rawls pone el énfasis en que son las instituciones las que deben velar por aquellas personas en desventaja.

La base fundamental en la que descansa la teoría de justicia de Rawls es contar con una “sociedad bien ordenada”, es decir una justicia política –de orden público– sin que utilice una ética determinada. Así ese orden social es *justo*. En él cada uno se somete a las normas que lo definen, se trata de un *bien* para todos los miembros de la sociedad²⁰²³. Con ello Rawls pretende

las ventajas sociales y con ello, señalan Galfione y Santucho (2008), la sociedad como una empresa cooperativa en la que la Asignación de derechos y deberes se realiza de forma racional, es decir de manera “maximizadora”. Ver: Galfione, V. y Santucho M. (2008) [Comps.] *Política y Soledad/ Politics and Loneliness*. Págs. 154-155 -En este mismo sentido se pronuncia Pérez Luño (2007), que al analizar la distribución de las ventajas sociales en Rawls, subraya que el “método distributivo” no evalúa necesidades y derechos de individuos concretos, sino que Asigna beneficios de forma procedimental. Ver: Pérez, A. (2007) *Dimensiones de la igualdad*. Pág. 34.

²⁰²¹ Siguiendo a Rodilla (2006), la teoría de Rawls de base racional apela a una moral, de carácter kantiano, y que sus principios son públicos y aceptados por todos en la situación original como normas colectivas. El primero es el diseño de la posición original, que cuenta con dos argumentos complementarios: la aplicación del “método de equilibrio reflexivo” en la que se establecen los acuerdos; el segundo argumento incorpora “presunciones comúnmente compartidas”, es decir, condiciones que aceptamos. Ver: Rodilla, M. (2006) *Leyendo a Rawls*. Págs. 253-254.

²⁰²² El objetivo principal de su teoría es la ordenación de la vida en sociedad, Rawls entiende que la justicia debe ser reconocida, compartida y aceptada por todos sus miembros, cualesquiera que sean sus posiciones sociales o sus intereses particulares. Por ello sus principios de justicia fueron concebidos, no para hacer virtuosas a las personas, sino a las instituciones. Ver: Botero, J. (2005) *Con Rawls y contra Rawls: una aproximación a la filosofía política contemporánea*. Pág. 58.

²⁰²³ Los problemas de la justicia no se resuelven por las decisiones individuales, sino mediante el contrato social que fue acordando autónomamente, acerca de cómo se deben estructurar las instituciones de la sociedad para que sean justas. Rodilla (2006) señala que la idea se diferencia de las clásicas contractualistas porque no se acuerda el poder político

responder a las siguientes cuestiones: ¿es posible que exista una sociedad justa y libre? ¿Se pueden conciliar pluralidad, autonomía y cooperación social de manera que modulen la libertad y la igualdad? El utilitarismo es incapaz de responder a esos interrogantes. Así, para poder resolver estas cuestiones Rawls distinguirá entre el ámbito del bien y el de la justicia, una distinción clave.

Rawls da prioridad a la justicia por encima de cualquier cosa. Para ello muestra que los elementos teóricos son los que conforman una sociedad como justa. Los principios de justicia regulan la “*estructura fundamental de la sociedad*”, que, como comenta Botero (2005), dan a la libertad la prioridad sobre los valores y los bienes. En este contexto, los derechos son entendidos como expectativas legítimas de las que se recibirá una distribución justa de los bienes primarios sociales²⁰²⁴.

Rawls entiende que los principios por los que se rigen las instituciones justas son buenos, son conductas benevolentes o altruistas que buscan beneficiar a los demás. Aquí encontramos una discrepancia con la teoría kantiana, porque tener una conducta benevolente sería actuar conforme al deber, y realizar un acto altruista sería actuar conforme a la moral. Así, quien se somete a las exigencias de los principios de justicia puede ser considerada una persona justa. Por tanto, aceptar los principios de justicia equivale, según Rawls, a aceptar una determinada noción del *bien común*²⁰²⁵.

En la situación original, los bienes primarios son condiciones necesarias para que las diferentes personas lleguen a satisfacer sus diversas concepciones del bien. Dicho de otra manera, son medios generalizados para promover fines humanos. Como señala Rodilla (2006), dependen decisivamente de la forma como se articula la interacción social²⁰²⁶. La idea de la justicia como filosófica y universal, en la que los bienes aparecen como

instituyendo un soberano, más bien el objeto del contrato es la posición original, es decir los principios de justicia que se pueden emplear para juzgar las normas e instituciones básicas de la sociedad. Ver: Rodilla, M. (2006) *Leyendo a Rawls*. Pág. 216.

²⁰²⁴ Ver: Botero, J. (2005) *Con Rawls y contra Rawls: una aproximación a la filosofía política contemporánea*. Pág. 142.

²⁰²⁵ El concepto del bien común rawlsiano puede ser utilizado, como comenta Garzón (2013), siempre y cuando se exprese en términos de valores políticos. Para ello, apunta que el primer paso consiste en entender la vida del otro y su fin como un bien. El segundo paso es aceptar que hay cosas para los miembros de una comunidad política que son preferibles a otras. Esos bienes o fines no son únicamente metas para la acción de cada una, sino más bien el fundamento permanente de la pluralidad de metas que un ciudadano persigue en común con los demás. Ver: Garzón, I. (2013) *Bien común, pluralismo y derechos*. Pág. 146.

²⁰²⁶ Así se distinguen los bienes primarios naturales, pues estos últimos son una lotería natural, como la salud, o coeficiente intelectual. Ver: Rodilla, M. (2006) *Leyendo a Rawls*. Pág. 47.

fines de estrategias racionales –planes de vida–, variables dependientes de las preferencias, deseos y gustos particulares, generó varias críticas que obligaron a Rawls a revisar sus criterios y por eso elaboró la teoría de los bienes primarios²⁰²⁷, una extensión de la noción de necesidades, que son distintas de las aspiraciones y de los deseos.

Cuando Rawls supedita el bien a la justicia lo que busca es defender la universalidad de los principios de la justicia, pues la diversidad de bienes para cada individuo entrarían en conflicto. Es bueno que los individuos difieran en las concepciones de “lo bueno” –nos habla de la pluralidad–, pero no deben desentonar respecto de “lo justo”. *“Siempre y cuando las formas de vida privadas no intervengan en las vidas ajenas hasta el punto de poner en peligro las bases mismas de la justicia, hay que reconocer que lo que quieran o deseen los individuos es asunto de cada cual”*²⁰²⁸. En la Teoría de la justicia, Rawls argumenta en favor de una reconciliación de los principios de libertad e igualdad. Sin embargo, igual que Hobbes, Locke, Rousseau y Kant, también pertenece a la tradición contractualista. Pero el contrato social de Rawls adopta una forma diferente de las propuestas de los autores anteriores.

No podemos dejar de lado que la sostenibilidad se asocia generalmente a la ecología, pero es también un concepto más amplio que tiene implicaciones en la economía y en la sociedad. La sostenibilidad implica satisfacer las necesidades actuales y futuras; sin embargo, esta satisfacción no se limita sólo a nuestra sociedad, sino que intenta tomar en cuenta los intereses y las necesidades de individuos de *otras* sociedades y de otros *momentos* (las generaciones futuras)²⁰²⁹. Como se sabe, ser sostenible implica protección del ambiente, viabilidad económica y una cobertura de las necesidades

²⁰²⁷ Cada persona debe gozar de libertad que le permite acercarse a la noción de “vida buena”, aunque se postula que mediante unos bienes primarios, mínimos, que de no estar presentes harían imposible alcanzar cualquier otro tipo de bien.

Estos bienes primarios serían: 1) los derechos y libertades; 2) libertad de trabajo y movimiento; 3) las oportunidades de ocupar puestos de responsabilidad; 4) ingresos y la riqueza; 5) el auto-respeto.

²⁰²⁸ Ver: Rawls, (1979) *Teoría de la Justicia*. Pág. 493 y ss.

²⁰²⁹ Sobre este tema se puede consultar, Abellán, A.; Castro, M.; Seiz, M.; Martín, T.; Pérez, J.; López, A. y Casasnovas, G. (2012) “Repensar el estado de bienestar: la sostenibilidad del bienestar intergeneracional en España y la OCDE”. *Ekonomiaz*. Núm. 81. Págs. 17-38, así como: Pujol, R., Abellán, A., Castro, T., Seiz, M., Martín, T., Pérez, J. y Sala, A. (2013) *El factor de equidad intergeneracional*., Además: Padilla, E., y Pasqual i Rocabert, J. (2002) *Equidad intergeneracional y sostenibilidad*; Torres, A. y Castillo, A. (2013) “Solidaridad intergeneracional: concepciones y aportes desde la experiencia para la sostenibilidad social”. *Tendencias & Retos*. Vol. 18. Págs. 127-142.

humanas básicas. La evidencia práctica y teórica dice que la satisfacción de las necesidades humanas básicas no atenta contra la protección del ambiente, y que el desarrollo económico puede hacer mucho por ambos²⁰³⁰. La teoría de justicia de Rawls nos ayuda a entender al ambiente –bienes ecológicos– no como unos bienes que se deban incorporar a la lista sino como parte de un consenso que facilita la vida buena, pero ésta no es un proyecto solitario. Como dice Victoria Camps, “*la vida buena es siempre una vida compartida. Justicia y bondad –justicia y felicidad– se complementan, aunque a fin de cuentas, la bondad consista en saber ir más allá de la justicia*”²⁰³¹.

²⁰³⁰ Como ya se ha mencionado en otra parte, distinguimos entre el crecimiento y el desarrollo. Así, de manera sintética, el crecimiento significa “*aumentar naturalmente de tamaño*”. Por su parte, desarrollo significa “*expandir o realizar las potencialidades con que se cuenta*”. Por lo que crecimiento es un incremento cuantitativo y desarrollo es el despliegue de potencialidades.

²⁰³¹ Ver: Camps, V. (1988) “Entre la felicidad y la justicia”, en *Ética, política y retórica*. Pág. 122.

Conclusiones

En este trabajo hemos analizado la evolución de las distintas fuentes de producción de energía y hemos observado una latente transición global hacia un modelo energético sostenible. Sin embargo, el proceso es lento, por lo cual es prioritario redoblar esfuerzos y trabajar cuanto antes en esa dirección. La diversificación del modelo de producción y consumo de energía es la constancia de esa transición. Con el fin de impulsar una *Estrategia Energética Global*, los países y regiones serán tanto actores como interlocutores ante los organismos supranacionales²⁰³². Actualmente están en ejecución diversas iniciativas y políticas, por tanto se ve necesario una instancia que coordine, aplique y verifique los objetivos alcanzados en cada país y región con el objeto de articular acciones a escala global.

La Unión Europea ha sido precursora en temas ambientales a favor del uso de energías renovables y de proyectos sostenibles. Sin embargo, quizá sea ella quien deba liderar una *Estrategia Energética Global*. Para ello necesita generar un diálogo político que permita el desarrollo de las energías renovables; engranar las relaciones económicas y de cooperación que generen estabilidad de los precios del petróleo²⁰³³, y establecer medidas de eficiencia y ahorro energético. Pero también hacen falta proyectos que tengan en cuenta las diferencias en las distintas economías, fomentando un constante intercambio de experiencias para crear nuevas inversiones y conseguir el acceso a la energía por parte de las poblaciones más vulnerables.

²⁰³² Si bien existen diversos pactos mundiales, no han sido suscritos por todos los países o su adhesión es voluntaria y no vinculante, es decir no existen sanciones ni un organismo internacional regulador. Por tanto, creemos que una Estrategia Energética Global contribuiría a sortear los retos venideros. Fuentes y Gatica (2011) resaltan la importancia de una estrategia que contemple, entre otros, el diseño de productos, la reingeniería de procesos, la adopción de producción limpia, el tratamiento y valorización de emisiones, el reciclaje y reutilización de residuos. Ver: Fuentes, A. y Gatica, L. [Eds.] (2011) *De la economía global al desarrollo local: El alcance de la intervención de los agentes de empleo y desarrollo local*. Pág. 133.

²⁰³³ El diálogo con la OPEP como principal interlocutor en la fijación del precio del petróleo. Será determinante en la política que promueva un modelo energético sostenible. Se requieren precios estables de hidrocarburos para poder planificar a largo plazo el desarrollo de las energías renovables, así como la implementación de medidas de ahorro y eficiencia energética que contribuyan a un desarrollo sostenible. Para mayor detalle se puede consultar: Giordano, E (2002) *Las guerras del petróleo: geopolítica, economía y conflicto*.

El modelo de producción de energía actual está basado en hidrocarburos, de manera que el petróleo sigue siendo definitorio en las políticas energéticas. Por tanto, los países productores de petróleo son un actor de peso. Se requiere un diálogo constante con la OPEP a fin de generar la estabilidad de los precios²⁰³⁴. Los precios del petróleo determinan a su vez los del gas natural y el carbón, por lo que impactan directamente tanto en los costes del transporte como en la producción de energía eléctrica. Los productores de hidrocarburos deben formar parte de la transición y participar en el diseño de políticas globales.

Es común que los países productores de petróleo sean señalados por su poco compromiso en políticas ambientales, ya que, entre otras cosas, no se suman a iniciativas frente al cambio climático, ni generan estabilidad de precios en los mercados. Sin embargo, recientemente, la OPEP ha aportado fondos para la investigación y desarrollo de tecnología para la captura y el almacenamiento de CO₂.

El cambio climático se considera como uno de los principales desafíos para las sociedades contemporáneas. En la actualidad, existe una tendencia dominante que subraya las causas y los efectos del cambio climático, expuestas en los informes del IPCC desde comienzos de los años noventa²⁰³⁵. Los efectos asociados son diversos, pero la literatura científica se centra en reducir los gases de efecto invernadero. El cambio de modelo requiere no sólo un compromiso político, sino de beneficios económicos que hoy no están presentes. La lucha mundial contra las emisiones debe ser un proceso subsidiario en cada país, que es el que asume los costos²⁰³⁶. De ahí la importancia de la consecución de acuerdos que favorezcan, mediante procesos transparentes, una ampliación en el número de los involucrados, así

²⁰³⁴ El petróleo barato fue el sostén de productividad y del crecimiento económico a nivel global. Se espera que en el siglo XXI pierda hegemonía, pero será un proceso gradual en el que otras energías tendrán más participación. En la etapa de transición, el papel de la OPEP es primordial a fin de equilibrar los intereses de los productores y los consumidores.

²⁰³⁵ Por ejemplo, en el quinto informe de evaluación del 2014, el IPCC enuncia algunas de las consecuencias, como: aumento de fenómenos meteorológicos extremos, pérdida de tierra útil para el cultivo, subida en el nivel del mar, redistribución de los recursos hídricos, pérdidas de biodiversidad, etc. Hace énfasis que el origen de este cambio climático es antropogénico y señala, acerca del período de 1983 a 2012, que han sido los “30 años más cálidos de los últimos 800 años” en el Hemisferio Norte. Ver: *Climate Change 2014. Report IPCC*.

²⁰³⁶ Ver: Tirole, J. (2008) “Some economics of global warming”. *Rivista di Politica Economica*. Pág. 39.

como una expansión de los objetivos en cuanto a los períodos acordados, y que se introduzcan nuevos mecanismos en el mercado²⁰³⁷.

En esta investigación se compararon las principales corrientes que han servido de base para hacer frente a los retos ambientales actuales. Predomina un interés por el conocimiento del planeta y de los sistemas que permiten que la vida se sostenga, aunque se requiere que exista un referente ético, que guíe las conductas y dé luz al camino futuro. Algunas de las propuestas ambientales limitan el crecimiento económico y poblacional, pues señalan al hombre como principal responsable de los cambios que sufre el ambiente a escala planetaria. Por el contrario, en este trabajo partimos del respeto de la vida humana, así como la de todos los demás seres vivos y la de sus ecosistemas. Por ello buscamos ampliar la reflexión: con el fin de aportar en el discurso ético sobre la conservación del ambiente. Entendemos que el hombre y los demás seres vivos deben coexistir en armonía, por lo que más allá de imponer límites, se deben buscar soluciones en la producción y consumo.

Partimos de que el sistema de producción actual de energía ha impactado de diversas maneras sobre la naturaleza, favoreciendo el deterioro ambiental. Este proceso tiene su origen en la Revolución Industrial, que modificó las actividades productivas generando un crecimiento urbano sin precedente, se incrementó en la llamada modernidad, y tiene en el mundo global la oportunidad de hacer frente a sus consecuencias²⁰³⁸. Se han analizado algunas alternativas, como las energías renovables, que están fuertemente vinculadas con el modelo sostenible. La Unión Europea abandera a nivel mundial este nuevo modelo sostenible, en el que el crecimiento económico y social intenta ser respetuoso con el ambiente, pues es su capital natural suministrador de bienes y servicios que mejoran la vida del hombre²⁰³⁹.

²⁰³⁷ Olmstead y Stavins apuntan a la promoción de estrategias científicamente sólidas, económicamente racionales y políticamente ejecutables. Ver: Olmstead, S. y Stavins, R. (2010) *Three key elements of post-2012 international climate policy architecture*. Pág. 17.

²⁰³⁸ La actividad industrial, el tráfico de vehículos, los incendios forestales y el uso de la biomasa como energía, entre otros, han aportado a la atmósfera importantes cantidades de dióxido de carbono que, como comentan Cayuela, Cervantes, Sabater y Xercavins (2005), han contribuido al calentamiento global. Así señalan que en los últimos 160,000 años se ha observado que el cambio de las temperaturas y del CO₂ siguen una misma tendencia. Ver: Cayuela, D., Cervantes, G., Sabater, A. y Xercavins, J. (2005) *Desarrollo sostenible*. Pág. 53.

²⁰³⁹ En el desarrollo sostenible, la energía vital, es el problema y la solución al mismo tiempo; por ello las energías renovables son el estandarte del nuevo modelo productivo y de consumo que intenta reducir las presiones ambientales. Por ello está en el objetivo central

Las energías renovables son más sostenibles que las convencionales debido, entre otras razones, a sus menores emisiones, lo que contribuye a mitigar el cambio climático²⁰⁴⁰. Por ello este tipo de energías son depositarias de la confianza como principal alternativa viable hacia el cambio de modelo energético. Su contribución a la producción de energía mundial es menor del 20%, según el Banco Mundial, pero se anticipa que crezca. El aporte del sector en la economía es amplio no sólo por los empleos generados, sino también por su contribución al PIB, que coadyuva a la balanza comercial al reducir las importaciones de hidrocarburos y mejora así la balanza fiscal.

Diversos autores denominan limpias a las energías renovables y teóricamente podrían cubrir los requerimientos energéticos en las siguientes décadas. Lo cierto es que actualmente no han alcanzado el nivel de desarrollo necesario para apropiarse de esta labor; para satisfacer la demanda actual se requiere una combinación o mezcla de fuentes de energía convencionales y renovables²⁰⁴¹. Los costes a los que se enfrentan las energías renovables es uno de los principales problemas que han frenado su crecimiento, así como la falta de apoyos gubernamentales. En suma, se requiere diseñar políticas que acompañen la maduración de estas tecnologías. Pero la mejora tecnológica de las distintas opciones renovables tiene que transmitirse en los precios y costes, así como en mejorar los sistemas de inversión que deriven en la producción a gran escala. Ello llevaría a potenciar su contribución en la reducción de emisiones²⁰⁴².

Las energías renovables también producen diferentes impactos ambientales, entre los que se destacan la contaminación visual y paisajística, y los cambios en el comportamiento de la fauna. Por tanto, además de las mejoras técnicas y económicas, también se requiere una mayor acogida en las

de la política energética europea, como quedó plasmado en la resolución del consejo del año 1986.

²⁰⁴⁰ Como se señala en la Directiva Europea de Promoción y Fomento de las Energías Renovables de 2008.

²⁰⁴¹ El desarrollo de las energías renovables requiere un tiempo de maduración, así como incentivar la inversión en I+D+i, un marco que favorezca su crecimiento y reglas más claras. Pero estos esfuerzos deben ser acompañados por un marco normativo que procure la protección y conservación de los sistemas sostenedores de la vida en el planeta, que, como menciona Gutiérrez (2008), debe pasar por el diseño de programas de educación formal y no formal que logren sensibilizar a las actuales y futuras generaciones en la explotación responsable de los recursos del planeta. Ver: Gutiérrez, J. (2008) *La Educación ambiental: fundamentos teóricos, propuestas de transversalidad y orientaciones extracurriculares*. Pág. 16.

²⁰⁴² Ver: Labandeira, X., Linares, P. y Würzburg, K. (2012) "Energías renovables y cambio climático". *Cuadernos Económicos de ICE*. Num. 83. Págs. 37-60.

comunidades en las que operan; para ello es necesario que se comuniquen sus ventajas y sus perjuicios. Las evaluaciones de impacto deben ser comunicadas allá donde se implementen. Además, se deben acompañar, entre otros, de Sistemas de Información Geográfica que permitan una visión integral del espacio para una toma de decisiones más objetiva. Así su integración permitirá el cambio de modelo de energía. En los próximos años se requiere un nuevo impulso hacia el sector renovable, es preciso fomentar el autoconsumo, involucrar al consumidor e invertir en esquemas I+D+i que aporten nuevas soluciones²⁰⁴³.

El desarrollo sostenible debe ser extensivo a todos los países, es decir, se trata de una tecnología asequible a todas las sociedades que tomen en cuenta las diferencias de las distintas regiones. Se puede trabajar en los procedimientos que permitan prevenir la contaminación o remediar el impacto de la explotación del ambiente. Para ello se propone la creación de instrumentos que permitan a los sectores primarios de la economía de cada país involucrarse en la financiación de sistemas de producción limpia²⁰⁴⁴. El acceso a la energía es primordial para fomentar el desarrollo; las tecnologías sostenibles son una opción viable en las zonas rurales porque se conciben como soporte a las actividades productivas, domésticas y comerciales de las comunidades. En consecuencia, la energía es un componente estratégico dentro de un marco de trabajo para el desarrollo. El acceso a la energía debe ir acompañado de otros planes de desarrollo que fomenten la sostenibilidad. Se requieren diferentes acciones, entre las que destacan, además de medidas de educación y salud, un modelo participativo que involucre a la comunidad, sustentado por un sistema de financiación²⁰⁴⁵.

Otra manera de abordar los efectos negativos del uso intensivo de hidrocarburos es centrarse en los sistemas que buscan reducir las emisiones de gases. El mercado del carbono, las tasas ambientales o el canje de deuda por naturaleza, son instrumentos económicos que contribuyen al

²⁰⁴³ Ver: Sevilla, M., Golf, E. y Driha, O. (2013) “Las energías renovables en España”. *Estudios de Economía Aplicada*. Vol. 31. Pág. 55.

²⁰⁴⁴ La planificación del desarrollo debe ser una de las prioridades de las naciones, al involucrar a todos los colectivos sociales a fin de, como señalan Torrent, Millet y Arce (2005), integrar las demandas y diversificar a los sectores involucrados, buscando lograr un equilibrio entre población y recursos disponibles. Ver: Torrent, R., Millet, A. y Arce, A. (2005) *Diálogo sobre gobernabilidad, globalización y desarrollo*. Pág. 78.

²⁰⁴⁵ Los autores proponen una metodología de evaluación que permita analizar las estrategias de desarrollo de las comunidades rurales. Ver: Dyner, I., Álvarez, C. y Cherni, J. (2005) *For assessing the contribution of energy to sustainable livelihoods in poor developing nations*.

compromiso pro ambiental²⁰⁴⁶. La movilización de fondos, instituciones y tecnología exitosos son aquellos que descansan en las narrativas del desarrollo²⁰⁴⁷, son la construcción social en la que descansa la crisis ambiental²⁰⁴⁸. El agotamiento de recursos, la contaminación y la pérdida de la biodiversidad son problemas variados que requieren diversas soluciones.

Los acuerdos, los convenios, las leyes y las normas garantes del desarrollo sostenible deben fundamentarse no sólo en los principios constitucionales que conforman el Estado de derecho de un país o de una región, sino también en normas ético-jurídicas universales que sean aplicables a problemas concretos. Estos esfuerzos supranacionales requieren un sistema vinculante al cuerpo legal ambiental de las diferentes naciones, para que puedan tener el efecto esperado. Pero de la misma manera, se requiere un “corpus ético” que acompañe al sistema jurídico de normas ambientales, con el fin de fomentar la reflexión en cada Estado en el ámbito local, y en la comunidad de las naciones en el ámbito global, ya que ante problemas específicos se requieren soluciones particulares con un mismo criterio²⁰⁴⁹.

Diferentes corrientes del desarrollo económico cuestionan el crecimiento de la población mundial, pues desde su perspectiva ponen en entredicho el equilibrio ambiental, así como diferentes acuerdos y convenios internacionales que buscan planificar el desarrollo sostenible. Sin embargo, no podemos obviar que estas políticas de carácter mundial en contra de la contaminación, el despilfarro, el derroche y la pobreza, no han terminado por incorporar todas las voces, pues las diferencias entre países y regiones marcan las distancia en lo que entendemos por desarrollo²⁰⁵⁰.

²⁰⁴⁶ El método mayormente utilizado en los proyectos sostenibles es el Mecanismo Desarrollo Limpio probablemente, por el flujo de inversión entre regiones que genera. Ver: Villavicencio, A. (2004) “Mitos y realidad del Mecanismo de Desarrollo Limpio”. *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. Pág. 57.

²⁰⁴⁷ El poder de estas narrativas crece al incorporar distintos símbolos dominantes, ideologías y experiencias reales o hipotéticas. Ver: Hirschman, A. (1968) *Development Projects Observed*. En Leach, M. y Mearns, R. (1996) *The Lie of Land: Challenging received wisdom on the African environment*.

²⁰⁴⁸ Así hemos visto dos posturas encontradas; por un lado la economía ecológica, y por otro, la neoclásica. La primera utiliza argumentos de las ciencias de la naturaleza; la segunda se sitúa conservando una tendencia antropocéntrica.

²⁰⁴⁹ En el escenario global, no hay un solo criterio ético que acompañe la aplicación de las políticas para la protección y conservación del ambiente. Distintos mecanismos y soluciones tienen diversas implicaciones que no son publicitadas, por ejemplo, las políticas de control poblacional que han sido moneda de cambio de los fondos ambientales. Es decir una presión de los países desarrollados a los países en vías de desarrollo.

²⁰⁵⁰ Para enfrentar la problemática ambiental, es necesario disponer de diversos instrumentos como la evaluación ambiental estratégica o algún mecanismo semejante que promueva una revisión de las políticas públicas, así como fomentar diversos proyectos

Con referencia al recorrido que hemos realizado en la Historia del Pensamiento Económico, nos hemos detenido en la Teoría del Crecimiento Económico porque de ella deriva el concepto de Desarrollo Sostenible. Algunas de las contribuciones más importantes que hemos destacado en este recorrido, son: los fisiócratas, que ya habían señalado las limitaciones de la tierra que impedían producir riqueza de forma indefinida porque entendían el crecimiento económico como un sistema circular de flujo de recursos. Los economistas clásicos, por su parte, apuntaron que la problemática era mantener un crecimiento ilimitado: creían que el mercado era el único regulador del crecimiento económico. La teoría que propuso Malthus influyó decisivamente al concepto de Desarrollo Sostenible, al resaltar la limitación de los recursos y el crecimiento poblacional.

Marx es el gran exponente de la posición contraria al sistema capitalista, que apuntó el continuo deterioro de los recursos naturales. En respuesta, los autores neoclásicos se centraron en aspectos microeconómicos y formularon notables desarrollos teóricos que servirían de soporte para buena parte de las teorías del crecimiento que surgieron después de la Segunda Guerra Mundial. Pero Keynes y sus discípulos retomaron el análisis macroeconómico y dinámico, y se centraron en el proceso del crecimiento económico a largo plazo. Las aportaciones de Schumpeter dieron al sistema capitalista una nueva lectura en los ciclos de expansión, recesión y estancamiento; estos ciclos eran producto de la puesta en marcha de nuevas técnicas en el proceso productivo, poniendo a las innovaciones como la principal causante de los movimientos de la economía.

Las aportaciones de dos escuelas contrapuestas dominaron el diálogo de la teoría económica. Por una parte, los que se adhirieron a los postulados neoclásicos, en los que Solow (1956) y Swan (1956) son referentes, entendían que la propia dinámica del modelo capitalista era la responsable de llevar a la economía hacia un Estado Estacionario, en el cual el mayor nivel de bienestar se alcanza maximizando el nivel de consumo²⁰⁵¹. La otra

sectoriales que busquen que las externalidades que provoca el crecimiento económico se internalicen. Sin duda, otro aspecto es la educación ambiental en los sistemas educativos formales e informales. El reciclaje también debe ser entendido como estrategia de producción y conservación, pues mejora el aprovechamiento de los productos de consumo generando el ahorro de materias primas que se incorporan al sistema productivo.

²⁰⁵¹ Ver: Solow, R. (1956) "A Contribution to the Theory of Economic Growth". *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. 70. No. 1. Págs. 65-94. Ver también: Swan, T. (1956) "Economic growth and capital accumulation". *Economic Record*. Vol. 32. Págs. 334-361.

posición la lideraron los postkeynesianos que siguieron los trabajos de Harrod (1939) y Domar (1946), y centraron su análisis en el estudio de los factores que contribuyen al crecimiento a largo plazo con el fin de evitar los impactos negativos sobre el empleo²⁰⁵². Sin embargo, los modelos no lograron explicar las enormes desigualdades entre regiones y países, por lo que surgieron las Teorías del Desarrollo que están basadas en ideas keynesianas.

Las teorías del desarrollo se pueden agrupar en la Teoría de la Modernización; la Teoría Estructuralista; la Teoría Neomarxista; la Teoría Neoliberal y las Teorías Alternativas, que analizan las diferencias en el nivel de desarrollo entre el norte y el sur. Sus esfuerzos se centraron en soluciones para resolver la pobreza. Sin embargo, no se planteó limitar el crecimiento económico en los países desarrollados como solución. En el Informe del Club de Roma, en contraparte, se propone que ante unos recursos limitados se frene el crecimiento.

Hay dos disciplinas distintas que intentan dar respuesta a los problemas que plantea el desarrollo sostenible. Por un lado, la Economía Ambiental, y por otro, la Economía Ecológica, de la que se desprende la Sostenibilidad Débil que se apoya en la racionalidad económica. Esta propuesta no propone un cambio de modelo; sólo hacer más eficiente la sociedad actual. Por su parte, la Sostenibilidad Fuerte se basa en los impactos de los sistemas productivos, y apunta a repensar la producción y el consumo.

Hacia principios de los sesenta del siglo pasado, el deterioro de la naturaleza fue atribuido a la evolución de la economía, y los recursos naturales fueron entendidos como una restricción para el crecimiento, por lo que se requería una nueva relación entre los recursos físicos y la economía. En este contexto nace la economía ambiental, que incorpora la variable ambiental al mercado, sin renunciar por ello al objetivo de crecimiento económico. Pero se asume que los recursos ambientales deben ser valorados para ser apreciados²⁰⁵³.

La economía ambiental considera que a los bienes públicos y los recursos comunes se les debe asignar un precio²⁰⁵⁴. De esta manera se internalizarían

²⁰⁵² Ver: Harrod, R. (1939) "An Essay in Dynamic Theory". *The Economic Journal*. Vol. 49. Núm. 193. Págs. 14-33, y Domar, E. (1946) "Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment". *Econometrica*. Vol. 14. Núm. 2. Págs. 137-147.

²⁰⁵³ Los bienes y servicios que proporciona el ambiente no están valorizados, ya que, como comenta Van-Dyke (2008), no existen mercados específicos para su intercambio. Ver: Van-Dyke, F. (2008) *Conservation biology. Foundations, concepts, applications*.

²⁰⁵⁴ Ambos se caracterizan por la no exclusión, es decir, todos pueden gozar de su disfrute. Sin embargo, en los bienes públicos el consumo no reduce su disponibilidad, mientras que en los públicos sí. Ver: Carciofí, I. y Azqueta, D. (2012) *Territorio, desarrollo tecnológico* 560

las externalidades negativas y se desincentivan las actividades o acciones que degradan el ambiente. Así se entiende el entorno natural como un problema de asignación de recursos²⁰⁵⁵. En este marco, la generación de residuos deberá ser menor que la capacidad de asimilación de los ecosistemas.

Por su parte, la economía ecológica surge como crítica a los planteamientos de la economía ambiental y a los métodos de la economía convencional²⁰⁵⁶. Desde esta postura, la economía depende de los ecosistemas y por ello los procesos físicos y biológicos tienen prioridad sobre la rentabilidad. La economía ecológica tiene como propósito el estudio de todos los objetos que componen la biosfera y los recursos naturales. El paradigma actual ha dotado de fundamento a lo que se entiende por sostenibilidad, la premisa de que el ecosistema global es finito y tiene capacidades limitadas de asimilación y de regeneración²⁰⁵⁷.

y gestión de recursos naturales renovables: el caso de la pesca. Investigaciones Regionales. Núm. 23. Págs. 145-170.

²⁰⁵⁵ Para más detalle se puede consultar, entre otros: Riera, P., García, D., Kinström, B. y Brannlund, R. (2008) *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*; y Aguilera-Klink, F. y Alcántara, V. (1994) *De la economía ambiental a la economía ecológica*.

²⁰⁵⁶ La economía ecológica nace en los años ochenta del siglo pasado. Se distingue de la economía ambiental, como apuntan Costanza, Norgaard, Daly, Goodland y Cumberland (2007), entre otros aspectos, por el papel de la sustituibilidad y monetarización de los recursos naturales. Las primeras contribuciones son una crítica a la teoría neoclásica, uno de sus principales exponentes es Georgescu-Roegen (1971); en su obra *The entropy law and the economic process*, señala que la degradación de la energía, a través del fenómeno de la entropía, es irreversible, postulado que se convierte en el fundamento teórico como señala Herrmann-Pillath (2011). Ver: Costanza, R., Norgaard, R., Daly, H., Goodland, R. y Cumberland, J. (2007) *An Introduction to Ecological Economics*. (E-book); y Herrmann-Pillath, C. (2011) "The evolutionary approach to entropy: reconciling Georgescu-Roegen's natural philosophy with the maximum entropy framework". *Ecological Economics*. Núm. 70. Págs. 606-616.

²⁰⁵⁷ Esta teoría considera, como apuntan Aguilera-Klink y Alcántara (1994), que la economía es un subsistema dentro del ecosistema global, abierto al intercambio de energía, materia e información. Por ello asume que está sujeta a las leyes de la naturaleza. Entiende que opera mediante tres principios biofísicos: la primera ley de la termodinámica, que afirma que la materia y la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma; la segunda ley de la termodinámica, o ley de la entropía, en la que materia y energía se degradan continuamente, por lo que un aumento en la entropía produce una disminución de la energía disponible; la tercera ley que se refiere a la imposibilidad de extraer más recursos de los que la naturaleza puede regenerar. Por tanto el agotamiento irreversible de los recursos y de los servicios que éstos prestan. Es por ello por lo que el grado hasta el cual debe operar la actividad económica estará definido por la escala, es decir, por la capacidad de los ecosistemas para soportarla. Uno de los elementos que diferencia a la economía ambiental

La economía ecológica, o algunos de sus exponentes, entiende como principal problema ecológico la sobrepoblación, que tendría repercusiones directas con el consumo. Sin embargo, voces de esa misma corriente plantean modelos en los que la planeación económica, política, social y ecológica se centre en los bienes sustitutos, así como en nuevos estilos de vida sostenibles.

En contraste, la economía ambiental considera al entorno natural como un problema de asignación de recursos, sin utilizar las leyes físico-químicas de la naturaleza. Así busca incorporar los aspectos ambientales en la toma de decisiones. Su estrategia es descendente (de arriba hacia abajo), mientras que la economía ecológica conlleva modificaciones que vienen desde la sociedad, es decir, ascendente. La tecnología juega un papel fundamental, pues es la responsable de aportar soluciones óptimas, disminuyendo el consumo de recursos.

La sostenibilidad intenta aportar una nueva manera de entender el entorno, y por ello es indispensable. Hay que tomar en cuenta tres factores que guiarán las acciones: la escala sustentable, la asignación eficiente de recursos y la distribución justa. Así el primero, o valor “E”, basado en la *eficiencia*, hace énfasis en las preferencias individuales que se suponen fijas, partiendo de que estas preferencias existen y que su valor está dado por la disposición a pagar el bien o servicio dado. El segundo, o valor “F”, *fair* o justo, está basado en la *justicia*, pues cuando los sujetos expresan sus preferencias, lo hacen como miembros de la comunidad, no como individuos. Por lo tanto hay un consenso. El tercero, o valor “S”, está basado en la *sustentabilidad*. Este necesita de una evaluación de la contribución del recurso en cuestión a la sostenibilidad, por lo que es necesario contar con información científica que muestre el funcionamiento del recurso en el sistema global²⁰⁵⁸.

Es necesario promover la relación sostenible entre los diferentes pueblos mediante el debate, el diálogo y el intercambio. Aprender a vivir juntos requiere el cultivo de actitudes, valores y virtudes sociales. Requiere la

de la ecológica es, precisamente la escala. Ver: Aguilera-Klink, F. y Alcántara, V. (1994) *De la economía ambiental a la economía ecológica*.

²⁰⁵⁸ En la literatura sobre la valorización de los servicios ambientales, suelen estar presentes criterios de eficiencia y justicia, los que son utilizados como instrumentos para fundamentar la decisión social o consenso, tanto en la distribución, como en la escala. (La primera es considerada labor del Estado, la segunda es la capacidad de carga del planeta). La eficiencia en la Asignación de recursos. Se basa en los mecanismos del mercado. Los valores permiten generar criterios, que a su vez, fundamentan las decisiones de lo que se considera sostenible. Ver: Costanza, R (2001) “Visions, values, valuation, and the need for an ecological economics”. *BioScience*. Vol. 51. Num. 6. Págs. 459-468.

construcción de un marco axiológico no dogmático que favorezca la reflexión. Por ello en este trabajo hemos profundizado en propuestas éticas que se detienen en los fundamentos de los deberes y responsabilidades del ser humano con la naturaleza.

El debate filosófico en esta disciplina se ha centrado en tres grandes líneas: la primera abarca el diagnóstico de las causas de la crisis socioecológica en un nivel global, en términos históricos, sociales, culturales, políticos, jurídicos y económicos; la segunda se centra en los intereses morales de los seres humanos de las generaciones futuras; y la tercera se basa en la teoría del valor sobre la cual se sustentan las obligaciones ético-ecológicas, dividida en valores instrumentales, extrínsecos a la naturaleza y basados en los intereses humanos –que fundamentan los antropocentrismos éticos–, y en valores intrínsecos a la naturaleza o a los seres vivos que la integran, fundamento de los biocentrismos y ecocentrismos en ética medio ambiental²⁰⁵⁹.

El marco teórico y práctico del Desarrollo Sostenible es resultado de la publicación del Informe Brundtland, que puso en la política internacional el debate relativo a la necesidad de imponer restricciones al modelo económico actual. En este esquema surge el concepto de *stakeholders*, un elemento clave para comprender el significado de aplicación del concepto de responsabilidad social, que busca compatibilizar los objetivos organizacionales con los sociales, gestionando a su vez los impactos que su quehacer genera. De esta manera, se exige a las organizaciones realizar una reflexión que les permita identificar quienes resultan afectados por las actividades de la institución. Por ello proponen establecer relaciones más permanentes que orienten las necesidades de la empresa hacia un verdadero compromiso social²⁰⁶⁰.

La RSC, como iniciativa voluntaria, debe acompañarse de políticas públicas

²⁰⁵⁹ Ver: Lecaros, J. (2013) “La ética medio ambiental: principios y valores para una ciudadanía responsable en la sociedad global”. *Acta bioeth.* Vol. 19. Num. 2. Págs. 177-188.

²⁰⁶⁰ Podemos mencionar, siguiendo a de la Cuesta (2004), que desde un punto de vista moral, las empresas y organizaciones económicas juegan un papel de relevancia social y ambiental, sus actuaciones reclaman no sólo una ética individual sino de la organización. Se trata que bien por motivos religiosos, éticos, o sociales busquen que los consumidores, inversores y gestores que todas sus actuaciones y decisiones, se impregnen de un comportamiento responsable. Ver: de la Cuesta, M (2004) “El porqué de la responsabilidad social corporativa”. *Boletín económico de ICE. Información Comercial Española.* Pág. 48.

que coadyuven al cambio social empresarial²⁰⁶¹. Por ello un marco legal que promueva la sensibilización de consumidores e inversores favorecerá la actuación desde una perspectiva sistémica orientada hacia el cambio estructural que se requiere. Las empresas, como los hábitos de consumo, requieren reflexión, siguiendo a Lipovestky (2007), entendemos que la abundancia no es condición necesaria y suficiente para la felicidad humana, aunque parece ser la idea dominante. Está claro que necesitamos menos consumo, entendido éste como el generador de la satisfacción, pues produce un derroche incontrolado de energía, y por ello abogamos por la moderación. La suficiencia, la autocontención y la moderación lograrán aumentar el bienestar humano, la calidad de vida y la autonomía, al asumir la suficiencia como una reducción en el consumo de materia y energía, mediante la eficiencia (hacer más con menos) y la coherencia.

Para alcanzar una sociedad sostenible no basta con aumentar la ecoeficiencia en la producción, sino más bien en cambiar los deseos y motivaciones que están detrás de la satisfacción de las necesidades²⁰⁶².

La nueva economía de empresa se origina en el reconocimiento de que la forma de capital más esencial es el capital humano, es decir, el hombre, su conocimiento que genera la creatividad humana. Las empresas e instituciones y los sistemas capitalistas son mecanismos sociales a través de los cuales los individuos “*trabajan unos con otros*” en comunidad. Los fines de la empresa son múltiples e incluyen los no económicos. La producción de bienes y servicios contribuye a la mejora de la sociedad, y así la empresa brinda un entorno en el que los empleados pueden desarrollarse personal y profesionalmente, y contribuir a la creación de riqueza y su justa distribución.

Se requiere involucrar a los consumidores e inversores en la adopción de políticas y programas que promuevan la RSE, el consumo responsable, o la inversión socialmente responsable²⁰⁶³. Para ello se requiere un compromiso

²⁰⁶¹ Se trata es de cambiar el rol social de las empresas, como lo señalan Benbeniste, Pueyo, y Llaría (2004), las administraciones pueden jugar un papel crucial fijando un calendario de actuaciones, que ayude a pasar, con claridad, de la retórica a los hechos. Apuntan por seguir las directrices de la OCDE y exigir transparencia informativa a las empresas que se dicen responsables. Ver: Benbeniste, S.; Pueyo, R. y Llaría, J. (2004) *Responsabilidad Social Corporativa y políticas públicas*. Pág. 101.

²⁰⁶² Subraya la distinción entre lo necesario y lo superfluo; apunta que la complejidad de la distinción radica en que la noción necesidad depende de situaciones histórico-sociales concretas y de los valores de cada comunidad. Ver: Sempere J. (2009) *Mejor con menos. Necesidades, explosión consumista y crisis ecológica*. Pág. 22.

²⁰⁶³ De la Cuesta (2007) señala el crecimiento de las inversiones socialmente responsables, permite a los mercados e inversores, reforzar sus derechos de propiedad, e influir en la toma

gubernamental de apoyo en la difusión y promoción de la RSE, en el que se involucre a los actores sociales²⁰⁶⁴. La RSC afecta a todo tipo de organizaciones, públicas o privadas, con o sin ánimo de lucro. La responsabilidad social, conlleva una mejora de los resultados económicos a largo plazo. Es decir, para que la empresa crezca a largo plazo, es imprescindible que sustente sus procesos y productos en unos estándares éticos²⁰⁶⁵.

La responsabilidad es una acción vital para que se produzca la sostenibilidad: tenemos que “dar cuenta” de nuestros actos y omisiones²⁰⁶⁶. Por ello hemos seguido los trabajos de Hans Jonas y su propuesta del principio de la responsabilidad, en el que considera a las generaciones futuras. La responsabilidad es un sentimiento moral, o así lo plantea Jonas, es decir una obligación de proteger lo presente y lo futuro. Por tanto se debe procurar prolongar los recursos naturales, pues son bienes que deben perdurar. Pero para transmitir esta idea se requiere un proceso sensibilizador en la sociedad. Es preciso pensar qué requiere atención moral, y qué asuntos y problemas requieren una atención ética²⁰⁶⁷.

de decisiones de las empresas, a fin de que sean más coherentes con el desarrollo sostenible. Ver: de la Cuesta, M. (2007) “Finanzas socialmente responsables y microfinanzas: Razón de ser, instrumentos y contribución al desarrollo sostenible”. *Anales de la Universidad Metropolitana*. Vol. 7. Núm. 2. Pág. 47.

²⁰⁶⁴ Es necesario promover un marco normativo que establezca las medidas de fomento y estímulo de la RSE. Pero también, como se apuntó en el foro *Sustainable Brands*, celebrado en Barcelona, es importante contar con mecanismos de evaluación y certificación externa que validen las políticas adoptadas por las empresas, con ello se genera transparencia en el mercado.

²⁰⁶⁵ Además de establecer mecanismos de seguimiento, como apuntan Martínez y de la Cuesta (2003), a fin de que verifiquen la implementación de los procesos RSC y adherirse a normas internacionales. Ver: Martínez, C. y de la Cuesta, M. (2003) “Responsabilidad social de la empresa. Concepto, medición y desarrollo en España”. *Boletín Económico. ICE*. Pág. 18.

²⁰⁶⁶ Siguiendo a Argandoña (2007), entendemos que la RSE es una responsabilidad moral, que se concreta en unos deberes u obligaciones en relación con acciones, conductas o políticas que la empresa. También es social, pues está abierta a la rendición de cuentas ante las personas y las comunidades. Aunque se atribuye a la organización, son los que la dirigen y, de algún modo, todos los que forman parte de ella. Subraya que es una responsabilidad colectiva y también recíproca. Ver: Argandoña, A. (2007) *La responsabilidad social de la empresa a la luz de la ética*. Pág. 7.

²⁰⁶⁷ Siguiendo a Guerra (2003), entendemos que más allá de los prejuicios morales se requiere contar con las directrices que faciliten el diálogo entre responsabilidad y tecnociencia que propone Jonas. Él menciona como guía, el discernimiento ético, un análisis y consideración de los hechos, vigilar las directrices normativas y considerar las consecuencias. Pero añade tener en cuenta las posiciones sociales dominantes a fin de

Así, en el fundamento ético de la sostenibilidad, hemos entendido que debe introducirse el principio de responsabilidad como cuidado del ser vulnerable, acompañado, entre otros, por el principio de precaución, el principio de subsidiariedad, el de solidaridad (entre los seres humanos actuales y con las generaciones futuras) y el principio de justicia. El hombre contemporáneo se encuentra en medio de una amplia red de figuras de la responsabilidad, diversas y heterogéneas, que se mueven desde el polo subjetivo al polo institucional y colectivo, lo que obliga a repensar este concepto más allá del paradigma formal jurídico-político²⁰⁶⁸.

El principio de responsabilidad de Jonas invita a nuevos deberes y obligaciones en función del cuidado del ambiente. Aquí encontramos un vínculo con la sostenibilidad, pues también se enfatiza en lo que “dejamos” a las siguientes generaciones: los recursos naturales, la biodiversidad de la flora y fauna. Pero no proponemos una intelectualización de la moral, sino un compromiso para que los juicios morales estén presentes en los problemas de ambientales o tecnológicos²⁰⁶⁹. La sostenibilidad sólo puede ser alcanzada mediante la acción coordinada de todos, los individuos con sus actos, los grupos y los agentes sociales. Se requiere que los agentes e individuos estén bien informados para actuar responsablemente y tengan en cuenta las consecuencias que derivan de la acción humana.

Podemos sintetizar los debates de responsabilidad en las investigaciones filosóficas, es decir, los distintos a la responsabilidad civil o penal, si tomamos en cuenta que la responsabilidad a la que nos referimos se caracteriza por ser colectiva y orientada al futuro²⁰⁷⁰. Así que entendemos

intentar la objetividad. Ver: Guerra, M. (2003) “Responsabilidad ampliada y juicio moral”. *Isegoría. Revista de Filosofía Moral y Política*. Pág. 29.

²⁰⁶⁸ Actualmente está en boga, no como responsabilidad retrospectiva por las consecuencias de nuestras acciones pasadas, sino como responsabilidad prospectiva, es decir, por el cuidado y protección de seres vulnerables (generaciones futuras y otros seres vivos) que pueden verse afectados por las consecuencias a largo plazo de nuestras acciones.

²⁰⁶⁹ Se busca garantizar la perpetuidad de la especie para ello se deben fomentar valores y virtudes que permitan discernir de mejor manera, Aristóteles consideraba que las virtudes son disposiciones que nos permiten actuar. La responsabilidad, la justicia, la solidaridad, la subsidiariedad, el respeto, no limitan nuestras acciones, sino que les dan sentido.

²⁰⁷⁰ Otra manera de recapitular en las propuestas y estudios que han utilizado a la responsabilidad como su objeto de análisis sería, por un lado, en el mundo anglosajón, las necesidades creadas por el desarrollo de la teoría analítica de la acción, la vuelta en escena de los estudios aristotélicos y el auge de la ética aplicada. Otra sería, en la esfera alemana, la responsabilidad se conecta con la denominada “*rehabilitación de la filosofía práctica*”, y con revisiones weberianas como “*ética de la convicción*” y una “*ética de la responsabilidad*”, que aborda Apel (1991), o con el pensamiento de Simmel y con enfoques contemporáneos de ética que parten de una consideración de las transformaciones operadas

que el principio de responsabilidad brinda luces en la teoría política actual.

La responsabilidad de las sociedades sostenibles debe descansar en los “ciudadanos ecológicos”. Este concepto, aún en construcción, permite modelar la responsabilidad con el tipo de disposición que cada ciudadano tiene hacia el ambiente: una adhesión moral; una adhesión de tipo voluntaria; una participación activa²⁰⁷¹.

Se propone un modelo en el que exista una mayor participación social, así todos los involucrados en la adopción de innovaciones tecnológicas que tengan repercusiones ambientales, compartan sus acciones, es decir, democratizan la toma de decisiones mediante la “comunidad de pares ampliada”, pues se puede afectar a la salud, medio etc.²⁰⁷². El objetivo de una sociedad madura es la vida justa y plena. Para alcanzarla se requiere que las personas no evadan sus obligaciones como ciudadanos. El buen ciudadano entiende la *polis* con todo lo que en ella habita.

En la era de la globalización, la crisis ambiental no es el único problema emergente a escala planetaria. Además del riesgo ecológico y la degradación socioambiental, surgen conflictos que remarcen problemas sociales, como el choque entre culturas, el fundamentalismo ideológico-político, la violencia social y el terrorismo; la inseguridad alimentaria, la desigualdad social y la pobreza; la corrupción de la sociedad y la narcotización de la economía y la

en el ámbito de la acción humana por el desarrollo tecnológico. Por último, en el mundo francófono, el trasfondo existencialista de Sartre, Lévinas, Merleau-Ponty y Ricoeur, que utilizan la fenomenología de la acción. Ver: Barralanga, J. (1997) *Historia de la Filosofía Contemporánea*. Pág. 179.

²⁰⁷¹ Apuntan que el concepto de ciudadanía ecológica se diferencia del concepto tradicional de ciudadanía en al menos tres aspectos: primero, se trata de una noción basada no tanto en derechos como en obligaciones; segundo, se subraya que están presentes tanto la esfera de lo privado como la de lo público; tercero, está diseñada para un individuo; por ello se deslinda del Estado-Nación. Ver: Valencia, A., Arias, M. y Vásquez, R. (2010) *Ciudadanía y conciencia medio ambiental en España*.

²⁰⁷² Los autores señalan que la mejor forma de tratar las cuestiones ambientales es a través de la participación de todos los ciudadanos interesados. Comentan que, a nivel local, cada individuo deberá tener acceso adecuado a la información que disponen las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que ofrecen peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Por ello los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación del público poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre estos, el resarcimiento de daños. Ver: Funtowicz, S. y Ravetz, J. (1993) *Ecología política. Ciencia con la gente*.

política; la equidad de género, los nuevos derechos humanos; el pensamiento ecológico y complejo. Lo que se está jugando en la globalización no es sólo el crecimiento y la estabilidad de la economía que se basa en el progreso científico-tecnológico, sino los problemas de energía, cultura, familia y democracia²⁰⁷³.

En las últimas décadas, hay una mayor presencia mediática de los problemas ambientales; en el imaginario colectivo está el riesgo asociado a fenómenos como la contaminación del aire, el agua y la tierra, la pérdida de la biodiversidad, el cambio climático o la tala de bosques y selvas, que son sólo algunos de los muchos problemas a los que nos enfrentamos, y que están latentes²⁰⁷⁴. Los problemas que ponen en riesgo al ambiente deben ser tratados desde las ciencias ambientales y sociales. Es necesaria una reflexión permanente de nuestra relación con el mundo natural, del cual nos hemos distanciado²⁰⁷⁵.

Las políticas y teorías parten de la idea de que la comunidad humana se encuentra en un proceso de distanciamiento con el entorno, es decir con el ambiente. Sin embargo, la Unión Europea, como ejemplo de comunidad, aunque en otro ámbito (político), muestra que existen muchos movimientos, inquietudes, iniciativas y acciones que son confluyentes, presididos por un espíritu de buena voluntad y buena fe en la cooperación para el progreso comunitario. Una muestra de ello es el principio de subsidiariedad, que nace como principio moral pero da al individuo poder y participación en la protección del ambiente, al mismo tiempo que permite que las pequeñas comunidades participen y ofrezcan soluciones a sus propios problemas y conflictos en el uso de los recursos escasos. Así, este principio permite que el individuo, con su iniciativa y sus propias fuerzas, sea quién actúe a favor de la preservación de los recursos naturales, siendo el elemento integrador del proceso subsidiario. Por tanto, las comunidades locales hacen esta misma tarea con los Estados nacionales.

²⁰⁷³ Ver: Giddens, A. (2000) *Un mundo desbocado. Los efectos de la globalización en nuestras vidas*.

²⁰⁷⁴ Apunta que los riesgos no aluden a daños acontecidos, pero delimitan. Son un peculiar estado intermedio entre seguridad y destrucción, donde la percepción juega un papel preponderante. Ver: Beck, U. (2001) "Retorno a la teoría de la sociedad del riesgo". *Boletín de la A.G.E.* Núm. 30. Pág. 10.

²⁰⁷⁵ La justicia, así como la responsabilidad, se deben extender hacia la naturaleza, que es como la casa en la que habitamos. En el recorrido de este trabajo se ha realizado una exposición del concepto sostenibilidad a través de los acuerdos, convenios y cumbres internacionales.

En la búsqueda de soluciones, hemos visto que el principio de subsidiariedad promueve la convergencia, pues se orienta los procesos sobre los incentivos económicos, el ejercicio de las iniciativas individuales facilita la incorporación de los individuos, de las empresas y de las instituciones.

La subsidiariedad debe ser una herramienta para las comunidades locales puesto que es un concepto jurídico-legal pero también socio-político muy flexible. Tiene su fundamento en el carácter personal del hombre como sujeto de la actividad social y política, y en la necesaria ordenación de la sociedad política hacia el bien común²⁰⁷⁶. El principio tiene como soporte práctico, en relación con la sostenibilidad, la *Agenda 21*, iniciativa que, bajo el liderazgo de la administración local y la fuerza del proceso de participación ciudadana, identifica los problemas y establece propuestas de intervención de abajo a arriba, utilizando los criterios e indicadores presentes en la literatura del desarrollo sostenible.

La amplia participación de agentes sociales, políticos y económicos, así como las diferentes metodologías utilizadas por las administraciones locales, han producido que la ciudadanía se implique de forma desigual²⁰⁷⁷. El principio de subsidiariedad se ha convertido de principio constitucional en principio moral que coadyuva a la fundamentación de la ética. Así se puede decir que piensa globalmente y resuelve localmente. Cuando los agentes locales no pueden resolver, entonces se recurre a niveles sociales superiores, de modo que la resolución no se postergue.

La solidaridad acompaña a la subsidiariedad y ambas son indispensables para llevar a cabo actitudes sostenibles. La capacidad de compadecerse de los males que aquejan a otros, la unión y apoyo entre grupos diferentes supone entender la comunidad en un sentido amplio. La solidaridad entre

²⁰⁷⁶ Por tanto independientemente de las visiones liberal o colectivista de la vida política, no puede hablarse de subsidiariedad del Estado, ya que la primera minimiza la función de ayuda y de orientación del cuerpo político y la segunda minimiza al individuo y a los grupos menores con el peso de un poder absoluto y total.

²⁰⁷⁷ Los investigadores al preguntarse el papel de la subsidiariedad en la Agenda 21, señalan el nivel de homogeneidad y coordinación a nivel supranacional. Además de que los grupos sociales y los ciudadanos deben participar en el proceso de elaboración de la agenda. Finalmente *“han significado un punto de partida para una verdadera profundización del sistema democrático en la toma de decisiones relacionadas con el medio ambiente y con la sostenibilidad”* Sin embargo señalan que es un proceso y que habrá que esperar tiempo para contar con datos concluyentes. Manuel, D. y Marí, N. (2000) “La agenda 21 local en Cataluña”. En Font, N. y Subirats, J. [Eds.] *Local y sostenible: la Agenda 21 Local en España*. Pág. 138.

personas y la cooperación de los sectores sociales son muestras de entender al otro con criterios de justicia que puede expresarse a través de las organizaciones, las redes, y las personas concretas²⁰⁷⁸.

Como sugiere Jacques Maritain, el bien común no es un bien único, sino que lo forma un entramado de bienes de diverso ámbito y nivel, unos orientados a otros. No es un proyecto institucional preciso, o el resultado de una valoración objetiva predeterminada de lo que es bueno para la naturaleza humana. Es el resultado de la acción autónoma de individuos libres dentro de unas estructuras sociales y políticas que lo hacen posible. Pero no es algo subjetivo y contingente: no depende de las preferencias de la comunidad. Tampoco es un subsidio que la sociedad dona a sus miembros (el Estado de bienestar), ni mucho menos una carga que les impone en virtud de un derecho de la sociedad.

La sostenibilidad puede entenderse como la voluntad de hacer las cosas bien. Los seres humanos tenemos la enorme responsabilidad de dejar el planeta igual o mejor de lo que nos lo dejaron las generaciones pasadas, y la sostenibilidad es una vía para alcanzar un modelo de sociedad más justa. Nuestras acciones y omisiones no pasan inadvertidas para en el entorno. La riqueza natural, es decir, la suma de bienes naturales (fauna y flora, así como sus relaciones) es la herencia hacia el futuro.

Se requiere un proceso de reconstrucción moral que dé orden, pero que utilice criterios de eficacia y eficiencia, pues el desarrollo sostenible cuenta con tres pilares, ecológico, social y económico, y los problemas de sostenibilidad deben abordarse desde estas tres perspectivas. Se debe avanzar en la creación de incentivos y programas de reconversión hacia la producción limpia y hacia el compromiso empresarial con el desarrollo local. En todo caso, se ha de garantizar la calidad ambiental mediante acuerdos ambientales entre los gobiernos nacionales e internacionales. En resumen, las prácticas sostenibles parece que logran abrir escenarios para un desarrollo más respetuoso hacia el ambiente, donde las exigencias económicas y tecnológicas se coordinen con principios éticos capaces de orientar las conductas de los agentes económicos y sociales.

²⁰⁷⁸ Por lo que la solidaridad es una actitud que se materializa en el ámbito político, social y económico, del proceso común, así aglutina las voluntades de quienes participan. Sin embargo Otero (1999), puntualiza siguiendo a Eusebio Fernández que es un principio moral, no político. Pero apunta que Peces Barba menciona que en la Edad Media era como la amistad, pero que poco a poco fue asumiéndose hasta transformarlo en norma jurídica. Así hoy forma parte de los derechos de tercera generación. Ver: Otero, M. (1999) [2004] *Valores constitucionales. Introducción a la filosofía del derecho: axiología jurídica*. Pág. 42.

Bibliografía

- Abad, J. y Pinuaga, J. (1981) *Conceptos Generales de Energía Hidro-Geotérmica*. IGME.
- Abellán, A.; Castro, M.; Seiz, M.; Martín, T.; Pérez, J.; López, A. y Casanovas, G. (2012) “Repensar el estado de bienestar: la sostenibilidad del bienestar intergeneracional en España y la OCDE”. *Ekonomiaz*. Núm. 81. 3º Cuatrimestre. Págs. 16-37.
- Abellán, A.; Castro, M.; Seiz, M.; Martín, T.; Pérez, J.; López, A. y Pujol, R. (2013) *El factor de equidad intergeneracional*. Departamento de Población. CSIC.
- Abreu, J. y Badii, M. (2006) “Análisis del concepto de responsabilidad social empresarial”. *Daena: International Journal of Good Conscience*. Vol. 2. Núm. 1. Págs. 54-70.
- Ackerman, T.; Anderson, G. y Söder, L. (2001) “Distributed generation: a definition”. *Electric Power Systems Research*. Vol. 57. Núm. Págs. 195-204.
- Acosta, D., y Cilento, A. (2005) “Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo”. *Revista Tecnología y Construcción*. Vol. 21. Núm. 1. Págs. 15-30.
- Acselrad, H. (1999) “Sustentabilidad y ciudad”. *Revista EURE*. Vol. 25. Núm. 74. Págs. 36-46.
- Adelman, M. (2002) “World oil production & prices 1947-2000”. *The Quarterly Review of Economics and Finance*. Vol. 42. Núm. 2. Págs. 166-191.
- Adger, N. (2006) “Vulnerability”. *Global Environmental Change*. Vol. 16. Núm. 3. Págs. 268-281.
- Adolfsson, S. (2002) “Local Agenda 21 in Four Swedish Municipalities: a Tool towards Sustainability?” *Journal of Environmental Planning and Management*. Carfax Publishing. Vol. 45. Núm. 2. Págs. 219-244.
- Aghion, P. y Howitt, P. (1992) “A model of growth through creative destruction”. *Econometrica*. Vol. 60. Núm. 2. Págs. 323-351.

Agosti, L. y Padilla, J. (2010) *Promoción de las energías renovables: la experiencia de España*, en Moselle, B. y otros (2010) *Electricidad Verde. Energías renovables y sistema eléctrico*. Marcial Pons. Madrid.

Aguilar, J. (2006) *Ciudadanía y gobernabilidad democrática mundial*. Dykinson. Madrid.

Aguilera, M. (1998) *Crecimiento económico y distribución del ingreso: balance teórico y evidencia empírica*. UNAM. México.

Aguilera-Klink, F. y Alcántara, V. (1994) *De la economía ambiental a la economía ecológica*. Icaria. Barcelona.

Aguirre, J. (2007) “Razón y esperanza. Pensar con Ernst Bloch”. *Hermenéutica Intercultural. Revista de Filosofía*. Núm. 16. Págs. 19-39.

Ahedo, C. y Becerra, J. (2009) *El mercado de las energías renovables en España: situación 2008*. Fundación EOI.

Ahmed, F. (2002) “Detection of genetically modified organisms in foods”. *Trends in Biotechnology*. Vol. 20. Núm. 5. Págs. 215-223.

Alarcón, J. (2000) *Liberalismo y Socialismo*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Alberola, E. y Stephan, N. (2010) *Carbon Funds in 2010: Investment in Kyoto credits and emissions reductions*. Climate Report. Policy measures.

Albrecht, G. (1999) *Ethics and Directionality in Nature*, en Light, A. [Comp.] (1999) *Social Ecology after Bookchin*. The Guilford Press. Nueva York.

Alcalde, J. (2007) *Las mentiras del cambio climático*. Libros Libres. Madrid.

Alcocer, A. (2012) *Diccionario incompleto de la globalización*. Taurus. México.

Alfaro, M. y Vargas, C. (2005) *Energía y tecnología nuclear: Consideraciones éticas, sociales y ambientales*. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Alfranca, O. (2012) “Evolución del pensamiento económico sobre los recursos naturales”. *Nuevas Corrientes del Pensamiento Económico*. ICE. Núm. 865. Págs. 79-90.

- Alles, M. (2006) *Desarrollo del talento humano basado en competencias*. Granica. Argentina.
- Almeida, F.; Coll, M. y Brunet, P. (2005) “Agenda 21 Subsidiariedad y Cooperación a favor del Desarrollo Territorial Sostenible”. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. Núm. 39. Págs. 423-446.
- Almenar, R.; Bono, E. y García, E. (2000) [Dirs.] (2000) *La sostenibilidad del desarrollo: el caso valenciano*. Universitat de Valencia. Fundació Bancaixa.
- Almond, B. (1995) *Rights and Justice in the Environment Debate*, en Cooper, D., y Palmer, J [Comps.] *Just Environments. Intergenerational, International and Interspecies Issues*. Routledge. Londres.
- Alonso, A. (2010) *Petrología sedimentaria. Notas de teoría. 12. Las rocas ferruginosas, fosfáticas y orgánicas*. Reduca (Geología). Serie Petrología Sedimentaria. Madrid.
- Alonso, L. (2005) *La era del consumo*. Siglo XXI de España. Madrid.
- Alonso-Concheiro, A. y Rodríguez, L. (1985) *Alternativas Energéticas*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. UNAM. México.
- Al-Rāzī (2004) *La Conducta Virtuosa del Filósofo*. Traducción, introducción y notas de Emilio Tornero Poveda. Trotta. Madrid.
- Altheide, D. (2002) *Creating fear. News and the Construction of Crisis*. Aldine de Gruyter. Nueva York.
- Althusius, J. (1995) [1603] *Political*. Liberty Fund. Indianapolis.
- Altmann, M.; Schmidt, P.; Wurster, R.; Zerta, M. y Zittel, W. (2004) *Potential for Hydrogen as a Fuel for Transport in the Long Term (2020-2030)*. Comisión Europea. Bruselas.
- Álvarez, A. (2003) *Los Orígenes del Derecho Natural y de Gentes en España*, en Olmos, V. [Coord.] *Aulas y saberes: VI Congreso Internacional de Historia de las Universidades Hispánicas*. Universitat de Valencia. Valencia.
- Altvater, E. (1992) “Sobre las bases Ecológicas del modelo Fordista”. *Economía Teoría y Práctica*. Nueva Época. Núm. 3. Págs. 25-46.

- Alvira, R. (2004) *Valores en la sociedad civil*. Fundación Iberdrola. Madrid.
- Amengual, G. (1993) “La solidaridad como alternativa. Notas sobre el concepto de solidaridad”. *Revista Internacional de Filosofía Política*. Núm. 1. Págs. 135-142.
- Amestoy, J. (2010) *El planeta tierra en peligro: Calentamiento Global, Cambio Climático, Soluciones*. Editorial Club Universitario. San Vicente. Alicante.
- Amorocho, E. y Oliveros, G. (2000) *Apuntes sobre energía y recursos energéticos*. Universidad Autónoma de Bucaramanga. Colombia.
- Anderson, K. (2010) *Kevin Anderson's Response to Cancun*. Tyndall Centre for Climate Change Research.
- Andjel, E. (1988) *Keynes: teoría de la demanda y el desequilibrio*. Universidad Autónoma de México. México.
- Andorno, R. (2004) *Validez del principio de precaución como instrumento jurídico*, en Romeo, C. [Coord.] *Principio de precaución, Biotecnología y Derecho*. Comares. Granada.
- Andrés, C. y Más, F. (2009) *Los sectores industrial y energético*, en Soler, V. [Ed.] *Economía española y del País Valenciano*. Universitat de Valencia.
- Angelelli, V. (1958) *Los minerales de uranio sus yacimientos y prospección*. Comisión Nacional de Energía Atómica. Buenos Aires.
- Anido, C.; Calvo, A.; Iglesias, G. y Telmo, J. (2012) *Análisis de la necesidad de ayuda pública para la viabilidad económica de la energía undimotriz*. Grupo de Investigación Innovaciones Marinas. Universidade da Coruña. Escuela Universitaria Politécnica.
- Annett, T. (2005) “A New Take on Oil and Recession”. *Economic Forecasting. The Wall Street Journal*. Vol. 15. Págs. 1-6.
- Antal, E. (2004) *Cambio climático: desacuerdo entre Estados Unidos y Europa*. Plaza y Valdés Editores. UNAM. México.
- Añó, C. y Sánchez, J. (2003) *Orientaciones de uso agrario: una metodología para la planificación de usos de suelo en la comunidad de Valencia*. CSIC. Madrid.

Araiza, J. (2014) “La prudencia en Aristóteles: una héxis praktikè”. *Revista de Filosofía Tópicos*. Núm. 46. Págs. 151-174.

Arana, M. y Batista, N. (2000) “La educación en valores: una propuesta pedagógica para la formación profesional”. *Revista Iberoamericana de la OEI*.

Arango, M. (2005) *Manual de cooperativismo y economía solidaria*. Colección Economía Solidaria. Universidad Cooperativa de Colombia.

Aranguren, J. (2000) *Resistir en el bien. Razones de la virtud de la fortaleza en Santo Tomás de Aquino*. EUNSA. Pamplona.

Araña, V. y Ortiz, R. (1984) *Volcanología*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Rueda. Madrid.

Araque, R. y Montero, M. (2006) *Responsabilidad Social de la Empresa a Debate*. Icaria. Barcelona.

Arcila, D. (2000) *Negociación de Servicios Ambientales en Las Bolsas de Productos Agropecuarios*. VII Encuentro de la Asociación Panamericana de Bolsas de Productos. Buenos Aires.

Arellano, D. (2004) *Gestión Estratégica para el Sector Público: Del Pensamiento Estratégico al Cambio Organizacional*. Fondo de Cultura Económica. México.

Arendt, H. (1998) *La condición humana*. Paidós. Barcelona.

Argandoña, A. (1993) *La ética de la sociedad de consumo*. Cuadernos Empresa y Humanismo. Núm. 37. Universidad de Navarra. Pamplona.

Argandoña, A. (2007) *La responsabilidad social de la empresa a la luz de la ética*. IESE Business School- Universidad de Navarra. Documento de investigación. Núm. 708.

Argandoña, A. (2011) *El bien común*. IESE Business School–Universidad de Navarra. Documento de investigación. Núm. 937.

Aristóteles, *Ética a Nicómaco*, en Marías, J. y Araujo, M. [Eds.] (1970) Centro de Estudios Constitucionales. Madrid.

- Aristóteles, *Política*, en Marías, J. y Araujo, M. [Eds.] (1970) Centro de Estudios Constitucionales. Madrid.
- Armstrong, S. (1997) *Making Justice Inclusive: Four Key Concepts*. Paper Presentation. Environmental Justice. Global Ethics for the 21st Century. University of Melbourne. Melbourne.
- Aron, J. (2000) "Growth and Institutions: A Review of the Evidence". *The World Bank Research Observer*. Vol. 15. Núm.1. Págs. 99-135.
- Arrieta, B. y De la Cruz, C. (2009) *La dimensión ética de la responsabilidad social*. Serie Ética. Vol. 12. Universidad de Deusto. Bilbao.
- Arrow, K. (1962) "The economic implications of learning by doing". *Review of Economic Studies*. Vol. 29. Núm. 3. Págs. 155-173.
- Arrow, K.; Bolin, B.; Costanza, R.; Dasgupta, P.; Folke, C.; Holling, C.; Jansson, B.; Levin, S.; Mäler, K.; Perrings, C. y Pimentel, D. (1995) "Economic growth, carrying capacity, and the environment". *Ecological Economics*. Núm. 15. Págs. 89-112.
- Aschauer, D. (1989) "Is public expenditure productive?" *Journal of Monetary Economics*. Vol. 23. Núm. 2. Págs. 177-200.
- Asheim, G. (1986) "Hartwick's Rule in Open Economies". *The Canadian Journal of Economics*. Vol. 19. Núm. 3. Págs. 395-402.
- Ashley, M. (2002) "Local Government and the WSSD". *Local Government*. Vol. 7. Núm. 4. Págs. 459-463.
- Ashley, P.; Coutinho, R. y Tomei, P. (2000) *Responsabilidade social corporativa e cidadania empresarial: uma análise conceitual comparativa*. Encontro Anual Da ANPAD. Florianópolis. Anais do 24.
- Asongu, J. (2007) *Strategic Corporate Social Responsibility in Practice*. Greenview Publishing Co. Atlanta.
- Aspers, P. (2010) "Alfred Marshall and the Concept of Class". *American Journal of Economics & Sociology*. Vol. 69. Núm. 1. Págs. 151-161.
- Atkins, P. y Jones, L. (2005) *Principios de Química: Los Caminos del Descubrimiento*. Editorial Médica Panamericana. Madrid.
- Aubenque, P. (1999) *La prudencia en Aristóteles*. Grijalbo. Barcelona.

Augel, J. (1980) *Sobre algunas funciones sociales de los bienes públicos*. Universität Bielefeld.

Ávila, J. (2004) *Introducción a la Economía*. UNAM y Plaza y Valdés Editores. México.

Ayala, F.; Larin, R.; Larín, L. y Perianes, E. [Eds.] (1986) *Introducción a los usos industriales y urbanos del espacio subterráneo y su tecnología*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.

Azcárate, M. y Sánchez, J. (2013) *Geografía de Europa*. UNED. Madrid.

Azqueta, D. (2002) *Economía ambiental*. McGraw-Hill Profesional. Madrid.

Azqueta, D. y Ferreiro, A. [Eds.] (1994) *Análisis económico y gestión de los recursos naturales*. Alianza. Madrid.

Bachiller, R. (2009) *Astronomía: De Galileo a los Telescopios Espaciales*. Lunwerg y CSIC. Madrid.

Bäckstrand, K.; Meadowcroft, J. y Oppenheimer, M. (2011) “The politics and policy of carbon capture and storage: Framing an emergent technology”. *Global Environmental Change*. Vol. 21. Núm. 2. Págs. 379-390.

Baena, A. y Pueyo, A. (2006) *Competitividad y cambio climático: nuevos retos para la industria española*. Fundación EOI. Madrid.

Bagotsky, V. (2012) *Fuel Cells: Problems and Solutions*. John Wiley & Sons. New Jersey.

Baird, C. (2001) *Química ambiental*. Reverté. Barcelona.

Ball, G.; Lloyd, D.; Horii, B.; Birch, D.; Ricks, R. y Lively, H. (1997) “Integrated Local Transmission and Distribution Planning Using Customer Outage Costs”. *The Energy Journal, Toward a New Paradigm of the Electricity Business*. Vol. 18. Págs. 137-160.

Ball, P. (2003) *La invención del color*. Turner/ FCE. Madrid.

Ballester, L. (1988) “Marco conceptual para el análisis de las necesidades sociales”. *Cuadernos Trabajo Social*. Universidad Complutense de Madrid. Núm. 1. Págs. 63-75.

Ballesteros, J. (1995) *Ecologismo personalista. Cuidar la naturaleza, cuidar al hombre*. Tecnos. Madrid.

Ballesteros, J. (2000) *Postmodernidad: Decadencia o Resistencia*. Tecnos. Madrid.

Ballesteros, J. (2012) “Escuela neoclásica, valores y derechos”. *Cuadernos Electrónicos de Filosofía del Derecho*. Núm. 26. Págs. 267-281.

Ballesteros, J. y Pérez Adán, J. [Eds.] (1997) *Sociedad y medio ambiente*. Trotta. Madrid.

Baltra, A. (1973) *Teoría Económica*. Universidad de Madrid. Andrés Bello. Santiago de Chile.

Banús, E. (2000) “Pequeña aportación lexicográfica al término subsidiariedad”, en Banús, E. [Ed.] *Subsidiariedad: Historia y aplicación. Studia Europea Navarrensis*. Vol. 3.

Bañón, R. (2003) *La evaluación de la acción y de las políticas públicas*. Díaz de Santos. Madrid.

Barahona, E. (2004) *El principio de precaución, principio orientativo de las decisiones de las administraciones públicas*, en Romeo, C. [Ed.] *Principio de precaución, Biotecnología y Derecho*. Comares. Granada.

Baran, P. (1961) [1957] *La economía política del crecimiento*. Fondo de Cultura Económica. México.

Baran, P. y Sweezy P. (1968) [1966] *El capital monopolista*. Fondo de Cultura Económica. México.

Barbé, L. (1996) *El curso de la economía: grandes escuelas, autores y temas del discurso económico*. Ariel. Barcelona.

Bárcena, A. y de Miguel, C. (2003) *Financiamiento para el desarrollo sostenible. Visiones y acciones desde la perspectiva de América Latina y el Caribe*. CEPAL.

Barnard, C. (1959) *Las Funciones de los Elementos Dirigentes*. Instituto de Estudios Políticos. Madrid.

Barquín, J. (2004) *Energía: Técnica, Economía y Sociedad*. Universidad Pontificia de Comillas. Colección Ingeniería. Núm. 18. Madrid.

Barralanga, J. (1997) *Historia de la Filosofía Contemporánea*. Akal. Madrid.

Barrenechea, J.; Gentile, E.; González, S. y Natenzon, C. (2003) *Una propuesta metodológica para el estudio de la vulnerabilidad social en el marco de la teoría social del riesgo*, en Lago, S.; Gómez, G. y Mauro, M. [Coord.] *En torno de las metodologías: abordajes cualitativos y cuantitativos*. Proa XXI. Buenos Aires.

Barrett, S. (2005) "Progress in the European Hydrogen & Fuel Cell Technology Platform". *Fuel Cells Bulletin*. Vol. 2005. Núm. 4. Págs. 12-17.

Barro, R. (1990) "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth". *Journal of Political Economy*. Vol. 98. Núm. 5. Págs. 103-125.

Barro, R. y Lee, J. (1993) "International Comparison of Educational Attainments". *Journal of Monetary Economics*. Vol. 32. Núm. 3. Págs. 363-394.

Barro, R. y Sala i Martín, X. (1995) *Crecimiento económico*. McGraw-Hill.

Basili, M. y Franzini, M. (2006) "Understanding the Risk of an Avian Flu Pandemic: Rational Waiting or Precautionary Failure". *Revista Risk Analysis*. Vol. 26. Núm. 3. Págs. 617-630.

Basulto, J.; Busto, J. y Sánchez, R. (2011) *El concepto de desigualdad en Vilfredo Pareto 1848-1923*, en Riobóo, J. y Riobóo, I. [Eds.] *Historia de la probabilidad y la Estadística*. Universidad Santiago de Compostela.

Baudrillard, J. (2009) [1970] *La sociedad de consumo. Sus mitos y sus estructuras*. Siglo XXI. Madrid.

Bauer, M. [Coord.] (2005) *Guía Latinoamericana sobre el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto: metodologías para la implementación de los Mecanismos Flexibles de Kioto–Mecanismo de Desarrollo Limpio en Latinoamérica*. Unesa.

Bauer, P. (1965) *Análisis y política económica de los países subdesarrollados*. Tecnos. Madrid.

Bauer, P. (1975) *Crítica de la teoría del desarrollo*. Orbis. Barcelona.

Bauer, P. (1981) *Equality, the Third World, and Economic Delusion*.

Harvard University Press. Cambridge.

Bauer, P. y Sen, A. (2004) *From Subsistence to Exchange*. Princeton University Press. New Jersey.

Bauman, Z. (2005) *Trabajo, consumismo y nuevos pobres*. Gedisa. Barcelona.

Baumol, W. (1952) *Welfare Economics and the Theory of the State*, Harvard University Press. Cambridge.

Baykara, S. (2005) "Hydrogen as fuel: a critical technology?" *International Journal of Hydrogen*. Vol. 30. Núm. 5. Págs. 545-553.

Bayón, D.; Flipo, D. y Schneider, F. (2011) *Decrecimiento. 10 preguntas para comprenderlo y debatirlo*. El Viejo Topo. Barcelona.

Beck, U. (2001) *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*. Paidós. Barcelona.

Beck, U. (2001) "Retorno a la teoría de la sociedad del riesgo". *Boletín de la AGE*. Núm. 30. Págs. 9-20.

Beck, U. (2002) *La sociedad del riesgo global*. Siglo XXI. Madrid.

Becker, G. (1983) *El capital humano*. Alianza. Madrid.

Becker, G. (1987) *Tratado sobre familia*. Alianza. Madrid.

Becquerel, A. (1903) *On radioactivity, a new property of matter*. Nobel Lecture. The Official Web Site of the Nobel Prize.

Bejarano, J. (1998) *Desarrollo sostenible: un enfoque económico con una extensión al sector agropecuario*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el IICA. Bogotá.

Bell, D. (1989) *El advenimiento de la Sociedad post-industrial*. Alianza. Madrid.

Bellver, V. (2001) *Bioética y Ecología*, en Tomás G. [Coord.] *Manual de Bioética*. Ariel. Barcelona.

Beltrán, L. (1993) *Historia de las Doctrinas Económicas*. Teide. Barcelona.

Benbeniste, S.; Pueyo, R. y Llaría, J. (2004) *Responsabilidad Social Corporativa y políticas públicas*. Informe Fundación Ecología y Desarrollo. 580

Benítez, J. y Robles, L. (2003) “The foundations of the Tableau economique in Boisguilbert and Cantillon”. *European Journal of the History of Economic Thought*. Vol. 10. Págs. 231-248.

Benito del Pozo, P. y López Trigal, L. (1998) “La minería del carbón en España: reestructuración sectorial y alternativas de desarrollo”. *Revista de Geografía Polígonos*. Núm. 8. Págs. 177-193.

Berbel, G.; Reyes, J. y Gómez, M. (2007) “La responsabilidad social en las organizaciones: análisis y comparación entre guías y normas de gestión e información”. *Revista Innovar*. Vol. 17. Núm. 29. Págs. 27- 47.

Berger, M. (2009) *Nano-Society: Pushing the Boundaries of Technology*. Royal Society of Chemistry Publishing. Londres.

Beriain, J. (1996) [Comp.] *Las consecuencias perversas de la modernidad*. Anthropos. Barcelona.

Berkes, F.; Colding, J. y Folke, C. [Eds.] (2003) *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change*. Cambridge University Press. Cambridge.

Berkes, F. y Folke, C. [Eds.] (1998) *Linking Social and Ecological Systems*. Cambridge. University Press.

Bermejo, I. y Garzón, M. [Trad.] (2005) *Situación Del Mundo 2005*. The World Watch Institute. Icaria. Barcelona.

Bermejo, R. (2005) *La gran transición hacia la sostenibilidad: Principios y estrategias de economía sostenible*. Catarata. Madrid.

Bermejo, R. (2006) *Fin de la era de los combustibles fósiles: sus consecuencias*, en Espinoza L., y Cabero, V. [Eds.] *Sociedad y medio ambiente*. Ediciones Universidad de Salamanca. León.

Bermejo, R. (2008) *Un Futuro Sin Petróleo: Colapsos y Transformaciones Socioeconómicas*. Centro de Investigaciones para la Paz. Catarata. Madrid.

Bermejo, R.; Arto, I.; Hoyos, D. y Garmendia, E. (2010) “Menos es más: del desarrollo sostenible al decrecimiento sostenible”. *Cuadernos de Trabajo HEGOA*. Núm. 52. Págs. 5-27.

- Bermudo, J. (1998) "Libertad, igualdad y justicia en Hobbes". *Revista Ideas y Valores*. Vol. 47. Núm. 108. Págs. 56-74.
- Berstein, J. (1993) "Alternative Approaches to Pollution Control and Waste Management: Regulatory and Economics Instruments". *Urban Management Programme Discussion Paper*. Núm. 3. The World Bank. Washington D. C. Págs. 1-59.
- Berumen, S. (2006) *Introducción a la economía internacional*. ESIC. Madrid.
- Biermann, F.; Siebenhüner, B. y Schreyögg, A. [Eds.] (2009) *Global Environmental Governance and the International Organizations. Setting the Stage en International Organizations in Global Environmental Governance*. Abingdon. Routledge. Nueva York.
- Bifani, P. (1999) *Medio ambiente y desarrollo sostenible*. Instituto de Estudios Políticos para America Latina y África.
- Bifani, P. (2007) *Medio ambiente y desarrollo*. Editorial Universitaria. Universidad de Guadalajara. México.
- Bithas, K. y Kalimeris, P. (2013) "Re-estimating the decoupling effect: Is there an actual transition towards a less energy-intensive economy?" *Energy*. Núm. 51. Págs. 78- 84.
- Blackhouse, R. (1988) *Historia del Análisis Económico Moderno*. Alianza. Madrid.
- Blaikie, P.; Cannon, T.; Davis, I. y Wisner, B. (2004) *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*. Routledge. Nueva York.
- Blair, J. (1976) *The Control of Oil*. Pantheon Books. Nueva York.
- Blais, M. (2007) *La Solidarité: Histoire d'une Idée*. Gallimard. París.
- Blanch, A. [Ed.] (2003) *Nuevas Tecnologías y Futuro del Hombre*. Universidad Pontificia de Comillas. Madrid.
- Blanco, I. (2012) *Ventanas energéticas para revolucionar el sector*. Periódico La Razón.
- Blasco, J. y Sáez, C. (2009) "Global Reporting Initiative. La historia de un éxito". *Revista Responsabilidad Social de la Empresa*. Núm. 3. Madrid. Págs. 191- 201.

- Blume, H. (2003) *La montaña: ecoguía para descubrir la naturaleza*. Tursen. Madrid.
- Boatright, J. (1993) *Ethics and the Conduct of Business*. Prentice Hall. Englewood Cliffs.
- Boedecker, E.; Cymbalsky, J. y Wade, S. (2000) “Modeling Distributed Electricity Generation in the NEMS Buildings Models”. *EIA*. Washington D. C. Págs. 1-11.
- Bohr, N. (1972) *Nuevos ensayos sobre física atómica y conocimiento humano*. Aguilar. Madrid.
- Boixereu, A. (1994) [1975] “El principio de subsidiariedad”. *Revista Instituciones Europeas*. Vol. 21. Núm. 3. Págs. 771- 808.
- Bolch, E. (2004) *El principio de esperanza*. Trotta. Madrid.
- Bono, E. (2012) “El decrecimiento sostenible, crisis ecológico-económica, desigualdad y economía social”. *Revista Economía Pública, Social y Cooperativa*. Núm. 76. CIRIEC. Págs. 181-196.
- Borderías, M. y Martín, E. (2006) *Medio ambiente Urbano*. Unidad Didáctica. Ciencias Ambientales. UNED. Madrid.
- Borges, J. (1969) *El otro, el mismo*. Emecé. Buenos Aires.
- Borgucci, E. (2006) “William Stanley Jevons: precursor del pensamiento económico neoconservador”. *Telos*. Vol. 8. Núm. 1. Págs. 13- 33.
- Borgucci, E., y Serrano, M. (2012) “El apriorismo en la ciencia económica desde la perspectiva de Nassau William Senior”. *Revista Omnia*. Vol. 18. Núm. 3. Págs. 81- 105.
- Borja, R. (1998) *Enciclopedia de la política*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Borrás, E. (1987) *Gas Natural. Características, distribución y aplicaciones industriales*. Editores Técnicos Asociados. Barcelona.
- Borrás, S. (2008) *El medio ambiente urbano en la Unión Europea: la contribución de las políticas locales medioambientales españolas a la política comunitaria ambiental*. Fundación Alternativas. Madrid.

- Boston, J. (2008) “Global Climate Change Policies: From Bali to Copenhagen and Beyond”. *Policy Quarterly*. Vol. 4. Núm. 1. Págs. 50- 63.
- Botas, J., Calles, J., Dufour, J., y San Miguel, G. (2005) “*La economía del hidrógeno-una visión global sobre la revolución energética del siglo XXI*”. Acta Científica y Tecnológica. *Revista de la Asociación Española de Científicos*. Vol. 9. Págs. 1-12.
- Botero, J. (2005) *Con Rawls y contra Rawls: una aproximación a la filosofía política contemporánea*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Bourg, D. y Schlegel, J. (2004) *Anticiparse a los riesgos. El principio de precaución*. Ariel. Barcelona.
- Bourgeois, L. (1896) *Solidarité*, en Villar, A. y García-Baró, M. [Eds.] (2004) *Pensar la Solidaridad*. Universidad Pontificia Comillas. Madrid.
- Boyd, E.; Gutiérrez, M. y Chang, M. (2007) “Small-scale forest carbon projects: Adapting CDM to low-income communities”. *Global Environmental Change*. Vol. 17. Issue 2. Págs. 250- 259.
- Boyd, E. y Goodman, M. (2011) “The Clean Development Mechanism as ethical development? Reconciling emissions trading and local development”. *Journal of International Development*. Vol. 23. Núm. 6. Págs. 836- 854.
- Brage, J. (2007) *Abstinencia, sobriedad y castidad, o la esencia de la templanza*. Tesis Doctoral. Facultad Eclesiástica de Filosofía de la Universidad de Navarra.
- Braunbek, W. (1963) *El drama fascinante de la Investigación nuclear*. Labor. Barcelona.
- Bravo, C. (2013) *La narrativa del miedo. Terror y horror en el cuento de Puerto Rico*. Verbum. Madrid.
- Bravo, E. (2007) *Encendiendo el debate sobre biocombustibles: cultivos energéticos y soberanía alimentaria en América Latina*. Capital Intelectual. Buenos Aires.
- Bravo, N. (1995) *En Valores Humanos*. Red Internacional del Libro. Santiago de Chile.
- Brems, H. (1962) “The Austrian Theory of Value and Classical One”. *Zeitschrift fur Nationalokomie*. Vol. 22. Núm. 3. Págs. 260-270.

Bridgewater, A. y Bridgewater, G. (2009) *Energias Alternativas. Handbook*. Paraninfo. Madrid.

Bringezu, S.; Schütz, H.; Steger, S. y Baudisch, J. (2004) “International comparison of resource use and its relation to economic growth: The development of total material requirement, direct material inputs and hidden flows and the structure of TMR”. *Ecological Economics*. Num. 51. Págs. 97-124.

Brinkman, R. y Brinkman, J. (2001) “The new growth theories: a cultural and social addendum”. *International Journal of Social Economics*. Vol. 28. Págs. 506-526.

Brouwer, M. (2002) “Weber, Schumpeter and Knight on entrepreneurship and economic development”. *Journal of Evolutionary Economics*. Vol. 12. Págs. 83-105.

Brown, D. (2000) “Building a better future: innovation, technology and sustainable development”. *Business Council for Sustainable Development*. Ginebra. Págs. 1- 35.

Brown, L. (1998) *El futuro del crecimiento*, en Brown, L.; Flavin, C. y French, H. [Comps.] *La situación del mundo 1998*. Icaria. Barcelona.

Brown, L. (2001) “A comparative study of fuels for on-board hydrogen production for fuel-cell-powered automobiles”. *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 26. Núm. 4. Págs. 381-397.

Brown, L.; Postel, S. y Flavin, C. (1994) *Del crecimiento al desarrollo sostenible en Desarrollo económico sostenible avances sobre el Informe Brundtland*. Tercer Mundo Editores.

Brunet, P.; Almeida, F. y Coll, M. (2005) “Agenda 21: Subsidiariedad y cooperación a favor del desarrollo territorial sostenible”. *Boletín de la AGE*. Núm. 39. Págs. 423- 446.

Buchanan, J. (1975) *The Limits of Liberty: Between Anarchy and Leviathan*. Liberty Fund. Indianapolis.

Buchanan, J. (1970) *The Public Finances*. Richard Irwin Inc. Homewood. Illinois.

- Buchanan, J. y Tullock, G. (1962) *The Calculus of Consent: Logical Foundations of Constitutional Democracy*. Ann Arbor Paperbacks. University of Michigan Press. Michigan.
- Bueche, F. (1988) *Ciencias físicas*. Reverté. Barcelona.
- Bulbulian, S. y Navarrete, M. (1983) “La radiactividad en México”. *Revista Ciencia y Desarrollo*. Vol. 8. Núm. 48. Págs. 62-77.
- Burbano de Ercilla, S.; Burbano, E. y García, C. (2003) *Física general*. Tebar. Madrid.
- Burgos, G. (2002) “Derecho y Desarrollo Económico: De la teoría de la Modernización a la Nueva Economía Institucional”. *Revista Economía Institucional*. Núm. 4. Págs. 174-199.
- Burian, M. (2006) “The Clean Development Mechanism, Sustainable Development and its Assessment”. *Hamburg Institute of International Economics*. Págs. 5-119.
- Burke, L. y Logsdon, J. (1996) “How Corporate Social Responsibility Pays Off”. *Long Range Planning*. Vol. 29. Núm. 4. Págs. 495- 502.
- Burton, I.; Kates, R. y White, G. (1993) *The environment as hazard*. Oxford University Press. Nueva York.
- Busby, R. (1999) *Natural Gas in nontechnical language*. Institute of Gas Technology. Estados Unidos de América.
- Bush, E.; Harvey, L.; Slaghuis, B. Te Giffel, M.; Beumer, R. y Andre, G. (1997) “Joint implementation and the ultimate objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change”. *Global Environmental Change*. Vol. 7. Núm. 3. Págs. 265- 285.
- Bustelo, P. (1989) *Los nuevos países industriales asiáticos desde 1945 ¿milagros económicos o modelos de desarrollo?* Editorial Universidad Complutense. Madrid.
- Bustelo, P. (1992) *Economía del desarrollo. Un análisis histórico*. Editorial Complutense Madrid.
- Bustelo, P. (1998) *Teorías contemporáneas del desarrollo económico*. Historia del Pensamiento Económico. Síntesis. Madrid.

Caballero, G. y Garza, M. (2010) *La Gran Recesión Perspectivas Globales y Regionales*. Netbiblo. La Coruña.

Cabeza, D. (2008) *Hume esencial: la razón es y sólo debe ser esclava de las pasiones*. Ediciones de Intervención Cultural. Barcelona.

Cabeza, J. (2009) *Fundamentos de transferencia radiante luminosa: O La verdadera naturaleza del factor de forma y sus modelos de cálculo*. Netbiblo. La Coruña.

Cadenas, A.; Burguillo, M.; Del Río, P. y Vieira de Abreu, Y. (2011) *Desarrollo sostenible en España en el final del siglo XX*. Eumed. Madrid.

Cafferatta, N. (2003) *Introducción al Derecho Ambiental*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Buenos Aires.

Cafferatta, N. (2004) “El Principio Precautorio”. *Gaceta Ecológica*. Instituto Nacional de Ecología. México. Núm. 73. Págs. 5-21.

Calame, P. (2006) *Una lectura crítica de los indicadores del Banco Mundial y la necesidad de entablar un debate fundamental sobre el tema*. Fondation Charles Léopold Mayer. Instituto de Investigación y de Debate sobre la Gobernanza. Netherlands.

Calva, J. [Coord.] (2007) *Política energética. Agenda para el desarrollo*. Porrúa. México.

Calventus, Y.; Carreras, R.; Casals, M.; Colomer, P.; Costa, M.; Jaén, A.; Montserrat, S.; Oliva, A.; Quera, M. y Roca, X. (2006) *Tecnología Energética y Medio Ambiente I*. Ediciones Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona.

Calvocoressi, P. (1999) *Historia política del mundo contemporáneo*. Akal. Madrid.

Campbell, D.; Klaes, M. y Bignell, C. (2010) “After Cancun: The Impossibility of Carbon Trading”. *University of Queensland Law Journal*. Vol. 2. Págs. 163-190.

Campbell, J. (2006) “El Final de la Primera Parte de la Era del Petróleo”. *Dossier de La Vanguardia*. Núm. 48. Págs. 98-103.

Campbell, N. y Reece, J. (2005) *Biología*. Pearson. Madrid.

- Camps, V. (1990) *Virtudes Públicas*. Espasa Calpe. Madrid.
- Camps, V. (1988) “Entre la felicidad y la justicia”, en *Ética, política y retórica*. Alianza. Madrid.
- Cancela, C. (2001) *El proceso de constitucionalización de la Unión Europea: de Roma a Niza*. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela.
- Cantillon, R. (1950) [1755] *Ensayo sobre la naturaleza del comercio en general*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Cañizares, M. (2002) “La planificación ambiental urbana: argumento básico para la sostenibilidad en las ciudades”. *V Congreso Regional de Ciudades Saludables de Castilla-La Mancha*. Págs. 269-281
- Cañizares, M. (2008) *Claves de la sostenibilidad a comienzos del siglo XXI*, en Cebrián, F. [Coord.] *Turismo rural y desarrollo local*. Universidad de Castilla la Mancha.
- Capolupo, R. (1998) “Convergence in recent growth theories: a survey”. *Journal of Economic Studies*. Vol. 25. Págs. 496-537.
- Capoor, K. y Ambrosi, P. (2007) “State and trends of the carbon market 2007”. *World Bank Institute*. Págs. 3-43.
- Carciofi, I. y Azqueta, D. (2012) “Territorio, desarrollo tecnológico y gestión de recursos naturales renovables: el caso de la pesca”. *Investigaciones Regionales*. Núm. 23. Págs. 145- 170.
- Cardona, O. y Sarmiento, J. (1989) *Análisis de vulnerabilidad y riesgo para la salud de poblaciones potencialmente sometidas a desastre*. Publicación Especial. Cruz Roja Colombiana. Bogotá.
- Caro, R.; Ortiz, S. y Rábago, J. (2010) “Economía Sostenible: Retos y Oportunidades”. Icade. *Revista Cuatrimestral de las Facultades de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales*. Núm. 81. Págs. 219-236.
- Carpenter, S.; Walker, B.; Anderies, J. y Abel, J. (2001) “From metaphor to measurement: resilience of what to what?” *Ecosystems*. Vol. 4. Págs. 765-781.
- Carr, S. (2002) “Ethical and value-based aspects of the European Commission's precautionary principle”. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. Núm. 15. Págs. 31-38.

Carr, S. e Ibarra, A. (2004) *Las construcciones del Riesgo*, en Luján, L., y Echeverría, J. [Eds.] *Gobernar los Riesgos: Ciencia y Valores en la Sociedad de Riesgos*. Biblioteca Nueva. Madrid.

Carrillo, I. (2007) *¿Es posible educar en valores en familia?* Colección Familia y Educación. Grao. Barcelona.

Carro, A. (1991) “La Unión Europea y el principio de subsidiariedad”. *Revista de Administración Pública*. Núm. 126. Págs. 217-252.

Carroll, A. (1999) “Corporate Social Responsibility”. *Business and Society*. Vol. 38. Núm. 3. Págs. 268-295.

Carson, R. (1962) *Silent Spring*. Houghton Mifflin. Boston.

Casares, J. (2002) *El Pensamiento en la Política Económica*. ESIC. Madrid.

Casasnovas, G. (2012) “Repensar el estado de bienestar: la sostenibilidad del bienestar intergeneracional en España y la OCDE”. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*. Núm. 81. Págs. 16-37.

Cassan, P.; Gorostiaga, K.; Jurado, N.; Rouget, D.; Frías, A. y Bilbao, P. (2005) *La Europa ¿de quién?* Txalaparta. Tafalla.

Castaño, M. (2005) “Los valores éticos del capital social y su influencia en el crecimiento económico”. *Ética y Economía*. ICE. Núm. 823. Págs. 131-140.

Castaño, R. y González, H. (2011) *Ideas económicas mínimas*. Ecoe Ediciones. Bogotá.

Castellanos, R. [Ed.] (2009) *Cambio climático, un desafío a nuestro alcance?* Jornadas Ambientales. Ediciones Universidad de Salamanca. Salamanca.

Castells, X. (2012) *Energías renovables: Energía, Agua, Medioambiente, territorialidad y sostenibilidad*. Díaz de Santos. Madrid.

Castilla, C. (2009) *Sostenibilidad, concepto y guía para el eterno debate entre economía y medio ambiente*. CLM Economía. Núm. 15.

Castro, J. (1994) "The Internalization of External Environmental Costs and Sustainable Development". *United Nations Conference on Trade and Development. Ginebra. Discussion Papers*. Núm. 81. Págs. 1-81.

Castro, M. y Sánchez, C. (1997) *Energías Geotérmica y de Origen Marino*, Monografías Técnicas de Energías Renovables. Artes Gráficas Gala, S. L., Madrid.

Cataño, J. (2004) "La teoría neoclásica del equilibrio general". Apuntes críticos. *Cuadernos de Economía*. Vol. 23. Págs. 175-204.

Cavaleri, P. y Kymlicka, W. (1996) "Expanding the social contract". *Etica & Animali*. Núm. 8. Págs. 5-32.

Cayuela, D.; Cervantes, G.; Sabater, A. y Xercavins, J. (2005) *Desarrollo sostenible*. Edicions UPC. Barcelona.

Centeno, R. (1974) *Economía del petróleo y del gas natural*. Tecnos. Madrid.

Cerda, E. (2012) "Energía obtenida a partir de biomasa". *Cuadernos Económicos de ICE*. Núm. 83. Págs. 117-140.

Chafe, Z. (2007) *Reducir en las ciudades los desastres naturales*, en *La situación del mundo. Nuestro futuro urbano*. Worldwatch. Icaria. Barcelona.

Chandler, D. (2011) *While you're up, print me a solar cell*. MIT News. Massachusetts.

Christiansson, L. (1995) "Diffusion and Learning Curves of Renewable Energy Technologies". *International Institute Applied Systems Analysis. Working Paper*. Págs. 95-126.

Chubykalo, A.; Dvoeglazov, V.; Espinoza, A. y Gutiérrez, A. (2006) "La Aventura de la Física". *Revista Ciencia Ergo Sum*. Vol. 13. Núm. 03. Págs. 271-280.

Ciarreta, A. y Gutiérrez, C. (2010) "Recursos renovables en el mercado eléctrico español: Instrumentos y efectos". *Cuadernos Económicos del ICE*. Núm. 79. Págs. 161-185.

Cisnes, S. (1974) [1967] *Crecimiento económico y estructura económica*. FCE. México.

Clark, B. y Elliott, J. (2001) "John Stuart Mill's Theory of Justice". *Review* 590

of Social Economy. Vol. 59. Págs. 467-490.

Clément, A.; McCullen, P.; Falcão, A.; Fiorentino, A.; Gardner, F.; Hammarlund, K.; Lemonis, G.; Lewis, T.; Nielsen, K.; Petroncini, S.; Pontes, M.; Schild, P.; Sjöström, B.; Sørensen, H. y Thorpe, T. (2002) "Wave energy in Europe: current status and perspectives". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 6. Núm. 5. Págs. 405-431.

Cleveland, C. (2009) *Concise Encyclopedia of the History of Energy*. Elsevier. Londres.

Coase, R. (1988) *The Firm, the Market, and the Law*. University of Chicago Press. Chicago.

Collado, E. (2012) *Tecnologías: Aportación de la fotovoltaica*, en *Jornadas sobre generación distribuida y Balance Neto*. Unión Española Fotovoltaica. Madrid.

Collins, H. (1991) *Fighting words: Black women and the search for justice*. Routledge. Nueva York.

Comte-Sponville, A. (2003) *Diccionario Filosófico*. Paidós. Barcelona.

Conesa, C.; Martínez, J. y Álvarez, Y. [Eds.] (2004) *Medio ambiente, recursos y riesgos naturales: análisis mediante tecnología SIG y teledetección*. Universidad de Murcia. Murcia.

Coninck, H. (2008) "Trojan horse or horn of plenty? Reflections on allowing CCS in the CDM". *Energy Policy*. Vol. 36. Núm. 3. Págs. 929-936.

Considine, D. (1987) *Tecnología del gas natural*. Marcombo. México.

Corominas, J. (1987) *Breve diccionario etimológico de la lengua castellana*. Gredos. Madrid.

Correa, E. (2006) "Breve biografía de Peter Drucker. Teoría y pensamiento administrativo". *Revista Online Gestipolis*.

Correa, M.; Flynn, S. y Amit, A. (2004) "Responsabilidad social corporativa en América Latina: una visión empresarial". *División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. Ediciones de Naciones Unidas. Santiago de Chile. Págs. 7-51.

Cortés, I. (2007) *La generación de energía eléctrica a partir de recursos naturales*, en Ramos, P. [Coord.] *Uso eficiente y sostenible de los recursos naturales: XI Jornadas Ambientales*. Universidad de Salamanca. Salamanca.

Corti, J. (2010) *Organismos genéticamente modificados y riesgos sanitarios y medioambientales*. Derecho de la Unión Europea de la Organización Mundial de Comercio. Reus. Madrid.

Cortina, A. (2004) *Fundamentos filosóficos del principio de precaución*, en Romeo, C. [Ed.] *Principio de precaución, Biotecnología y Derecho*. Comares. Granada.

Cortina, A. y Carreras, I. (2003) “Consumo...luego existo”. *Cuadernos Cristianisme i Justicia*. Barcelona. Págs. 3-27.

Costanza, R. (2001) “Visions, values, valuation, and the need for an ecological economics”. *BioScience*. Vol. 51. Núm. 6. Págs. 459-468.

Costanza, R.; Norgaard, R.; Daly, H.; Goodland, R. y Cumberland, J. (2007) *An Introduction to Ecological Economics*. (E-book).

Cressier, P. (2003) *Hidráulica rural tradicional de origen medieval en Andalucía y Marruecos. Elementos de análisis práctico*, en González Alcantud, J. y Malpica, A. [Coord.] *El agua-mitos, ritos y realidades: Coloquio internacional*. Universidad de Granada. Granada.

Cruz Prados, A. (2006) *Ethos y polis: bases para una reconstrucción de la filosofía política*. EUNSA. Pamplona.

Cruz, J. (2000) “El concepto subsidiariedad”, en Banús, E. [Ed.] *Subsidiariedad: Historia y aplicación*. Studia Europea Navarrensis. Vol. 3.

Cugota, L. y Vera, L. (2010) *Marie Curie*. Parramón. Madrid.

Curiel, F. (2005) *Economía ambiental y desarrollo sustentable: a propósito del cuidado del ambiente y el crecimiento*. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas. México.

Czinkota, M.; Ronkainen, I. y Moffet, M. (2007) *Negocios Internacionales*. Thomson.

D'Entremont, A. (1997) *Geografía Económica*. Cátedra. Madrid.

D'Entremont, A. (2001) *Diez temas de demografía*. Ediciones Internacionales Universitarias. Madrid.

D'Entremont, A. (2012) *Apuntes de Geografía Humana*. Universidad de Navarra. Pamplona.

Daly, H. (1987) "The Economic Growth Debate. What Some Economists Have Learned But Many have Not". *Journal of Environmental Economics and Management*. Vol. 14. Págs. 323-336.

Dasgupta, P. (1996) "The Economics of the Environment". *Proceedings of the British Academy*. Núm. 90. Págs. 165-221.

Dasgupta, P. y Heal, G. (1975) "The Optimal Depletion of Exhaustible Resources". *Review of Economic Studies*. Symposium of Economics of Exhaustible Resources. Vol. 41. Págs. 3-27.

Davidson, P. y Griffin, R. (2000) *Management: Australia in a global context*. Wiley, Brisbane.

Davis, K.; Frederick W. y Blomstrom, R. (1980) *Business and society. Concepts and policy issues*. McGraw-Hill. Nueva York.

Davis, R.; Whitten, K.; Peck, M. y Stanley, G. (2008) *Química. Capítulo 15: Cambios de calor y termodinámica*. Cengage Learning Editores. México.

de Clément, Z. (2009) [Dir.] *El principio de precaución ambiental. La práctica argentina*. RECORDIP. Buenos Aires.

de Juana Sardón, J. [Coord.] (2003) *Energías renovables para el desarrollo*. Paraninfo. Madrid.

de la Cuesta, M. (2004) "El porqué de la Responsabilidad Social Corporativa". *Boletín Económico de ICE*. Núm. 2813. Págs. 45-58.

de la Cuesta, M. (2007) "Finanzas socialmente responsables y microfinanzas: Razón de ser, instrumentos y contribución al desarrollo sostenible". *Anales de la Universidad Metropolitana*. Vol. 7. Núm. 2. Págs. 15-50.

de la Cuesta, M. (2010) *La RSC una nueva forma de gestión*, en Saavedra, I. [Coord.] *Introducción a la sostenibilidad y la RSC*. Netbiblo. La Coruña.

de la Cuesta, M. y Muñoz, M. (2010) *Dimensión medioambiental de la RSC*. Netbiblo. Madrid.

de la Fuente, J.; Morales, J. y Jiménez, M. (1999) *La construcción de la empresa campesina: La COMAGRO y sus socios*, en de Grammont, H. [Ed.] *Empresas, reestructuración productiva y empleo en la agricultura mexicana*. UNAM. México.

de la Hoza, J.; Boixa, O.; Martín, H.; Martins, B. y Graells, M. (2010) “Promotion of grid-connected photovoltaic systems in Spain: Performance analysis of the period 1998-2008”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 14. Núm. 9. Págs. 2547-2563.

de Rueda, A. (2011) *El Fomento de las energías renovables en España en el marco de una economía sostenible, régimen jurídico, fiscalidad e instrumentos jurídicos de financiación*. Jornadas de Régimen Jurídico y Fiscal de las Energías Renovables. Documento de trabajo. Universidad de Alcalá.

de Swaan, A. (1997) *Albert Einstein. El perseguidor de la luz*. Andrés Bello.

Deepak, S. y Bartels, R. (1997) “Distributed Electricity Generation in Competitive Energy Markets: A Case Study in Australia”. *The Energy Journal*. Vol. 18. Págs. 17-39.

Del Ama, C. (2007) *Hacia un nuevo orden mundial*. Library of Congress. Washington D.C.

Del Riego, P. (2005) *La agenda 21 local: vehículo idóneo para la necesaria participación directa de los ciudadanos en el desarrollo sostenible*. Mundi Prensa. Madrid.

Del Río, P. (2008) “Ten Years of Renewable Electricity Policies in Spain: An Analysis of Successive Feed-in Tariff Reforms”. *Energy Policy*. Vol. 36. Núm. 8. Págs. 2917-2929.

Del Río, P. (2009) “La promoción de la electricidad renovable en España en el contexto europeo”. *ICE: Revista de Economía*. Núm. 847. Págs. 59-74.

Del Río, P. (2010) *Tipología y evaluación de los marcos de apoyo a la generación eléctrica renovable* en Becker Zuazua, F.; Cazorla Prieto, L. y Martínez-Simancas Sánchez, J. [Coord.] *Tratado de energías renovables*. Arazandi. Vol. 1.

Del Río, P. (2010) “Análisis económico de los instrumentos de promoción de las energías renovables: una perspectiva de eficiencia dinámica”. *Nota d'Economia. Generalitat de Catalunya*. Departament d'Economia i Finances. Núm. 95-96. Págs. 115-136.

Del Río, P. (2011) “Los efectos sobre la innovación de los instrumentos de promoción de las energías renovables. Cambio climático, aspectos económicos e internacionales”. *ICE: Revista de economía*. Núm. 862. Págs. 45-56.

Del Río, P. (2012) “Costes y diseño de los instrumentos de promoción de la electricidad renovable”. *Cuadernos Económicos de ICE*. Núm. 83. Págs. 61-84.

Del Río, P. (2013) “Políticas públicas, creación de industria e innovación en energías renovables una reflexión sobre el caso español”. Instituto de Bienes y Políticas Públicas (IBPP). CSIC. *Economía Industrial*. Núm. 384. Págs. 75-84.

Del Río, P. y Gual Font, M. A. (2004) “The Promotion of Green Electricity in Europe: Present and Future”. *European Environment Journal*. Vol. 14. Núm. 4. Págs. 219-234.

Del Río, P. y Unruh, G. (2007) “Overcoming the lockout of renewable energy technologies in Spain: the cases of wind and solar electricity”. *Renewable and Sustainable Energy Review*. Vol. 11. Núm. 7. Págs. 1498-1513.

Deléage, J. y Souchon, C. (1996) *La Energía Como Tema Interdisciplinar en la Educación Ambiental*. Catarata. Bilbao.

Delgado, C. (2000) “Reflexiones epistemológicas sobre medioambiente, determinismo e indeterminismo. Una mirada desde la complejidad”. *Revista Diosa Epísteme*. Vol. 6. Págs. 11-24. Rosario.

Delgado, R. (2008) *La biomasa como recurso energético*, en *Energías y cambio climático. XII Jornadas Ambientales*, en Ramos Castellanos, P. [Ed.] Ediciones Universidad de Salamanca.

Destinobles, G. (2007) *Introducción a los modelos de crecimiento económico exógeno y endógeno*. Edición Electrónica.

Díaz, C. (2005) *La virtud de la fortaleza*. Trillas. México.

Díaz, J. [Ed.] (2013) “Como integrar la biomasa en la rehabilitación energética: bioBUILD y bioFINANCE”. *The bioenergy internacional*. Núm. 21. Págs. 50-55.

Díaz, J.; Chuquisengo, O. y Ferradas, P. (2005) *Manual de gestión de riesgo en los gobiernos locales*. Oficina de ayuda humanitaria. Comisión Europea. Ediciones Soluciones Prácticas. Lima.

Díaz-Bautista, A. (2003) *Los determinantes del crecimiento económico: comercio internacional convergencia y las instituciones*. Plaza y Valdés. México.

Dicks, A. (1999) "Hydrogen generation from natural gas for the fuel cell systems of tomorrow". *Journal of Power Sources*. Vol. 61. Núm.1-2. Págs. 113-124.

Diez, F. (1968) *Diccionario español etimológico*. Mayfe.

Domar, E. (1946) "Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment". *Econometrica*. Vol. 14. Núm. 2. Págs. 137-147.

Doménech Pascual G. (2006) *Derechos Fundamentales y Riesgos Tecnológicos. El derecho del ciudadano a ser protegido por los poderes públicos*. Centro de Estudios Políticos y Constitucionales. Madrid.

Domingo, E. (2000) *Régimen jurídico de las energías renovables y la cogeneración eléctrica*. Ministerio de Administraciones Públicas. Instituto de Administración Pública. Madrid.

Domínguez Gómez, J. (2004) *Energías Alternativas*. Edición Equipos Sirius. España.

Donati, P. (2013) *La familia como raíz de la sociedad*. Biblioteca de Autores Cristianos. Madrid.

Dos Santos, T. (1971) *La Estructura de la Dependencia*. Extending Horizons. Boston.

Dos Santos, T. (1979) *La cuestión de la teoría de la dependencia*, en Villarreal, R. [Ed.] *Economía Internacional*. Fondo de Cultura Económica. México.

Douglas, M., y Wildavsky, A. (1983) *Risk and Culture. An essay on the selection of the technological and environmental dangers*. University of California Press.

Doyle, G. (2011) *Adicionalidad y permanencia* en Costenbader, J. [Ed.] (2011) *Marcos jurídicos en materia de REDD: diseño e implementación en el nivel nacional*. Vol. 77. UICN Serie de Política y Derecho Ambiental.

- Drucker, P. (1993) *The ecological vision. Reflections on the American Condition*. Transaction Publishers. New Jersey.
- Dudal, R. y Plummer, J. [Eds.] (2007) *Secuestro de carbono en tierras áridas*. Informes sobre los recursos mundiales de los suelos. FAO.
- Duffield, W. y Sass, J. (2003) *Geothermal Energy. Clean power from the earth's heat*. United States Geological Survey (USGS). Circular 1249.
- Dufor, J. (2012) “Moratoria renovable en España”. Blog Energía y Sostenibilidad. Madrid.
- Duhamel, G.; Maritain, J. y Okinczyc, J. (1949) *La Defensa de la persona humana*. Ediciones Studium Madrid.
- Dunn, S. (2002) “Hydrogen futures: toward a sustainable energy system”. *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 27. Núm. 3. Págs. 235-264.
- Durkheim, E. (1982) [1889] *La división de trabajo*. Akal. Madrid.
- Durkheim, E. (1982) *Las Formas Elementales de la Vida Religiosa*. Akal. Madrid.
- Durkheim, E. (1986) *De la división du travail social*, en Múgica, F. (1998) *La profesión: enclave ético de la moderna sociedad diferenciada*. Cuadernos de Empresa y Humanismo. Núm. 71. Pamplona.
- Durkheim, E. (2001) *La división del trabajo social*. Akal. Madrid.
- Dyner, I.; Álvarez, C. y Cherni, J. (2005) *For assessing the contribution of energy to sustainable livelihoods in poor developing nations XXII International Conference of System Dynamics Society*. Boston.
- Echavarría, M. (2009) “Virtud y ser según Tomás de Aquino”. *Espíritu. Cuadernos del Instituto Filosófico de Balmesiana*. Núm. 138. Págs. 11-36.
- Echegarria, C.; Aguado, I. y Barrutia, J. (2010) “El desarrollo sostenible a lo largo de la historia del pensamiento económico”. *Revista de Economía Mundial*. Núm. 21. Págs. 87-110.
- Echegarria, C. y Aguado, I. (2004) “Agenda 21 Local: estudio bibliográfico y análisis de una experiencia”. Ministerio de la Vivienda. *Ciudad y Territorio: Estudios Territoriales*. Núm. 139. Págs. 67-89.

- Echeverría, M. (1997) *La formación personal*. Cuadernos de Formación Tomista. Santiago Chile.
- Eckelund, R. y Hébert R. (1992) *Historia de la Teoría Económica y de su Método*. McGraw Hill. Madrid.
- Edinger, R. y Kaul, S. (2003) *Sustainable Mobility: Renewable Energies for Powering Fuel Cell Vehicles*. Greenwood Publishing Group. U. S. A.
- Einstein, A. (1984) *Notas Autobiográficas*. Alianza. Madrid.
- Eissen, M.; Metzger, J.; Schmidt, E. y Schneidewind, U. (2002) “10 years after Rio—concepts on the contribution of chemistry to a sustainable development”. *Angewandte Chemie International Edition*. Vol. 41. Págs. 415- 436.
- Eizagirre, A. (2011) “La precaución como principio de acción sostenible”. *ISEGORÍA. Revista de Filosofía Moral y Política*. Núm. 44. Págs. 303-324.
- Ekelund, R. y Hébert, R. (1992) *Historia de la Teoría Económica y de su método*. McGraw-Hill. Madrid.
- El-Gasseir, M. (1995) “Distributed generation implications for restructuring the electric power industry”. *Public Utilities Fortnightly*. Vol. 133. Págs. 16-20.
- Elías Castells, X. (2005) *Tratamiento y valorización energética de residuos*. Díaz de Santos. Universidad Iberoamericana.
- Elías Castells, X. y Bordas, S. (2012) *Energía, Agua, Medioambiente, territorialidad y Sostenibilidad*. Díaz de Santos. Madrid.
- Ellerman, A. (2006) “Evaluación Ex post de Permisos Transferibles de Emisión: el Programa Estadounidense de Limitación y Comercio de Emisiones de SO₂”. *Cuadernos Económicos del ICE*. Vol. 71. Págs. 9-45.
- Encinas, C. (2013) *Principios de Economía Política*. Palibrio. México.
- Endo, K. (1994) *The principle of subsidiarity: from Johannes Althusius to Jacques Delors*. Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers.
- Endres, A. y Ohl, C. (2004) “Kyoto-Europe? An Economic Evaluation of the European Emission Trading Directive”. *European Journal of Law and Economics*. Vol. 19. Págs. 17-39.

- England, R. (2000) "Natural capital and the theory of economic growth". *Ecological Economics*. Vol. 34. Págs. 425-431.
- Epstein, E. (1987) "The corporate social policy process: Beyond business ethics, corporate responsibility, and corporate social responsiveness". *California Management Review*. Vol. 29. Núm. 3. Págs. 99-114.
- Escobar, G (1995) *La ordenación constitucional del medio ambiente*. Dykinson. Madrid.
- Escobar, M. [Coord.] (2011) *Green jobs. Marco normativo y competencial de la economía verde*. Fundación OPTI. Escuela de Organización Industrial. Madrid.
- Escudero, G. (2010) *Bien Común y stakeholders. La propuesta de Edward Freeman*. EUNSA. Pamplona.
- Espejo, C. (2010) "Los nuevos paisajes de la energía solar: las centrales termo solares". *Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje*. Núm. 25-26. Págs. 65-92.
- Espejo, C. y García, R. (2010) "Agua y Energía: Producción hidroeléctrica en España". *Revista Investigaciones Geográficas*. Núm. 51. Págs. 107-129.
- Essig, A. (2007) *The World Bank: How it Compromises Economic Development by Promoting a Population Control Agenda*. Center for Family & Human Rights. New York.
- Esteban-Santos, S. (2009) *La Historia Del Sistema Periódico*. Cuadernos UNED. Madrid.
- Estella de Noriega, A. (2000) *El dilema de Luxemburgo. El Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas ante el principio de subsidiariedad*. Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid.
- Estrada, J.; Ganduglia, F.; Gasparini, R.; Filgueiras, E.; Huarte, J. G.; León, J. y Rodríguez, M. (2008) *Manual de Biocombustibles*. ARPEL- LICA.
- Estrada, R. (2010) "Acuerdo de Copenhague: las negociaciones sobre el cambio climático después de la XV Conferencia". *Revista CEI. Comercio Exterior e Integración*. Núm. 17. Págs. 109-121.

- Etxezarreta, M. [Coord.] (2004) *Crítica a la economía ortodoxa*. Seminario de Economía Crítica. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Euguren, L. (2004) *El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas*. CEPAL. Serie Medioambiente y Desarrollo.
- Ewell, J. (1996) *Venezuela and the United States: from Monroe's hemisphere to petroleum's empire*. University of Georgia Press. Georgia.
- Fabra, J. (2004) *¿Liberalización o regulación? Un mercado para la electricidad*. Marcial Pons. Madrid.
- Fábregas, P. (2003) *La globalización en el siglo XIX: Málaga y el gas*. Ateneo de Sevilla. Universidad de Sevilla.
- Faiña, A. y Salcines, V. (1998) “La meta-ordenación de preferencias como un sistema procedimental economizador: la aportación de Carl Menger”. *Revista Iberoamericana de estudios utilitarias: Téllos*. Vol. 7. Núm. 2. Págs. 119-129.
- Falkner, R. (2000) “Regulating biotech trade: The Cartagena Protocol on Biosafety”. *International Affairs* Vol. 76. Págs. 299-313.
- Falkner, R. (2002) *Negotiating the biosafety protocol: the international process*, en Bail, C.; Falkner, R. y Marquard, H. [Eds.] (2002) *The Cartagena Protocol on Biosafety: Reconciling Trade in Biotechnology with Environment and Development?* Royal Institute for International Affairs.
- Farley, F. y Rainey, R. (2006) *Radical design options for wave-profiling wave energy converters*. International Workshop on Water Waves and Floating Bodies. Loughborough.
- Farrauto, R. (2005) “Introduction to solid polymer membrane fuel cells and reforming natural gas for production of hydrogen”. *Applied Catalysis B: Environmental*. Vol. 56. Págs. 3-7.
- Fassin, Y. (2009) “The Stakeholder Model Refined”. *Journal of Business Ethics*. Vol. 84. Núm. 1. Págs. 113-135.
- Fawer-Wasser, M. (2004) “Solar Energy sunny days ahead?” *Sarasin Basic Report. Sarasin Sustainable Investment*. Ginebra. Págs. 1-50.
- Featherstone, M. (1991) *Cultura de consumo y posmodernismo*. Amorrortu Editores. Buenos Aires.

Ferguson, J. (1948) *Historia de la Economía*. Fondo de Cultura Económica. México.

Fernández Durán, R. (2003) *Capitalismo Financiero Global y Guerra Permanente*. Virus. Barcelona.

Fernández Gago, R. (2005) *Administración de la responsabilidad social corporativa*. Thomson. Madrid.

Fernández García, R. (2008) “Introducción a la norma UNE 150008:2008 de análisis y evaluación del riesgo ambiental”. *Residuos Revista técnica*. Núm. 106. Págs. 58-67.

Fernández García, R. (2009) *Responsabilidad social corporativa*. Editorial Club Universitario. Alicante.

Fernández, A.; Parejo, J. y Rodríguez, L. (2002) *Política Económica*. McGraw- Hill. Madrid.

Fernández, M. y Alcaraz, A. (2001) “Gasificación integrada a ciclos integrados”. *Boletín del Instituto de Investigaciones Eléctricas*. Vol. 25. Núm. 5. Págs. 283-288.

Fernández, R. (2011) *La dimensión económica del desarrollo sostenible*. Editorial Club Universitario. Alicante.

Fernández-Bolaños, A. (2001) *Incidencia de la política medioambiental en la actividad económica*. Universidad de Castilla la Mancha. Cuenca.

Fernández-Díez, P. (2004) *Energía de las olas*. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética. Universidad de Cantabria.

Ferrell, O.; Fraedrich, J. y Ferrell, L. (2000) *Business Ethics. Ethical Decision Making and Cases*. Houghton Mifflin Co. Boston.

Ferrer, A. (2006) *Física nuclear y de partículas*. Universitat de Valencia.

Fiaschi, D. y Signorino, R. (2003) “Consumption patterns, development and growth: Adam Smith, David Ricardo and Thomas Robert Malthus”. *European Journal of the History of Economic Thought*. Vol. 10. Págs. 5-24.

- Fiddaman, T. (2002) "Exploring Policy Options with a Behavioral Climate-Economy Model". *System Dynamics Review*. Vol. 18. Núm. 2. Págs. 243-267.
- Fieser, J. (1996) "Do Business have moral obligations beyond what the law requires?" *Journal of Business Ethics*. Vol. 15. Núm. 4. Págs. 457-468.
- Figuroa, E. (2006) *El comportamiento económico del mercado del petróleo*. Díaz de Santos. Madrid.
- Figuroa, G. (2002) *El Principio de Precaución Frente a los Viejos Conceptos de la Responsabilidad Civil*. Seminario sobre el Principio de Precaución, Biotecnología y Derecho. Bilbao.
- Figuroa, M. y Redondo, S. (2007) *Los sumideros naturales de CO₂: una estrategia sostenible entre el cambio climático y el protocolo de Kyoto desde la perspectiva urbana y territorial*. Universidad de Sevilla.
- Figuroa, M; Hernández, J; García, L y Pujadas, C (2010) *Consumo sostenible ante la crisis global*. Revista de Ciencia Política.
- Figuroa, Y. (2008) *Delitos de Infracción de Deber*. Dykinson. Madrid.
- Fijalkowski, B. (2011) *Automotive Mechatronics: Operational and Practical Issues*, Springer. London.
- Finch Stoner, J.; Freeman, E. y Gilbert, D. (1996) *Administración*. Prentice Hall Hispanoamericana. México.
- Finch, J. (2000) "Is post-Marshallian economics an evolutionary research tradition?" *European Journal of the History of Economic Thought*. Vol. 7. Núm. 3. Págs. 377-406.
- Finnis, J. (1980) *Natural Law and Natural Rights*. Clarendon Press. Oxford.
- Fischer, H. (2013) *Arizona Senate OKs bill rejecting UN declaration on environment*. Arizona Daily Star.
- Fischer-Kowalski, M. y Swilling, M. (2011) *Decoupling: natural resource use and environmental impacts from economic growth*. United Nations Environment Programme.
- Fleischer, T. y Oertel, D. (2003) *Fuel Cells. Impact and consequences of fuel cells technology on Sustainable Development*. Institute for Prospective Technological Studies-Comisión Europea.

- Flores, R.; Herrera, L. y Hernández, D. (2008) *Ecología y Medio Ambiente*. Ediciones Cengage Learning. México.
- Folke, C. (2006) “Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses”. *Global Environmental Change*. Vol. 16. Núm. 3. Págs. 253-267.
- Font, N. y Subirats, J. (2000) *Local y Sostenible. La Agenda 21 Local en España*. Icaria. Barcelona.
- Fontela, E. y Guzmán, J. (2003) “La teoría circular del desarrollo. Un enfoque complejo”. *Estudios de Economía Aplicada*. Vol. 21. Núm. 2. Págs. 221-242.
- Fontrodona, J. (2015) *Entre la solidaridad y la subsidiariedad*. Empresa y Sociedad. IESE. (documento online)
- Fontrodona, J., y Sison, A. (2007) “Hacia una teoría de la empresa basada en el bien común”. *Revista Empresa y Humanismo*. Vol. 10. Núm. 2. Págs. 65-92.
- Foster, J. (2004) *La ecología de Marx: materialismo y naturaleza*. El Viejo Topo. Madrid.
- Fouillé, A. (1979) *Compendio de Electrotecnia*. Marcombo. Barcelona.
- Fraser, N. (2008) *Escalas de justicia*. Herder. Barcelona.
- Fraser, N. y Honneth, A. (2005) *Redistribución o Reconocimiento*. Morata Madrid.
- Frederick, R. y Thomson, M. (2002) *Los suelos y su fertilidad*. Reverté. Barcelona.
- Freeman, E. (1984) *Strategic Management. A stakeholder approach*. Pitman Publishing Inc. Marshfield. MA.
- Freeman, E.; Littlewood, S. y Whitney, D. (1996) “Local government and emerging models of participation in the Local Agenda 21 process”. *Journal of Environmental Planning and Management*. Vol. 39. Núm. 1. Págs. 65-78.

- Freeman, E.; Harrison, J.; Wicks, A.; Parmar, B. y De Colle, S. (2010) *Stakeholder Theory: The State of the Art*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Frenegal Martínez, M. y Meléndez, N. (2010) *Lagos y sistemas lacustres*, en Arche, A. [Ed.] *Sedimentología del proceso físico a la cuenca sedimentaria*. CSIC.
- Friedman, M. (1962). *Capitalism and freedom*. University of Chicago Press. Chicago.
- Frolova, M. (2010) “Los paisajes de la energía eólica: Su percepción social y gestión en España”. *Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje*. Núm. 25-26. Págs. 95-110.
- Frolova, M. y Pérez, B. (2008) “El desarrollo de las energías renovables y el paisaje: algunas bases para la implementación de la Convención Europea del Paisaje en la Política energética española”. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*. Núm. 43. Págs. 289-310.
- Fronti, L.; García, V. y Acevedo, M. (2010) “Análisis exploratorio del Mecanismo Desarrollo Limpio en programas forestales en Argentina”. *Documentos de Trabajo de Contabilidad Social*. Núm. 4. Págs. 43-67.
- Frosini, E. (2002) “Subsidiariedad y constitución”. *Revista de Estudios Políticos Nueva Época*. Núm. 15. Págs. 7-25.
- Fuencisla Alcón, M. (1994) *El Pensamiento Político y Jurídico de Adam Smith: La Idea de Orden en el ámbito humano*. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Madrid.
- Fuentes, A. y Gatica, L. [Eds.] (2011) *De la economía global al desarrollo local: El alcance de la intervención de los agentes de empleo y desarrollo local*. Universidad de Valencia.
- Fuentes, R. (2011) *Impactos, políticas y posiciones de los países latinoamericanos rumbo a COP17 (ARI)*. Real Instituto Elcano. Área Economía y Comercio Internacional/Cambio climático.
- Fukuyama, F. (1998) *La confianza (trust)*. Ediciones B. Barcelona.
- Fukuyama, F. (1999) *Social Capital and Civil Society*. The Institute of Public Policy. George Mason University.

- Funtowicz, S. y Ravetz, J. (1993) *Ecología política. Ciencia con la gente*. CEAL. Buenos Aires.
- Furtado, C. (1987) *Teoría y política del desarrollo Económico*. Siglo XXI. Madrid.
- Füssel, H. (2007) "Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research". *Global Environmental Change*. Núm. 17. Págs. 155-167.
- Gachet, I. (2002) *La Huella Ecológica: Teoría, Método y Tres Aplicaciones al Análisis Económico*. Editorial de la Facultad de Economía. Ecuador.
- Gaffert, A. (1981) *Centrales de vapor*. Reverté. Barcelona.
- Galán, M. (2006) *Decisiones bajo incertidumbre e ignorancia en problemas ambientales globales. El caso del protocolo de Montreal (1987)*. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I. Mesa 1.
- Galbraith, J. K. (1972) [1964] *Desarrollo económico*. Ariel. Barcelona.
- Galbraith, J. K. (1982) *Una teoría do controlo dos preços*. Publicações Quixote. Lisboa.
- Galfione, V. y Santucho, M. (2008) [Comp.] *Política y Soledad/ Politics and loneliness*. Brujas. Córdoba.
- Galindo, M. y Fernández, Y. [Coords.] (2006) *Política socioeconómica en la Unión Europea*. Delta Publicaciones. Madrid.
- Galindo, M. y Malgesini, G. (1993) *Crecimiento económico: principales teorías desde Keynes*. McGraw-Hill. Madrid.
- Gálvez, M. y López, B. (2006) *El petróleo y el gas natural materias primas para la industria química*, en Vian Ortuño, A. *Introducción a la química*. Reverté. Barcelona.
- Gallup, J.; Sachs, J. y Mellinger A. (1999) *Geography and Economic Development*. Annual World Bank Conference on Development Economics 1998. Washington D. C.

- Gamble, A. (1999) "Marxism after Communism: beyond Realism and Historicism". *Review of International Studies*. Vol. 25. Págs. 127-144.
- Gamble, A. y Walton, P. (1997) *El Capitalismo en Crisis: La inflación y el Estado*. Siglo XXI. Madrid.
- Gandía, S. y Meliá, J. (1991) *La teledetección en el seguimiento de los fenómenos naturales*. Recursos: Agricultura. Universitat de Valencia.
- García de la Noceda, C. (2009) "La Energía Geotérmica en ". *IngeoPress*. Vol. 189. Págs. 60-84.
- García Olmedo, F. (2009) "La biodiversidad invisible". *Revista de Libros*. Núm. 149. Págs. 16-20.
- García Ruiz, P. (2009) *Repensar el consumo*. Ediciones Internacionales Universitarias. Madrid.
- García Verdugo, J. (2000) *Los mercados de futuros petrolíferos: una revolución silenciosa en el sector energético*. UNED. Madrid.
- García Verdugo, J. (2001) *Información básica de los sectores de la energía*. CNE. Madrid.
- García, A. (2005) *Negociar el Riesgo*. Ariel. Barcelona.
- García, E. y Loffler, D. (1994) *El Gas Natural*. Géminis. Buenos Aires.
- García, M. (2003) "Apuntes de Economía Ecológica". *Boletín Económico de ICE*. Núm. 2767. Págs. 69-75.
- García, M. (2004) "La agenda 21 local. Proceso y evaluación". *Revista Galega de Economía*. Vol. 13. Núm. 1-2. Págs. 1-21.
- García, M.; Gil, J. y Valero, M. (2007) *Psicología y desastres: aspectos psicosociales*. Universitat Jaume I. Observatorio Psicosocial de Recursos en Situaciones de Desastres. Castellón de la Plana.
- García, M. y Ronquillo, G. (2005) *Estados Unidos Petróleo y Geopolítica. Las estrategias petroleras como un intento de configuración geopolítica*. Plaza y Valdez. S. A. México.
- García, M.; Yépez, E.; Garatuza, J.; Encinas, D.; Pérez, E. y García, L. (2012) "Mecanismo de Desarrollo Limpio para el comercio de carbono en un proyecto productivo". *Revista Conacyteg*. Núm 7. Págs. 945- 958.

García, S. (2010) *La Conferencia de Copenhague sobre el Clima y la Declaración Interreligiosa sobre el Cambio Climático: un acercamiento a la aportación de las religiones a la crisis atmosférica*. Real Instituto Elcano. Área Economía y Comercio Internacional.

Gardner, R. (1996) *Juegos para Empresarios y Economistas*. Antoni Bosch. S. A. Barcelona.

Garralda, J. (2000) *Europa y el retorno del principio de subsidiariedad*, en Banús, E. [Ed.] *Subsidiariedad: historia y aplicación*.

Garrido, F. [Coord.] (2005) *Desarrollo sostenible y Agenda 21 local: Prácticas, metodología y teoría*. IEPALA. Madrid.

Garrido, J. (2001) *Cambios socio-políticos en el escenario mundial (1945-2000)*. Editorial Universitaria. Santiago de Chile.

Gary, J. y Handwerk, G. (2003) *Refino de petróleo*. Reverté. Barcelona.

Garzón, I. (2013) *Bien común, pluralismo y derechos*. Instituto de Investigaciones Jurídicas. UNAM.

Gastaldi, F. (1979) *Aproximaciones filosófico - teológicas al misterio del hombre*. Don Bosco. Buenos Aires.

Gately, D.; Adelman, M. y Griffin, J. (1986) "Lessons from the 1986 oil price collapse". *Revista Brookings Papers of Economic Activity*. Núm. 2. Págs 237-284.

Gault, J.; Spierer, C.; Bertholet, L. y Karbassioun, B. (1999) "How does OPEC allocate quotas?" *Journal of Energy Finance and Development*. Págs. 137-148.

Gavaldá, M. (2003) *La Recolonización. Repsol en América Latina: Invasión y Resistencias*. Icaria. Barcelona.

Gaytán, F. (2004) *Las semánticas de lo sagrado*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. México. D. F.

George, S. (2010) *Sus crisis, nuestras soluciones*. Icaria. Barcelona.

- Georgescu-Roegen, N. (1983) "The Entropy Law and the Economic Problem. La teoría energética del valor económico: Un sofisma económico particular". *El Trimestre Económico*. Núm. 198. México. Págs. 829-860.
- Georgia, P. (2003) *The False promise of Hydrogen*. National Review Online.
- Geta, J.; Loredó, J.; Fernández, L. y Pernía, J. [Eds.] (2008) *Investigación y gestión de los recursos del subsuelo: Libro homenaje al Profesor Fernando Pendas Fernández*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- Giddens, A. (1994) *Consecuencias de la modernidad*. Alianza. Madrid
- Giddens, A. (2000) *Un mundo desbocado. Los efectos de la globalización en nuestras vidas*. Taurus. Madrid.
- Giddens, A.; Bauman, Z.; Luhmann, N. y Beck, U. en Beriain, J. [Comp.] (1996). *Las consecuencias perversas de la modernidad*. Anthropos. Barcelona.
- Gil, S.; Deferrari, J. y Duperron, L. (2002) *Modelo generalizado de predicción de consumos de gas natural a mediano y corto plazo*. ENERGAS. Tercer Congreso Latinoamericano y del Caribe de Gas y Electricidad. Argentina.
- Gilder, G. (1987) *The Spirit of Enterprise*. Investment Canada.
- Ginley, D. y Cahen, D. [Eds.] (2012) *Fundamentals of Materials for Energy and Environmental Sustainability*. Cambridge University Press. New York.
- Giordano, E. (2002) *Las guerras del petróleo: geopolítica, economía y conflicto*. Icaria. Barcelona.
- Glasstone, S. y Sesonske, A. (1990) *Ingeniería de Reactores Nucleares*. Reverté. Barcelona.
- Gligo, N. (2006) *Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina, un Cuarto de Siglo después*. Cuadernos de la CEPAL. Núm. 126.
- Goizueta, J. (2000) *Breves reflexiones acerca del principio de subsidiariedad: de sus orígenes al tratado de Maastricht*, en Banús, E. [Ed.] *Subsidiariedad: historia y aplicación*.

Goklany, I. y Sprague, S. (1992) *Sustaining Development and Biodiversity: Productivity, Efficiency, and Conservation*. Cato Institute Policy Analysis. Núm. 175.

Goldsmith, B. (2005) *Genio obsesivo: el mundo interior de Marie Curie*. Antoni Bosch. Barcelona.

Gollier, C. y Treich, N. (2003) “Decision-making under scientific uncertainty: the economics of the precautionary principle”. *Journal of Risk and Uncertainty*. Vol. 27. Págs. 77-103.

Gomez Orea, D., y Gomez Villarino, T. (2013) *Evaluación del impacto ambiental*. Mundi-Prensa. Madrid.

Gómez, D. (2007) “Desarrollo Territorial Sostenible”. *Revista de la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha*. Núm. 12. Págs. 3-8.

Gonzales, Vaqué, L. (2004) *La aplicación del Principio de Precaución en el Marco de las Políticas Comunitarias: la Actividad Legislativa en Caso de incertidumbre Científica*, en Berberoff, D. [Ed.] *El Principio de Precaución y su proyección en el Derecho administrativo español*. Lerdo Print. Madrid.

González Morfín, E. (2009) *Subsidiariedad*. Instituto Mexicano de Doctrina Social Cristiana. México.

González, A. (2001) “Las fuentes de la moralidad a la luz de ética Aristotélica de la virtud”. *Sapientia*. Vol. LVI. Págs. 357-377

González, A. (2002) *Sociedad civil y solidaridad*, en Bernal, A. [Ed.] *El voluntariado. Educación para la participación social*. Ariel. Barcelona.

González, A. (2014) *Sociedad civil y normatividad. La teoría social de David Hume*. Dykinson.

González, E. (2007) “La teoría de los *stakeholders*. Un puente para el desarrollo práctico de la ética empresarial y de la responsabilidad social corporativa”. *Revista VERITAS*. Vol. II. Núm. 17. Pág. 205-224.

González, J. (2009) *Energías renovables*. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.

González, J.; González, J.; Gutiérrez, M. y Laborde, M. (1990) *Estudio sobre la utilización del gas natural en la fabricación catalítica de productos químicos*. Informe UPV-EVE. Bilbao.

González, M. (2000) “Ecología y conservación de los recursos naturales. Una reflexión tardía en la historia del pensamiento económico”. *A Distancia. Revista de la Universidad Nacional de Educación a Distancia*. Págs.125-132.

González, M. (2010) *Gobernanza y gestión de las ciudades en la Unión Europea. Casos de Santiago de Compostela y Konstanz (Alemania)*. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad de Santiago de Compostela.

González, R. (2005) “Los valores morales”. *Revista Cubana de Salud Pública*. Vol. 31. Pág.269.

Gordmier, N. (1999) *Hacia una sociedad con valor añadido*. El País.

Gormaz, I. (2010) *Técnicas y procesos en las instalaciones singulares en los edificios*. Paraninfo. Madrid.

Gorostiza, J. (2013) “Thorstein Veblen, el inclasificable”. *Revista Economía Crítica*. Vol. 16. Págs. 323-332.

Gosseries, A. (1999) “The legal architecture of Joint Implementation: what do we learn from the pilot phase?” *Environmental Law Journal*. Vol. 7. Núm. 1. Págs 49-118.

Gould, S. (1980) *Ever Since Darwin: Reflections in Natural History*. Penguin Books. Middlesex.

Graham, P. [Ed.] (2003) *Mary Parker Follett--prophet of Management: A Celebration of Writings from the 1920s*. Harvard Business School. Beard Books.

Grampp, W. (1971) *Los elementos liberales del mercantilismo inglés*, en Spengler, J. y Allen, W. [Eds.] *El Pensamiento Económico de Aristóteles a Marshall*. Tecnos.

Grau, M. y Grau Sáenz, M. (2010) *Riesgos Ambientales en la Industria*. UNED.

Grondona, M. (1989) *Los Pensadores de la Libertad: de John Locke a Robert Nozick*. Sudamericana. Buenos Aires.

Grossman, G. y Helpman, E. (1991) *Innovation and growth in the global economy*. MIT Press.

Gual, M.; Hernández, F. y Del Río, P. (2001) “Certificados Verdes Negociables (CVNs). Una alternativa coherente para promocionar la electricidad a partir de Fuentes de Energía Renovable (E-FER)”. *Energía Revista de Ingeniería Energética*. Núm. 157. Págs. 75-81.

Guerra, M. (2003) “Responsabilidad ampliada y juicio moral”. *Isegoría. Revista de Filosofía Moral y Política*. Págs. 35-50.

Guerra, R. (2002) *Volver a la persona. El método filosófico de Karol Wojtyła*. Caparrós. Madrid.

Guerreo, E.; Velasco, A. y Maldonado, G. [Eds.] (2002) *Voces para un diálogo futuro. El debate sobre el desarrollo sostenible en América Latina*. UICN.

Guimarães, R. (2001) *La sostenibilidad del desarrollo entre Río-92 y Johannesburgo 2002: éramos felices y no sabíamos*. Ambient.

Guimarães, R. (2003) *Desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe entre las conferencias de Río en 1992 y Johannesburgo en 2002: avances, retrocesos y nuevos retos institucionales*, en *¿es sostenible la globalización en América Latina?* PNUD y Fondo de Cultura Económica. Santiago de Chile.

Gupta, A. (2000) “Governing Trade in Genetically Modified Organisms: the Cartagena Protocol on Biosafety”. *Environment*. Vol. 42. Págs. 23-33.

Gutiérrez Pérez, C. y Gutiérrez Cánovas, C. (2009) *La actuación frente al cambio climático*. Universidad de Murcia. Murcia.

Gutiérrez, J. (2008) *La Educación ambiental: fundamentos teóricos, propuestas de transversalidad y orientaciones extracurriculares*. La Muralla. Madrid.

Guzmán, M. (2010) *La generación del cambio climático. Una aproximación desde el enfoque del caos*. Colección Cultura, Educación y Ciudadanía de la Universidad de Rosario. Argentina.

Gylfason, T. (2001) *Natural Resources and Economic Growth: What is the connection?* Working Paper. Núm. 530. CESifo Group. Munich.

- Gylfason, T. (2001a) "Natural Resources, Education, and Economic Development". *European Economic Review*. Elsevier. Vol. 45. Págs. 847-859.
- Gylfason, T. (2001b) "Nature, Power and Growth". *Scottish Journal of Political Economy*. Scottish Economic Society. Vol. 48. Págs. 558-88.
- Hacyan, S. (2003) *El gato de Schrödinger*. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Hahn, R. y Sustain, C. (2003) *The Precautionary Principle as a Basis for Decision Making*. The Economists' Voice. Vol. 2. Núm. 2. Artículo 8.
- Halffter, G. y Ezcurra E. (1992) *¿Qué es la bio-diversidad?*, en Halffter, G. [Comp.] *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. Acta Zoológica Mexicana. México.
- Hamilton, W. (1919) "The Institutional Approach to Economic Theory". *The American Economic Review*. Vol. 9. Núm. 1. Supplement, Papers and Proceedings of the Thirty-First Annual Meeting of the American Economic Association.
- Hammond, C. (1986) *The Elements*. CRC Handbook of Chemistry and Physics. Boca Raton. Florida.
- Handy, C. (1998) *El Espíritu Hambriento*. Apóstrofe. Barcelona.
- Haney, L. (1945) *History of Economic Thought*. The McMillan Company. New York.
- Hansen, A. (1957) *Guía de Keynes*. Fondo de Cultura Económica.
- Hansen, A. (1965) *La contribución de Schumpeter a la teoría de ciclo económico*, en Harris, S. [Eds.] *Schumpeter científico social*. Ediciones Occidente. Barcelona.
- Hansson, S. (1997) "The Limits of precaution". *Foundations of Science*. Vol. 2. Págs. 293-306.
- Hansson, A. y Bryngelsson, M. (2009) "Expert opinions on carbon dioxide capture and storage. A framing of uncertainties and possibilities". *Energy Policy*. Págs. 2273-2282.
- Harnecker, M. (2005) *Los conceptos elementales del materialismo histórico*. Siglo XXI. México.

Harrod, R. (1939) "An Essay in Dynamic Theory". *The Economic Journal*. Vol. 49. Núm. 193. Págs. 14-33.

Haryanto, A.; Fernando, S.; Murali, N. y Adhikari, S. (2005) "Current status of hydrogen production techniques by steam reforming of ethanol: A review". *Energy & Fuels* 19. Department of Agricultural and Biological Engineering. Mississippi State University. Págs. 2098-2106

Hayek, F. (1976) *Derecho, legislación y libertad*. Unión Editorial. Barcelona.

Hayek, F. (1982) "Los principios de un orden social liberal". *Estudios Públicos*. Núm. 6. Págs. 179-202.

Hayek, F. (1990) *La fatal arrogancia. Los errores del socialismo*. Unión Editorial.

Heal, G. [Ed.] (1993) *The Economics of Exhaustible Resources*. The International Library of Critical Writings in Economics. Edward Elgar.

Heinberg, R. (2006) *Se Acabó la Fiesta. Guerra y Colapso Económico en el Umbral del Fin de la Era del Petróleo*. Editorial Barrabes. Benasque (Huesca).

Heisenberg, W. (1980) *Encuentros y conversaciones con Einstein y otros ensayos*. Alianza. Madrid.

Henarejos, P. (2008) *Guía de astronomía*. Akal. Madrid.

Henman, J.; Hamburg, S. y Vega, A. (2008) "Feasibility and Barriers to Entry for Small-Scale CDM Forest Carbon Projects: A Case Study from the Northeastern Peruvian Amazon". *Carbon & Climate*. Núm. 254. Págs. 254-263.

Heras, M. (2008) *Aplicación de la energía solar en la edificación, proyecto ARFRISOL*, en Heras, M.; García, G.; Torres, A.; González, A.; López, C.; Ferrando, F.; Ballesteros, M.; Zarza, E.; Lavandeira, J.; Guerra, I. y Montes, M. (2008) *Fuentes de Energía Para El Futuro*. Ministerio de Educación Política Social y Deporte. Madrid

Heras, M.; García, G.; Torres, A.; González, A.; López, C.; Ferrando, F.; Ballesteros, M.; Zarza, E.; Lavandeira, J.; Guerra, I. y Montes, M. (2008)

Fuentes de Energía Para El Futuro. Ministerio de Educación Política Social y Deporte. Madrid.

Hernández, F.; Ramos, F.; Tinaut, D.; Rodríguez, M.; Díaz-Salgado, C.; Macías, M. y Blanco, M. (1987) *Metodología y cálculo de radiación para colectores concentradores*. CSIC. Madrid.

Hernández, F. y Del Río, P. (2007) *El Protocolo de Kioto y Su Impacto en Las Empresas Españolas*. Ministerio de Educación y Ciencia. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Hernández, F. y Rodríguez, C. (2008) *Análisis crítico sobre la directiva europea que regula el uso de los biocombustibles en los países miembros*. II International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management. XII Congreso de Ingeniería de Organización. Burgos.

Hernández, R. (2001) “Los acuerdos de Marrakech adoptados en la séptima reunión de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones unidas sobre el Cambio Climático”. *Revista Española de Derecho Internacional*. Vol. 53. Págs. 331-342.

Herrera, L.; Calixto, R. y Hernández, E. (2006) *Ecología y Medio Ambiente*. Thomson Iberoamericana. México D. F.

Herrmann-Pillath, C. (2011) “The evolutionary approach to entropy: reconciling Georgescu-Roegen's natural philosophy with the maximum entropy framework”. *Ecological Economics*. Núm. 70. Págs. 606-616.

Herzer, M. (2011) “Construcción del riesgo, desastre y gestión ambiental urbana: Perspectivas en debate”. *Revista Virtual de Redesma*. Vol. 5. Núm. 2.

Herzog, J. (1950) *Tres siglos de Pensamiento Económico (1518-1817)*. Fondo de Cultura Económica. México.

Heuberger, R.; Brent, A.; Santos, L.; Sutter, C. e Imboden, D. (2007) *CDM Projects under the Kyoto Protocol: A methodology for sustainability assessment—Experiences from South Africa and Uruguay*. Environment, Development and Sustainability.

Hey, E. (1992) “The precautionary principle in environmental law and policy: Institutionalizing precaution”. *Georgetown International Law Review*. Vol. 4. Núm. 2. Págs. 303-318.

Heywood, V. y Watson, R. T. [Eds.] (1995) *Global biodiversity assessment*. UNEP. Cambridge University Press. Cambridge.

Hidalgo, A. (1988) *El pensamiento económico sobre desarrollo: de los mercantilistas al PNUD*. Universidad de Huelva.

Hidalgo, A. (1996) *Una visión retrospectiva de la economía del desarrollo*. Universidad de Huelva. Huelva.

Hidalgo, A. (2011) “Economía Política del Desarrollo. La construcción retrospectiva de una especialidad académica”. *Revista de Economía Mundial*. Núm. 28. Págs. 279-320.

Hill, J. y Kolb, D. (1999) *Química. Para El Nuevo Milenio*. Prentice Hall. México.

Hirooka, M. (2003) “Nonlinear dynamism of innovation and business cycles”. *Journal of Evolutionary Economics*. Vol. 13. Págs. 549-576.

Hirschman, A. [1958 (1964)] *La estrategia del desarrollo económico*. Fondo de Cultura Económica. México

Hirschman, A. (1984) *De la economía a la política y más allá*. FCE. México.

Hobbes, T. (1992) [1651] *Leviatán o la materia, forma y poder de una república eclesiástica y civil*. Ediciones Universidad de Valencia. Valencia

Hobbes, T. (2000) [1642] *De cive: elementos filosóficos sobre el ciudadano*. Alianza. Madrid.

Hodgson, G. (2007) *Economía Institucional y Evolutiva Contemporánea*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Hofmann, H. (2004) *La representación en la teoría del Estado premoderna sobre el principio de representación en la Política de Johannes Althusio*. Fundamentos. Cuadernos Monográficos de teoría del Estado, Derecho Público e Historia Constitucional. Vol. 3.

Hogarth, R.; Portell, M.; Cuxart, A. y Kolev, G. (2008) *Emotion and Reason in Everyday Risk Perception*. Social Science Electronic Publishing.

Höhne, N.; Wartmann, S.; Herold, A. y Freibauer, A. (2007) “The rules for land use, land use change and forestry under the Kyoto Protocol-lessons learned for the future climate negotiations”. *Environmental Science & Policy*. Vol. 10. Págs. 353-369.

- Holst, A.; Rønning, S.; Løvseth, A. y Berdal, K. (2003) “PCR technology for screening and quantification of genetically modified organisms (GMOs)”. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. Vol. 375. Págs. 985-993.
- Holland, A. (1999) *Sustainability: Should We Start From Here?*, en Dobson, A. [Comp.] *Fairness and Futurity. Essays on Environmental Sustainability and Social Justice*. Oxford University Press. Oxford.
- Hopenhayn, M. (1997) *Después del Nihilismo: De Nietzsche a Foucault*. Andrés Bello. Santiago. Chile.
- Hoppstock, J.; Pérez, C., Tempone, E. y Galperín, C. (2009) *Comercio y cambio climático: El camino hacia Copenhague*. Serie de Estudios del CEI. Núm. 13.
- Horkheimer, M. y Adorno, T. (1981) *La industria de la cultura; ilustración como engaño de las masas*, en Curran, J.; Gurevitch, M. y Woolacot, J. *Sociedad y comunicación de masas*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Humbach, H. e Ichaporia, P. [Trad.] (1994) *The heritage of Zarathushtra: a new translation of his Gathas*.
- Hume, D. (1981) *Tratado de la naturaleza humana*. Editora Nacional. Madrid.
- Hunt, D. (1989) *Economic theories of development. An analysis of competing paradigms*. Harvester Wheatsheaf.
- Huntington, S. (1976) *The Change to Change: modernization, development and politics*. Free Press. New York.
- Hutchinson, A. (1996) “Bioregionalism regeneration modeling: a holistic approach to health through environmental management”. *Environmental Management and Health*. Vol. 7. Management Consultants Bradford. University Press. Págs. 37-40.
- Hutchison, T. (1980) *Keynes versus los ¡Keynesianos!* Espasa. Madrid.
- Hynek, S.; Fuller, W. y Bentley, J. (1997) “Hydrogen storage by carbon sorption”. *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 22. Págs. 601-610.
- Hywell, J. (1988) *Introducción a las teorías modernas de crecimiento económico*. Antoni Bosch Editor. Barcelona.

Iglesias, G.; Fernández, H.; Carballo, R.; Castro, A.; Fragela, J.; Sánchez, M. y Taveira-Pinto, F. (2012) *The new wave energy converter WaveCat: Concept and laboratory tests*. Marine Structures. Vol. 29.

Iglesias, G.; Fernández, H.; Carballo, R.; Castro, A. y Taveira-Pinto, F. (2011) *The WaveCat. Development of a new Wave Energy Converter*. World Renewable Energy Congress. Suecia.

Iglesias, G.; López, M.; Carballo, R.; Castro, A.; Fraguera, J. y Frigaard, P. (2009) "Wave energy potential in Galicia". *Renewable Energy*. Núm. 34. Págs. 2323-2333.

Infante, J. (2014) "La desmaterialización de la economía mundial a debate. Consumo de recursos y crecimiento". *Revista Crítica de Economía*. Núm. 18. Págs. 60-81.

Isea, R. (2011) *Las empresas y los derechos humanos*. Cuadernos de la Cátedra "La Caixa" de Responsabilidad Social de la Empresa y Gobierno Corporativo. IESE

Iturraspe, R. (2010) *Las Turberas de Tierra del Fuego y el cambio climático global*. Fundación Humedales. Wetlands International.

Iturriza, A. (2012) *Empleos verdes en una economía verde. El caso de España*. OIT. Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente. Fundación Biodiversidad y Sustainlabour.

Ize, I.; Zuk, M. y Rojas-Bracho, L. (2010) *Introducción al análisis de riesgos ambientales*. UNAM. México.

Jackson, T. (1995) "Joint implementation and cost-effectiveness under the Framework Convention on Climate Change". *Energy Policy*. Vol. 23. Núm. 2. Centre for Environmental Strategy. University of Surrey.

Jacobs, M. (1996) *La Economía Verde: Medio Ambiente, Desarrollo Sostenible y la Política del futuro*. Icaria. Barcelona.

James, E. (1956) *Historia del Pensamiento Económico en el siglo XX*. Fondo de Cultura Económica. México.

Jamison, P. (2012) *Fears of Agenda 21 go mainstream in the Republican Party platform*. Tampa Bay Times.

- Jaquenod de Zsögön, S. (2004) *Derecho ambiental*. Dykinson. Madrid.
- Jarabo, F. (1988) *El libro de las Energías Renovables*. Editoriales Técnicas.
- Jarabo, F. y Elortegu, N. (2000) *Energías Renovables*. Publicaciones Técnicas. Madrid.
- Jaramillo, C. (2009) *Energía Termal Oceánica*. El Mundo.
- Jeffries, M. (1997) *Biodiversity and conservation*. Psychology Press. Londres.
- Jensen, H. (2001) “John Stuart Mill's Theories of Wealth and Income Distribution”. *Review of Social Economy*. Vol. 59. Págs. 491-507.
- Jevons, S. (1965) [1871] *The theory of political economy*. Augustus Kelly Bookseller.
- Jiménez, E. (2010) *España: de la consolidación de un modelo a nuevos retos a 2020. Tratado de Energías Renovables*. Vol. 1. Aranzadi. Pamplona.
- Jiménez, F. (2006) *Macroeconomía. Enfoques Y Modelos Tomo 1*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- Jiménez, L. (1989) *Medio ambiente y desarrollo alternativo: gestión racional de los recursos para una sociedad perdurable*. IEPALA. Barcelona.
- Jiménez, L. (1996) *Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica*. Madrid.
- Jingguang, L. (2006) *Demonstration for Fuel Cell Bus Commercialization in China*. GEF-UNDP-China Cooperation Project. Beijing.
- Jonas, H. (1995) *El principio de la responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Herder. Barcelona.
- Jones, R. (2001) “An Environmental Risk Assessment/Management Framework for Climate Change Impact Assessments”. *Journal Natural Hazards*. Vol. 23. Págs. 197-230.
- Jones, T.; Wicks, A. y Freeman, E. (2002) *Stakeholder Theory: The state of the art*, en Bowie, N. [Ed.] *The BlackWell Guide to Business Ethics*. BlackWell Publishers. Oxford.

- Jones, T. y Wicks, A. (1999) "Convergent Stakeholder Theory". *The Academy of Management Review*. Vol. 24. Núm. 2. Págs. 206-221.
- Juárez, R. (2003) *Sostenimiento de tajos largos en minas de carbón mediante estemples hidráulicos individuales*. Tesis (Doctoral) UPM.
- Julien, N. (2008) *Enciclopedia de los mitos*. Swing. Barcelona.
- Jung, M. (2006) "Host country attractiveness for CDM non-sink projects". *Energy Policy*. Vol. 34. Págs. 2173-2184.
- Kaldor, N. (1961) *Capital accumulation and economic growth*, en Lutz, F. y Hague, D. [Eds.] *The Theory of Capital*. Saint Martin Press. New York.
- Kant, I. (2005) [1781] *Crítica de la Razón Pura*. Taurus. Madrid.
- Kantona, G. (1968) *La sociedad del consumo de masas*. RIALP. Madrid.
- Kashiwagi, T. (2004) *Graduate School of Bio-Applications and Systems Engineering*. Tokyo University of Agriculture & Technology (TUAT).
- Kasperson, J.; Kasperson, R.; Turner II, B.; Schiller, A. y Hsieh, W. (2005) *Vulnerability to global environmental change*, en Kasperson, J. X. y Kasperson, R. E. [Eds.] *The Social Contours of Risk. Vol. II: Risk Analysis Corporations and the Globalization of Risk*. Earthscan. Londres.
- Kasperson, R.; Dow, K.; Golding, D. y Kasperson, J. (1990) [Eds.] *Understanding Global Environmental Change: The Contributions of Risk Analysis and Management*. Clark University. Worcester. MA.
- Kavalov, B. (2004) *Biofuels potentials in the EU*. Institute for Prospective Technological Studies-Comisión Europea. Sevilla.
- Keynes, J. (1996) [1936] *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Keynes, J.; Friedman, M.; Hansen, H.; Sweezy, P. y Johnson, H.; Ohil, B.; Lerner, A.; Haberler, G.; Robertson, D.; Williams, J.; Wright, D.; Reder, M. y Lekachaman, R. (1970) *Crítica a la economía clásica*. Ariel. Barcelona.
- Khalidi, R. (2003) *La reafirmación del Imperio: Estados Unidos y la aventura occidental en oriente próximo*. Catarata. Madrid.

King, R. y Rebelo, S. (1990) "Public policy and economic growth: developing neoclassical implications". *Journal of Political Economy*. Vol. 98. Págs. 126-150.

Kitano, H. (2007) *Environmental Education and Biodiversity: Creating a Society in Symbiosis with Nature*. The Institute of Oriental Philosophy.

Kitchen, T.; Whitney, D. y Littlewood, S. (1997) "Local Authority/Academic Collaboration and the Local Agenda 21 Policy Process". *Journal of Environmental Planning and Management*. Págs. 645-659.

Klein, N. (2008) *La Doctrina del Shock. El Auge del Capitalismo del Desastre*. Paidós.

Kliman, M. (1983) *Methanol, natural gas, and the development of alternative transportation fuels*. Department of Economics. McMaster University. Hamilton. Canada.

Klimovsky, E. (1985) *Renta y ganancia en la Economía Política Clásica*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Kohl, A. y Nielsen, R. (1997). *Gas Purification*. Gulf Publishing Company. Houston.

Kolb, G. (2008) *Fuel Processing for fuel cells*. Wiley-VCH. Alemania.

Komonchack, J. (1988) "Subsidiarity in the Church: the state of the question". *The Jurist*. Vol. 48. Págs. 298-349.

Korstanje, M. (2009) "La Desrutinización del Eje Civilizatorio: riesgo, miedo, angustia y fobia a los viajes modernos". *Nómadas Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*. Núm. 23. Págs. 215-249.

Korstanje, M. (2010a) *Economía del Riesgo. Economía, Sociedad y Territorio*. Núm. 32.

Korstanje, M. (2010b) *El miedo político en C. Robin y M. Foucault*. International Society of Philosophers.

Korstanje, M. (2011) [Eds.] "Terrorism, Tourism and Economy". *Economía Autónoma*. Núm.7. Págs. 75-96.

Korstanje, M. (2012) "Bases para comprender la economía del riesgo". *Revista Austral de Ciencias Sociales*. Vol. 22. Págs 5-24.

Korstanje, M. (2013) "Preemption and Terrorism. When the Future Governs". *Cultura*. Núm. 10. Págs. 167-184.

Krautkraemer, J. (1985) "Optimal growth, resource amenities and the preservation of natural environments". *Review of Economics Studies*. Núm. 52. Págs. 153-170.

Kriedel, D. (2002) *El principio de precaución en las ciencias ambientales*, en Riechmann, J., y Tickner, J. [Coords.] *El principio de precaución. En medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*. Icaria. Barcelona.

Krylov, N.; Bokserman, A. y Stavrovsky E. [Eds.] (1998) *The Oil Industry of the Former Soviet Union*. Gordon and Breach Science Publishers.

Kuhn, T. (1982) *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica. México.

Kumar, M. (2011) *Quantum: Einstein, Bohr y el gran debate sobre la naturaleza de la realidad*. Kairós. Barcelona.

Kuznets, S. (1955) "Economic growth and income inequality". *The American Economic Review*. Vol. XLV. Págs. 1-28.

Labandeira, X.; Linares, P. y Würzburg, K. (2012) "Energías renovables y cambio climático". *Cuadernos Económicos de ICE*. Núm. 83. Págs 37-60.

Labandeira, X.; López, X.; Picos, F. y Rodríguez, M. (2007) *A Imposición Ambiental e da Enerxía e o Finanzamento Autónomo*, en Caramés, L. y Cadaval, M. [Eds.] *Aspectos Fiscales de las políticas energéticas y medioambientales*. Asociación Gallega de Estudios de Economía del Sector Público.

Lafferriere, R. (2008) *El Mecanismo de Desarrollo Limpio Del Protocolo de Kioto*. Buenos Aires.

Laiseca, L. (2001) *El nihilismo europeo: el nihilismo de la moral y la tragedia anticristiana en Nietzsche*. Biblos. Buenos Aires.

Lake, A. (1996) *The city in 2050: how sustainable?* World Transport Policy & Practice. Home Office Partnership, Cambridge, U. K. Vol. 2. Núm. 2.

Lal, D. (2000) *The Poverty of "Development Economics"*. The Institute of Economic Affairs. MIT Press.

Landra, M. (2007) *La aplicación del principio de subsidiariedad como un criterio de buen gobierno del obispo diocesano*. Universidad Católica Argentina. Tesis Doctoral.

Lanza-Espino, G. (1999) *Diccionario de Hidrología y Ciencias Afines*. Plaza y Valdés Editores. México D. F.

Lapper, R. (2006) *Living with Hugo: U.S. Policy Toward Hugo Chávez's Venezuela*. Council on Foreign Relations. The Center for Preventing Action. New York.

Lasheras, M. (2001) "Las inversiones de Largo plazo y los mercados eléctricos". *Revista Ekonomiaz*. Núm. 46. Págs. 61-75.

Latapi, P. (1993) "Reflexiones sobre la justicia en la educación". *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. Vol. XXIII. Núm. 2. Págs. 9-41.

Latouche, S. (2008) *La Apuesta por el decrecimiento: ¿Cómo salir del imaginario dominante*. Icaria. Barcelona.

Lauber, V. (2004) *REFIT and RPS: options for a harmonised Community framework*. Energy Policy.

Lauck, T.; Clarck, C.; Mangel, M. y Munro, G. (1998) *Implementing the precautionary principle in fisheries management through marine reserves*. Ecological Applications.

Lavezzi, A. (2003) *Smith, Marshall and Young on division of labour and economic growth*. European Journal of the History of Economic Thought. Vol. 10.

Laws, E. (2000) *Aquatic pollution an introductory text*. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Lázaro, L. (2010) *Cambio climático: frenazo en Copenhague; próxima estación: México 2010 (COP 16)*. Real Instituto Elcano. Área Economía y Comercio Internacional-ARI. Núm. 9.

Leach, M. y Mearns, R. (1996) *The Lie of Land: Challenging received wisdom on the African environment*.

Lecaros, J. (2013) “La ética medio ambiental: principios y valores para una ciudadanía responsable en la sociedad global”. *Acta Bioeth.* Vol. 19. Núm. 2. Págs.177-188

Lee, C. y Chang, C. (2007) “Energy consumption and GDP revisited: A panel analysis of developed and developing countries”. *Energy Economics.* Vol. 29. Págs. 1206-1223.

Leff, E. (2004) *Racionalidad ambiental: La reapropiación social de la naturaleza.* Siglo XXI. México.

Leijonhufvud, A. (1976) *Análisis de Keynes y de la economía keynesiana: un estudio de teoría monetaria.* Vicens Vives. Barcelona.

León, A. (2013) “De Kioto a Bali: ¿cuáles son los avances en la lucha contra el cambio climático?” *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales.* Flasco. Págs. 3-4.

Levine, R. y Renelt, D. (1992) “A sensitive analysis of cross-country growth regressions”. *American Economic Review.* Núm. 82. Págs. 942-963.

Levy, M. (1967) *Social Patterns and Problems of Modernization.* Prentice Hall. New Jersey.

Lewis, T. (1977) “Attitudes Toward Risk and the optimal Extraction of an Exhaustible Resource”. *Journal of Environmental Economics and Management.* Vol. 4. Págs. 11-119.

Lewis, W. (1954) “Economic Development with Unlimited Supplies of Labour”. *The Manchester School.* Vol. 28. Núm. 2. Págs. 139-191.

Likens, G. y Bormann, F. (1995) *Biogeochemistry of a forested ecosystem.* Springer Verlag. New York.

Liker, J. (2004) *The Toyota Way-14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer.* McGraw- Hill.

Liker, J. y Hoseus, M. (2008) *Toyota culture: the heart and soul of the Toyota way.* McGraw- Hill.

Liker, J. y Mieir, D. (2005) *The Toyota Way Fieldbook.* McGraw- Hill.

Lindner, C. (1997) *Agenda 21*, en Dodds, F. [Ed.] *The way forward. Beyond Agenda 21*. Earthscan. U. K.

Linz, M.; Reichmann, J. y Sempere, J. (2007) *Vivir (bien) con menos*. Icaria. Barcelona.

Lipovetsky, G. (2004) *Metamorfosis de la Cultura Liberal: Ética, Medios de Comunicación, Empresa*. Anagrama. Barcelona.

Lipovetsky, G. (2007) *La felicidad paradójica. Ensayo sobre la sociedad de hiperconsumo*. Anagrama. Barcelona.

Lizcano Álvarez, J. (2009) “Hacia una normalización de la información corporativa: el reporte de RSC y los sistemas de verificación”. *Telos. Cuadernos de Comunicación e Innovación*. Núm. 79. Pág. 131-137.

Lobato, A. y Morilla, M. [Coord.] (2007) *Ideas y Recursos para el desarrollo de la educación en Valores*. Colección Divulgativa. Fundación ECOEM. Sevilla.

Lobera, J. (1975) “Insostenibilidad: aproximación al conflicto socioecológico”. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Vol. 4. Núm. 11. Buenos Aires. Págs. 53-80.

Locke, J. (1985) [1660] *Ensayo sobre el Gobierno Civil*. Orbis. Barcelona.

Locke, J. (1994) [1690] *Segundo tratado sobre el gobierno civil*. Alianza editorial. Madrid.

Lodeiro, T. (2008) *Consumir menos, vivir mejor: Ideas prácticas para un consumo más consciente*. Txalaparta. Tafalla.

Lokey, E. (2009) “Barriers to clean development mechanism renewable energy projects in Mexico”. *Renewable Energy*. Vol. 34. Issue 3. Págs. 504-508.

Lomborg, B. (2003) *El ecologista escéptico*. Espasa. Madrid.

López Garrido, J.; Pereira Martínez, J. y Rodríguez Acosta, R. (1980) *Eliminación de los residuos sólidos urbanos*. Editores Técnicos Asociados. S. A. Barcelona.

Lopez Geta, J.; Loredó, J.; Fernández, L. y Pernía, J. [Eds.] (2008) *Investigación y gestión de los recursos del subsuelo: Libro homenaje al*

Profesor Fernando Pendas Fernández. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas. Núm. 27.

López Gordo, J. (2008) *Medio ambiente comunitario y Protocolo de Kioto: la armonización de la imposición energética o un mercado sobre emisiones de gases efecto invernadero.* Wolters Kluwer España. Madrid.

López Llergo, T. (2000) *Valores, valoraciones y virtudes. Metafísica de los valores.* Compañía Editorial Continental. México.

López Llergo, T. (2001) *Educación en valores, educación en virtudes.* Patria Cultural. México.

López Mateos, F. (2006) *El carbón como materia prima químico industrial,* en Vian Ortuño, A. *Introducción a la química.* Reverté.

López Sako, M. (2009) “Apoyo Público a la Energía Eólica en España”. *Revista de Derecho Público.* Núm. 31. Págs. 224-253.

López Sako, M. (2009) “Las energías renovables en la lucha contra el cambio climático”. *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental.* 16. Aranzadi. Pamplona. Págs 239-252.

López, C.; Ortega, M. y Prieto, G. (2011) *Impacto económico de las energías renovables en el sistema productivo español. Estudio Técnico PER 2011-2020.* Deloitte-IDAE. Madrid.

López, J.; Hiriart, G. y Silva, R. (2010) “Cuantificación de energía de una planta mareomotriz”. *Revista Ingeniería, Investigación y Tecnología.* Núm. 11. Págs. 233-245.

López, J.; Mendoza, T. y Salles, P. (2010) *Problemáticas y recomendaciones sobre las tecnologías de aprovechamiento de energías oceánicas.* Programa de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Sustentabilidad Energética. UNAM. México.

López, N.; Montes, J. y Vázquez, J. (2007) *Cómo Gestionar la Innovación en las Pymes.* Netbiblo. La Coruña.

López, P. (2006) *Capitalismo y crisis. La visión de Karl Marx.* Itaca. UNAM. México.

- López, S. y Rodríguez, E. (2009) *Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear en la salud y el medio ambiente*. Luarna. Madrid.
- Lorda, S. (2004) *Conflictos éticos del control demográfico de la población*. Cuadernos de Bioética. Buenos Aires.
- Losada, J. (1988) "Subsidiarity from an ecclesiologist's point of view". *The Jurist*. Vol. 48. Págs. 350-354.
- Loury, G. (1978) "The Optimal Exploitation of an Unknown Reserve". *Review of Economic Studies*. Vol. 45. Págs.621-636.
- Lozada, I. (2010) "El mar como fuente de energía". *Revista I. T.* Núm. 90. Instituto de Investigaciones Marinas. Págs. 34-39.
- Lozano, B. (2009) *Derecho ambiental administrativo*. Dykinson. Madrid.
- Lozano, J. (1999) "Economía Institucional y Ciencia Económica". *Revista de Economía Institucional*. Núm 1. Págs 99-128.
- Lucas, R. (1988) "On the mechanics of economic development". *Journal of Monetary Economics*. Vol. 22. Págs. 3-42.
- Lucena, A. (2000) *Energías Alternativas*. Acento. Madrid.
- Luhmann, N. (1992) *Sociología del riesgo*. Universidad Iberoamericana/ Universidad de Guadalajara. México.
- Luján, L. y Echeverría, J. [Eds.] (2004) *Gobernar los Riesgos: Ciencia y Valores en la Sociedad de Riesgos*. Editorial Biblioteca Nueva. Madrid.
- Luna, L. (2008) *Instalaciones eléctricas de baja tensión en el sector agrario y agroalimentario*. Mundi-Prensa. Madrid.
- Lymberopoulo, N. (2005) *Hydrogen production from renewables*. Centre For Renewable Energy Sources (C.R.E.S.). European Commission DG-TREN / EESD.
- Lynn, P. (2013) *Electricity from Wave and Tide: An Introduction to Marine Energy*. John Wiley & Sons.
- Llano, A. (2003) *La vida lograda*. Ariel. Barcelona.

Llano, A. y Llano, C. (1999) “Paradojas de la ética empresarial”. *Revista Empresa y Humanismo*. Vol. 1. Págs. 69-89.

Llodrà Grimalt, F. (2008) *Lecciones de Derecho Ambiental Civil*. Universitat de les Illes Balears. Palma.

Macey, A. (2008) “The Bali road map”. *OECD Observer*. Vol. 265. Págs. 9 y 10.

MacIntyre, A. (1987) *Tras la virtud*. Crítica. Madrid.

MacIntyre, A. (1994) *Justicia y racionalidad: conceptos y contextos*. Ediciones Internacionales Universitarias. Madrid.

Macvane, S. (1893) “The Austrian Theory of Value”. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*. Vol. 4. Págs. 12-41.

Madoz, P. (1847) *Diccionario Geográfico-estadístico e histórico de España y sus posiciones de Ultramar*. Madrid.

Magadán, M. y Rivas, J. (1998) *Economía ambiental. Teoría y Práctica*. Dykinson.

Maldonado, P. y Palma, R. [Eds.] (2004) *Seguridad y Calidad del Abastecimiento Eléctrico a más de 10 Años de la reforma eléctrica en América Latina*. CEPAL. Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Naciones Unidas. Santiago de Chile.

Malinaldi, R. (2006) *Ética: dilemas y convergencias: Cuestiones éticas de la identidad, la globalización y la tecnología*. Biblos. Buenos Aires.

Malthus, R. (1951) [1798] *Ensayo sobre el principio de la población*. Fondo de Cultura Económica. México.

Mankiw, G. (2007) *Principios de economía*. Paraninfo. Madrid.

Mankiw, N.; Romer, D. y Weil, N. (1992) “A contribute to the empirics of economic growth”. *Quarterly Journal of Economics*. Núm. 107. Págs. 407-437.

Manning, P. K. (1989) *Semiotics and Social Theory. Action and Structure: Research Methods and Social Theory*. London.

Manso, P. (1998) *Energía, Cambio Climático y Actividades de implementación conjunta*. Oficina Costarricense de Implementación Conjunta.

Manuel, D. y Marí, N. (2000) *La agenda 21 local en Cataluña*, en Font, N. y Subirats, J. [Eds.] *Local y sostenible: la Agenda 21 Local en España*.

Marcos, A. (2007) *Principio de precaución: un enfoque (neo) aristotélico*. Universidad de Valladolid.

Margolis, J. y Walsh, J. (2003) “Misery loves companies: Rethinking Social Initiatives by Business”. *Administrative Science Quarterly*. Núm. 48. Págs. 268 -305.

Maritain, J. (1947) *La persona y el bien común*. Desclée de Brouwer.

Maritain, J. (1983) *El Hombre y el Estado*. Fundación Humanismo y Democracia. Encuentro. Madrid.

Mármora, L. (1992) “La ecología en las relaciones Norte Sur: el debate sobre el desarrollo sustentable”. *Revista en Comercio Exterior*. Vol. 42. Núm. 3. México. Págs. 206-219.

Marshall, A. (1957) [1890] *Principios de economía*. Aguilar. Madrid.

Martín Vide, J. (2006) *Ingeniería de Ríos*. UPC. Barcelona.

Martín, N. y Fernández, I. (2007) *La Envolvente fotovoltaica en la arquitectura: Criterios de diseño y aplicaciones*. Reverté. Barcelona.

Martinell, F. (1989) *Principio de Subsidiariedad*, en Gran Enciclopedia RIALP. Madrid.

Martínez de Anguita, P. (2004) “Economía ambiental y ordenación del territorio”. *Ecosistemas Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*. Vol. 13. Madrid. Págs. 87-93.

Martínez Echevarría, M. (1983) *Evolución del pensamiento económico*. Editorial Espasa. Madrid.

Martínez Echevarría, M. (2010) “Don y desarrollo bases de la economía”. *Scripta Theologica*. Vol. 42. Págs. 121-138

Martínez, A.; Valero, A.; Aranda, A.; Zabalza, I. y Scarpelini, S. (2006) *Disminución de costes energéticos en la empresa. Tecnologías y estrategias*

para el ahorro y la eficiencia energética. CIRCE. Fundación CONFEMETAL. Madrid.

Martínez, C. y de la Cuesta, M. (2003) “Responsabilidad social de la empresa. Concepto, medición y desarrollo en España”. *Boletín Económico ICE*. Págs. 7-20.

Martínez, E. (1999) *Solidaridad liberal: La propuesta de John Rawls*. Comares. Granada.

Martínez, J. (2008) “Decrecimiento sostenible: Paris, Abril de 2008”. *Revista Ecología Política*. Núm. 35. Págs. 51-58.

Martínez, J. (1994) *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Icaria. Barcelona.

Martínez, J. (2004) *El sujeto de la solidaridad: Una contribución desde la ética social cristiana*, en Villar, A. y García-Baro M. [Eds.] *Pensar la Solidaridad*. Universidad Pontificia de Comillas. Madrid.

Martínez, J. (2006) *El personalismo solidario de Juan Pablo II: convertir la interdependencia en solidaridad*. UNISCI. Discussion Papers.

Martínez, J. (2008) *Instrumentos económicos para la protección del medio ambiente*. Dykinson. Madrid.

Martínez, J. (2013) *Justicia y salud: la perspectiva de Rawls*. Anais dos III Congresso Iberoamericano de Direito Sanitário.

Martins, C. (1998) *Theotónio Dos Santos-Introducción a la vida y obra de un intelectual planetario. Los retos de la globalización. Ensayos en homenaje a Theotónio Dos Santos*. UNESCO.

Marx, K. (1975) [1850] *Las luchas de clases en Francia*. Ayuso. Madrid.

Marx, K. (2010) [1867] *El capital. Crítica de la economía política. Libro primero: el proceso de producción del capital*. Siglo XXI. Madrid. Vol. 1.

Marx, K., y Engels, F. (2007) [1848] *Manifiesto Comunista*. Maxtor. Valladolid.

Marzal, M. (1998) *Historia de la antropología cultural*. Fundación Histórica Tavera. Madrid.

- Mas i Manjón, J. (2009) *Hipótesis del Estado Mecánico-cuántico (partículas virtuales) de la Inteligencia*. Fundació Dr. J. Mas. Barcelona.
- Maskrey, A. [Comp.] (1993) *Los desastres no son naturales*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Mate, R. (2007) *Apuntes sobre Rousseau y la justicia*. Centro de Ciencias Humanas y Sociales. CSIC.
- Mauss, M. (2009) *Ensayo sobre el don. Forma y función del intercambio en las sociedades arcaicas*. Katz Editores. Madrid.
- Mayer, M. y Mogensen, F. [Eds.] (2009) *Educación para el desarrollo sostenible. Tendencias, divergencias y criterios de calidad*. Grao. Barcelona.
- Mayo, E. (1945) *The social problems of an industrial civilization. Graduate School of Business Administration*. Harvard University.
- Mayos, G. (1991) *Estudio preliminar, traducción y notas de Anne-Robert-Jacques Turgot. Discurso sobre el progreso humano*. Tecnos.
- McCully, P. [Ed.] (2008) *La gran estafa de las compensaciones de carbono. Por qué no funcionan las compensaciones de carbono*. Internacional Rivers.
- McGuire, J. W. (1963). *Business and society*. McGraw-Hill. New York.
- McKay, A. (1984) *The Making of the Atomic Age*. Oxford University Press. Oxford.
- McNeely J. A., Miller K. R., Reid W. V., Mittermeier R. A., y Werner T. B. (1990) *Conserving the world's biological diversity*. IUCN. Gland. Suiza.
- McQueen, S. [Ed.] (2008) *Analysis of the Transition to Hydrogen Fuel Cell Vehicles and the Potential Hydrogen Energy Infrastructure Requirement*. Oak Ridge National Laboratory. Oak Ridge.
- Meadowcroft, J. (2000) "Sustainable Development: A new(ish) idea for a new century?" *Political Studies*. Vol. 48. Núm. 2. Págs. 370-387.
- Meadows, D. H.; Meadows, D. L.; Randers, J. y Behrens, W. (1972) *Los límites del crecimiento. Informe al Club de Roma sobre el Predicamento de la Humanidad*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Meadows, D. H.; Meadows, D. L. y Randers, J. (1992) *Más allá de los límites del crecimiento*. El País-Aguilar, Madrid-Buenos Aires-México.

- Meier, G. y Seers, D. (1986) *Pioneros del desarrollo*. Tecnos. Madrid
- Meinel, A. y Meinel, M. (1982) *Aplicaciones de la Energía Solar*. Reverté. Barcelona.
- Melé, D. (2004) *Cómo aplicar el principio de subsidiariedad en la organización empresarial*. IESE Insight. Madrid.
- Melé, D. (2010) “Ética Empresarial: Siete Principios Para Recordar”. *Revista de Antiguos Alumnos IESE*. Núm. 118. Págs. 32-34.
- Melé, D. (2012) *Cristianos en la sociedad: Introducción a la Doctrina Social de la Iglesia*. RIALP. Madrid.
- Menanteau, P., Finon, D., y Lamy, L. (2003) “Prices versus quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy”. *Energy Policy*. Núm. 31. Elsevier. Págs. 799-812.
- Méndez, E. (2001) *Energías Renovables, Sustentabilidad y Creación de Empleo: Una Economía impulsada por el sol*. Catarata. Madrid.
- Méndez, E.; Pérez Zabaleta, A. y Martínez Merino, J. (2011) “Estado del Bienestar, ecología y desarrollo sostenible: 40 años de Economía ambiental”. *Comunitaria Revista Internacional de Trabajo Social y Ciencias Sociales*. UNED. Págs. 99-124.
- Méndez, E. y Feijóo, L. (2005) *Energía y conflictos internacionales. Política, tecnología y cooperación*. Netbiblo. La Coruña.
- Méndez, F. (2004) *Marginalistas y Neoclásicos. Historia del pensamiento económico*. Síntesis. Madrid.
- Méndez, J. y Cuervo, R. (2007) *Energía solar fotovoltaica*. Eca. Instituto de Tecnología y Formación. Madrid.
- Méndez, J. y Cuervo, R. (2008) *Energía solar térmica*. Eca. Instituto de Tecnología y Formación. Fundación Cofemetal. Madrid.
- Méndez, J. y Perugache, C. (2012) “Causalidad y sensibilidad entre precios de los derechos de emisión europeos y los certificados de reducción de emisiones de mecanismos de desarrollo limpio en el mercado europeo de transacción de emisiones”. *Revista Estudios Gerenciales*. Núm. 124. Págs. 141-167.

- Mendoza, J. (2013) *Las Capacidades Subsidiarias del Gobierno Estatal y de los Ayuntamientos del Estado de Hidalgo en el Contexto Federal: Finanzas Publicas, Políticas Públicas, Organización Social*. INAP. México.
- Menéndez, E. (1997) *Las Energías Renovables: Un Enfoque Político-Ecológico*. Catarata. Madrid.
- Menéndez, E. (2001) *Energías Renovables, Sustentabilidad y Creación de Empleo: Una Economía Impulsada por el Sol*. Catarata. Madrid.
- Menéndez, E. y Feijóo, L. (2005) *Energía y Conflictos Internacionales. Política, Tecnología y Cooperación*. Netbiblo. La Coruña.
- Menger, C. [1934 (1997)] *Principios de economía política*. Unión Editorial. Madrid.
- Merino García, P. (2006) “La OPEP en el siglo XXI. Capacidad de respuesta ante los cambios registrados en el mercado en los últimos años”. *Vanguardia Dossier*. Núm. 18. Págs. 84-89.
- Messner, J. (1976) *La cuestión social*. RIALP. Madrid.
- Mette, K. A. (2004) *Governance*. U. K., U. S. A., Polity Press.
- Metz, B.; Davidson, O.; Coninck, H.; Loos, M. y Meyer, L. (2005) *La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono. Resumen para responsables de políticas*. Informe del Grupo de Trabajo III del IPCC.
- Michaelowa, A. (1998) “Joint Implementation—the baseline issue: Economic and political aspects”. *Global Environmental Change*. Vol. 8. Núm. 1. Págs. 81-92.
- Micheline, M. y Monteforte, M. [Eds.] (2008) *Del Saqueo a la Conservación: Historia Ambiental Contemporánea de Baja California Sur 1940-2003*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. D. F.
- Middleton, P. (2003) *Renewable Hydrogen Forum*. American Solar Energy Society. Washington.
- Miguélez, F. (2009) *La energía que viene del mar*. Instituto Universitario de Estudios Marítimos. Netbiblo. La Coruña.
- Mill, J. [1848(1985)] *Principios de Economía Política*. Fondo de Cultura Económica. México.

- Miller, C. (2004) *A Brief History of Wave and Tidal Energy Experiments in San Francisco and Santa Cruz*. Western Neighbors Project. San Francisco.
- Miller, D. (1999) *Principles of Social Justice*. Harvard University Press.
- Miller, T. (2002) *Ciencia ambiental: Preservemos la tierra*. Thomson International.
- Miller, T. (2007) *Ciencia ambiental: Desarrollo sostenible, un enfoque integral*. Thomson. México D. F.
- Mir, P. (2012) *La regulación fotovoltaica y solar termoeléctrica en España*. Cuadernos Económicos de ICE. Núm. 83.
- Miras, P. (2007) “Los mercados de productos petrolíferos. Una panorámica”. *Revista Economía Industrial*. Núm. 365. Págs. 69-78.
- Mitchell, R.; Agle, B. y Wood, D. (1997) “Toward a Theory of Stakeholder Identification and Saliency: Defining the Principle of Who and What Really Counts”. *Academy of Management Review*. Vol. 22. Núm. 4. Págs. 853-886.
- Mitchell, T. (2007) *Carbon Democracy*. Revista Economy and Society. Institute for Coyuntural Research.
- Mokhatab, S.; Poe, W. y Speight, J. (2006) *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing*. Elsevier. Book Aid internacional. U. S. A.
- Molina, M. (1980) *La producción de energía eléctrica en Aragón*. Institución Fernando El Católico. Zaragoza.
- Molina, M. y Chicharro, E. (1989) *Fuentes de energía y materias primas*. Geografía de España. Núm. 9.
- Molina, R.; Cabanas, M. y Laatzen, F. (1996) “Corrientes e hidrografía en la región canaria”. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*. Vol. 12. Núm. 1. Págs. 43-51.
- Momirlan, M. y Veziroglu, T. (2005) “The properties of hydrogen as fuel tomorrow in sustainable energy system for a cleaner planet”. *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 30. Núm. 7. Págs. 795-802.
- Monares, A. (2001) “La filosofía moral de Adam Smith: sentimientos morales naturales-providenciales e irracionalidad moral del ser humano”.

Revista de Filosofía. Vol. LVII. Págs. 143-165.

Monares, A. y Schmal, R. (2004) “Evolución de la economía en occidente: de la ética del trabajo al afán de lucro”. *Revista Persona y Sociedad*. Vol. 18. Núm. 2. Págs. 285-298.

Moneva, J. (2005) “Información sobre responsabilidad social corporativa: Situación y tendencias”. *Revista Asturiana de Economía RAE*. Núm. 34. Págs. 43-67.

Moneva, J. y Ortas, E. (2009) “Desarrollo sostenible e información corporativa. Evolución y situación actual”. *Economía Industrial*. Vol. 371. Págs. 139-154.

Monsalve, S. (2010) *A cien años de la muerte de León Walras I: Sobre su obra original*. Cuadernos de Economía. Vol. 29. Núm. 53.

Montague, P. (1998) *The precautionary principle*. Rachel's Environment and Health Weekly. San Diego.

Montenegro, A. (2008) *El debate sobre la economía del desarrollo*. Cuadernos de Desarrollo Humano. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Montero, J. y Calvo, J. (2013) “Energía mareomotriz: perspectiva histórica y estado actual”. *Técnica Industrial*. Núm. 301. Págs. 54-60.

Montes, E. (2012) “El déficit tarifario”. *Economistas*. Vol. 30. Núm. 131. Págs. 235-239.

Mora Ruiz, M. (2007) *La gestión ambiental compartida: Función pública y mercado*. Lex Nova. Valladolid.

Moragues, J. (1980) *Conversión fototérmica de energía solar en electricidad*. Comisión Nacional de Energía Atómica.

Moreno, C. y Chaparro, E. [Coord.] (2008) *Conceptos Básicos para Entender la Legislación Ambiental Aplicable a la minería*. Naciones Unidas. CEPAL Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile.

Moro, M. (2010) *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Paraninfo. Madrid.

Morris, J. (2000) *Defining the precautionary principle*, en Morris, J. [Ed.] *Rethinking Risk and the Precautionary Principle*. Butterworth-Heinemann publications. Londres.

- Morris, J. [Ed.] (1997) *Local Agenda 21 Basic Guide*. Bruselas. CEMR.
- Morrison, K. (2006) *Marx, Durkheim, Weber. Formations of Modern Social Thought*. Sage Publications. California.
- Morris-Thomas, M. T.; Irving, R. J. y Thiagarajan, K. (2007) “An Investigation Into the Hydrodynamic Efficiency of an Oscillating Water Column”. *Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering*. Núm. 129. Págs. 273-278.
- Morrós, J. y Vidal, I. (2005) *Responsabilidad Social Corporativa*. FC. Madrid.
- Moselle, B.; Padilla, J. y Schmalensee, R. [Eds.] (2010) *Electricidad Verde. Energías renovables y sistema eléctrico*. Marcial Pons. Madrid.
- Mosquera, M. y Merino, L. (2006) *Empresa y energías renovables. Lo que su empresa necesita saber sobre energías renovables, eficiencia energética y Kioto*. Fundación Cofemetal. Madrid.
- Mujal Rosas, R. (2003) *Tecnología eléctrica*. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona.
- Muller, B. (2008) *Bali 2007: on the road again!* Oxford Energy Forum.
- Muñoz, M. y Rovira, A. (2014) *Maquinas térmicas*. UNED. Madrid.
- Murga, M. (2009) “La Carta de la Tierra: un referente de la década por la educación para el desarrollo sostenible”. *Revista de Educación*. Núm. Extra 1. Págs. 239-262.
- Murrieta, F.; Rebolledo, M.; Romero, A. y Trejo, A. (1998) *Solubility of CO₂ in aqueous mixtures of diethanolamine with methyldiethanolamine and 2-amino-2-methyl-1-propanol*. Fluid Phase Equilibria.
- Nadal, A. [Ed.] (2007) *Desarrollo sustentable y cambio global. Obras escogidas de Víctor Urquidi*. Colegio de México.
- Nagel, T. (2008) “El problema de la justicia global”. *Revista Jurídica de la Universidad de Palermo*. Págs. 169-196.

- Najam, A. y Cleveland, C. J. (2003) "Energy and sustainable development at global environmental summits: an evolving agenda". *Environment, Development and Sustainability*. Vol. 5. Págs. 117-138.
- Narain, S. (2008) *Bali: the mother of all no-deals*. CSE's Fortnightly New Bulletin.
- Naredo, J. (1996) "Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible". *Cuadernos de Investigación Urbanística*. Núm. 41. Págs. 7-18.
- Naredo, J. (1996) *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*. Siglo XXI. Madrid.
- Naredo, J. (2001) *Economía y sostenibilidad: la economía ecológica en perspectiva*. Polis. Revista Académica Universidad Bolivariana.
- Naredo, J. (2011) "Reflexiones sobre la bandera del decrecimiento". *Viento Sur*. Núm. 118. Págs. 23-35.
- Natenzon, C. (1995) *La capacidad diferencial de las personas para hacer frente a la ocurrencia del evento catastrófico*. FLACSO / Serie Documentos e Informes de Investigación Núm. 197.
- Naussbaum, M. y Sen, A. (1996) [Comp.] *La calidad de vida*. FCE. México.
- Navarro, F. (2012) *Responsabilidad Social Corporativa: Teoría y práctica*. ESIC. Madrid.
- Navarro, R. (1996) *La declaración de Nangbeto el asesinato de Ken Saro Wiwa*. Revista Ecología Política. Núm. 11. Icaria. Barcelona.
- Neeff, T. y Henders, S. (2007) *Guía Sobre Los Mercados y la Comercialización de Proyectos Mdl Forestales*. Centro Agronómico Forestal de Capacitación y Enseñanza. Costa Rica.
- Nelson, P. (2004) *Física biológica: Energía, información, vida*. Reverté. Barcelona.
- Newell, P. y Mackenzie, R. (2000) "The 2000 Cartagena Protocol on Biosafety: Legal and Political Dimensions". *Global Environmental Change*. Vol. 10. Págs. 313-317.
- Newman, A. (2012) *Alabama Adopts First Official State Ban on UN Agenda 21*. The New American.

- Nicholson, W. (2004) *Teoría microeconómica: Principios básicos y ampliaciones*. Thomson. Madrid.
- Nieto, J. y Santamarta, J. (2004) *El impacto económico del Protocolo de Kioto*. Revista Energética.
- Nieto, M. (2000) *Interpretación y desarrollo del principio de subsidiariedad*, en Banús, E. [Ed.] *Subsidiariedad: historia y aplicación*. Newbook, Pamplona.
- Nieto, M. y Fernández, R. (2004) “Responsabilidad social corporativa: la última innovación en management”. *Universia Business Review*. Núm. 1. Madrid. Págs. 28-39.
- Noble, D. (1999) *La religión de la tecnología. La divinidad del hombre y el espíritu de invención*. Paidós. Barcelona.
- Noddack, I. (1934) “Sobre el elemento 93”. *Zeitschrift fur Angewandte Chemie*. Vol. 47. Págs. 653-655.
- Nombela, G. [Coord.] (2010) *Ideas para una nueva economía: Hacia una España más sostenible en 2025*. Fundación IDEAS. Madrid.
- North, D. (1993) *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Norton, B. (1992) “Sustainability, Human Welfare and Ecosystem Health”. *Ecological Economics*. Vol. 14. Núm. 2. Págs. 113-127.
- Novak, M. (1993) *Juan Pablo II: Una nueva ética de la empresa*. Centro de Estudios Públicos. Núm. 50.
- Novo, M. (1995) *La educación ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas*. Universitas. Madrid.
- Nozick, R. (1988) *Anarchy, State and Utopia*. Basic Books. New York.
- Núñez, G. (2003) *La Responsabilidad Social Corporativa en un Marco de Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas. CEPAL.
- Núñez, I.; González, E. y Barahona, A. (2003) “La biodiversidad: Historia y contexto de un concepto”. *Revista Interciencia*. Vol. 28. Págs. 387-393.

- Núñez, S. (2000) *Subsidiariedad y nuevo orden*, en Banús, E. [Ed.] *Subsidiariedad: historia y aplicación*. Newbook, Pamplona.
- Nussbaum, M. (2002) *Las mujeres y el desarrollo humano: el enfoque de las capacidades*. Herder. Barcelona.
- Nussbaum, M. (2007) *Las fronteras de la Justicia*. Paidós. Madrid.
- Nussbaumer, P. (2009) “On the contribution of labelled Certified Emission Reductions to sustainable development: A multi-criteria evaluation of CDM projects”. *Energy Policy*. Vol. 37. Págs. 91-101.
- O’Connor, H. (1973) *La crisis mundial del petróleo*. Platina. Buenos Aires.
- O’Neill, J. (1993) *Ecology. Policy and Politics. Human Well-Being and the Natural World*. Routledge. Londres.
- O’Riordan, T. y Voisey, H. (1997) “The political economy of sustainable development”. *Environmental Politics*. Vol. 6. Págs. 1-23.
- Obregón, S. (2008) *Planeación para el desarrollo humano y bases metodológicas para su instrumentación*. Centro de Estudios Andaluces.
- O'Brien, D. (1989) *Los economistas clásicos*. Alianza. Madrid.
- Ocampo, J. (2002) *La Cumbre de Monterrey*. Columna de Opinión del Secretario Ejecutivo de la CEPAL.
- Olider, O. (2008) *Conservación de recursos naturales*. Pax. México.
- Olmstead, S. y Stavins, R. (2010) *Three key elements of post-2012 international climate policy architecture*. The Harvard Project on International Climate Agreements. Discussion Paper.
- Olsen, K. (2007) “The clean development mechanism’s contribution to sustainable development: a review of the literature”. *Climatic Change*. Vol. 84. Págs. 59-73.
- Olsen, K. y Fenhann, J. (2008) “Sustainable development benefits of clean development mechanism projects A new methodology for sustainability assessment based on text analysis of the project design documents submitted for validation”. *Energy Policy*. Vol. 36. Núm. 8. Págs. 2819-2830.
- Olsen, K. y Fenhann, J. [Eds.] (2008) *A reformed CDM. Perspectives 2008*. UNEP.

- Olson, M. (1965) *The Logic of Collective Action*. Harvard University Press. Cambridge.
- Ónega, M. (2003) “La AIE y el mantenimiento de las reservas estratégicas de petróleo”. *Revista Economía Exterior*. Núm. 26. Págs. 185-194.
- Oren, M.; Vega, M. y García, F. (2003) *Grandes Batallas. La guerra de los seis días*. Ariel. Madrid.
- Orfila, M. (2007) “El modelo de equilibrio general de León Walras”. *Revista Contribuciones a la Economía Online*.
- Ortiz, E. (2012) *El consumo sostenible como perspectiva innovadora*. EUMED. ProQuest Ebrary.
- Ortuño Arzate, S. (2010) *El mundo del petróleo: origen, usos y escenarios*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Otero, M. [1999 (2004)] *Valores constitucionales. Introducción a la filosofía del derecho: axiología jurídica*. Universidad Santiago de Compostela.
- Padilla, E. y Pasqual i Rocabert, J. (2002) *Equidad intergeneracional y sostenibilidad*. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona.
- Paladino, M. (2004) *La responsabilidad de la empresa en la sociedad. Construyendo la sociedad desde la tarea directiva*. Ariel. Buenos Aires.
- Palau, A. (2004) *Evaluación científica de riesgos y seguridad alimentaria en la Unión Europea*, en Luján, J., y Echeverría, J. [Eds.] *Gobernar los Riesgos: Ciencia y Valores en la Sociedad de Riesgos*. Biblioteca Nueva. Madrid.
- Palazuelos, E. (2008) *El petróleo y el gas en la geoestrategia mundial*. Akal. Madrid.
- Palazuelos, E. (2009) *La situación petrolera actual: jugadores, espacios y mecanismos de intercambio*. Real Instituto Elcano. Madrid.
- Palma, G. (1978) “Dependency: a formal theory of underdevelopment or a methodology for the analysis of concrete situations of underdevelopment?” *World Development*. Vol. 6. Núm. 7-8. Págs. 881-924.

- Palma, G. (1987) *Dependencia y desarrollo: una visión crítica*, en Seers, D. [Comp.] *La Teoría de la dependencia: una reevaluación crítica*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Panadero, M. y Cebrián, F. [Eds.] (1999) *América Latina: lógicas locales, lógicas globales*. Universidad de Castilla la Mancha. Cuenca.
- Paniagua, F. (2000) “Políticas instrumentales para la protección del medio ambiente”. *Revista UNED*. Vol. 2. Madrid. Págs.133-144.
- Papyrakis, E. y Gerlagh, R. (2004) “Resource-Abundance and Economic Growth in the U.S.”. *Nota di Lavoro*. Núm. 62. Págs. 1011-1039.
- Pardo, M. (2002) *La evaluación del impacto ambiental y social para el siglo XXI: teorías, procesos, metodologías*. Fundamentos. Madrid.
- Pareto, V. (1945) [1906] *Manual de economía política*. Atalaya. Buenos Aires.
- Pareto, V. (1987) *Escritos Sociológicos*. Alianza. Madrid.
- Parkin, M. (2006) *Economía*. Pearson. México.
- Parra, E. (2003) *Petróleo y Gas Natural: Industria, Mercados y Precios*. Akal. Madrid.
- Partier, A. [Ed.] (2001) *Contaminación del aire por la industria*. Reverté. Barcelona.
- Patterson W. (1999) *Transforming Electricity: the coming generation of change*. Earthscan Publications Ltd. Londres.
- Pearce, D. (1995) *Joint Implementation: A General Overview*. CSERGE Working Paper GEC.
- Pearce, D. y Turner, K. (1995) *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Colegio de Economistas de Madrid. Celeste Ediciones. Madrid.
- Pellizzoni, L. (2001) “The myth of the best argument: power, deliberation and reason”. *British Journal of Sociology*. Vol. 52. Págs. 59-86.
- Peña, R. (2008) *El potencial de las energías renovables en España*, en Ramos Castellanos, P. [Ed.] *Energías y cambio climático. XII Jornadas Ambientales*. Ediciones Universidad de Salamanca. Salamanca.

Peraza, L. (2000) *La subsidiariedad: antecedentes e historia*, en Banús, E. [Ed.] *Subsidiariedad: Historia y aplicación*. Newbook, Pamplona.

Perdices de Blas, L. [Coord.] (2008) *Diccionario de Historia del Pensamiento Económico: Economistas, escuelas y corrientes del pensamiento económico*.

Perdices, L. [Coord.] (2006) *Escuelas de pensamiento económico*. Editorial del Economista. Madrid.

Pérez Arriaga, J. (2006) [Dir.] *Influencia de las políticas medioambientales en los mercados eléctricos europeos*. Fundación BBVA. Bilbao.

Pérez Bustamante, L. (2007) *Los derechos de la sustentabilidad: desarrollo, consumo y ambiente*. Colihue. Buenos Aires.

Pérez Moya, J. (1997) *Estrategia, gestión y habilidades directivas: Un manual para el nuevo directivo*. Díaz de Santos. Madrid.

Pérez, A. (2007) *Dimensiones de la igualdad*. Dykinson. Madrid.

Pérez, C. (1986) “Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto”. *Revista Estudios Internacionales*. Núm. 76. Págs. 420-459.

Pérez, I. (2007) “Itinerario de la solidaridad desde el Pandectas de Justiniano hasta su incorporación en las diferentes disciplinas”. *Revista Electrónica de Estudios Filológicos*. Núm. 14.

Pérez, J. (1997) “El Derecho Internacional y el estatuto de los recursos genéticos”. *Anuario de Derecho Internacional*. Vol. XIII. Págs. 371-406.

Pérez, J. (2007) “La tutela civil inhibitoria como técnica procesal civil de aplicación de los principios de prevención y precaución”. *Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*. Vol. 28. Núm. 1. Págs. 207-234.

Perezagua, E. [Dir.] (2004) *A Vision for PV Technology for 2030 and Beyond*. Photovoltaic Technology Research Advisory Council. European Commission. Bruselas.

Perroux, F. [1958 (1960)] *La coexistencia pacífica*. FCE. México.

Perroux, F. [1961 (1964)] *La economía del siglo xx*. Ariel. Barcelona.

Perroux, F. (1984) *El desarrollo y la nueva concepción de la dinámica económica*. Serbal. Barcelona.

Perry, R. y Green, D. (2003) *Manual del Ingeniero Químico*. McGraw-Hill. Barcelona.

Pestaña, P. (2004) “Aproximación conceptual al mundo de los valores”. *REICE-Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*. Vol. 2. Núm. 2.

Peters, R. y Brunt, C. (2004) *Small-Scale CDM Project Development: Key Issues and Solutions*. Pembina Institute for Appropriate Development.

Phillips, R. (2003) “Stakeholder Legitimacy”. *Business Ethics Quarterly*. Vol. 13. Págs. 25-41.

Phillips, R. (2011) *Stakeholder Theory. Impact and Prospects*. William Pratt House. Massachusetts.

Pieper, J. (2010) *Las virtudes fundamentales*. RIALP. Madrid.

Pigou, A. (1973) *La economía del bienestar*. Fondo de Cultura Económica. México.

Pinazo, J. (1995) *Manual de climatización: Cargas térmicas*. Universidad Politécnica de Valencia. Ediciones Reproval.

Pinckaers, S. (1971) *La virtud es todo menos una costumbre. La renovación de la moral*. Verbo Divino. Estella.

Pinedo, J. (2005) *El Petróleo en Oro y Negro*. Libros en Red.

Pinillos, A. (2005) “La responsabilidad social corporativa: un concepto por definir”. *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*. Vol. 53. Págs. 125-135.

Piñar Mañas, J. [Dir.] (2002) *Desarrollo sostenible y protección del medio ambiente*. Civitas. Madrid.

Pitman, T.; Donaldson, T. y Preston, L. (1995) “The Stakeholder Theory of the Corporation: concepts, evidence, and implications”. *Academy of Management Review*. Vol. 20. Págs. 65-91.

Planck, M. (1914). *The Theory of Heat Radiation*. Dover Publications. New York.

- Platón (2008) *La República*. Akal. Madrid.
- Pobodnic, B. (2006) *Global Energy Shifts: Fostering Sustainability in a Turbulent Age*. Temple University Press. Philadelphia.
- Poggi, H.; Martínez, A.; Pineda, J. y Caffarel, S. [Eds.] (2009) *Libro ciencia y tecnología* ITESE. México.
- Pontevedra, X. y Martínez, A. (2004) “Turberas de Galicia: procesos formativos, distribución y valor medioambiental. El caso particular de las Serras Septentrionais”. *Revista Chioglossa*. Vol. 2. Págs. 103-121.
- Porta, J.; López-Acevedo, M. y Poch, R. (2013) *Edafología: uso y protección de suelos*. Mundi-Prensa. Madrid.
- Posada, O. (1995) “Las fronteras del Estado y de la sociedad civil”. *Dikaion Revista de Actualidad Jurídica*. Vol. 4. Núm. 6. Págs 55-74.
- Post, J.; Preston, L. y Sachs, S. (2002) “Managing the Extended Enterprise: The New Stakeholder View”. *California Management Review*. Vol. 45. Págs. 5-29.
- Pousa, X. (2007) *La gestión medioambiental: un objetivo común: Cómo reducir el impacto medioambiental de las relaciones productivas*. Ideas propias Editorial. Vigo.
- Prebisch, R. (1950) *Crecimiento, desequilibrio y disparidades: interpretación del proceso de desarrollo económico*. Naciones Unidas. CEPAL. New York.
- Prebisch, R. (1950) *El desarrollo económico de América Latina y sus principales problemas*. Naciones Unidas. CEPAL. New York.
- Pretty, J. y Koohafka, P. (2002) *Tierra y agricultura: de la UNCED, Río de Janeiro 1992 a la CMDS Johannesburgo 2002*. FAO y Universidad de Essex.
- Priwer, S. y Phillips, C. (2005) *Todo Sobre Einstein*. Robinbook. Barcelona.
- Proudhon, J. (2011) *Escritos federalistas*. Akal. Madrid.
- Provencio, E. (2002) “La cumbre de Johannesburgo o el desarrollo de la defensiva”. *Revista Economía Informa*. UNAM. México. Págs 39-43.

- Puchol, L. (2005) *Dirección y gestión de recursos humanos*. Díaz Santos. Madrid.
- Puig, J. y Corominas, J. (1990) *La Ruta de la Energía*. Anthropos. Barcelona.
- Puigcerver, M. y Carrascal, M. (2008) *El Medio atmosférico: Meteorología y contaminación*. Universitat de Barcelona.
- Pujol, R.; Abellán, A.; Castro, T.; Seiz, M.; Martín, T.; Pérez, J. y Sala, A. (2013) *El factor de equidad intergeneracional*. CSIC. Madrid.
- Pulido, A. (2003) “Desarrollo sostenible: un reto central para el pensamiento económico”. *Estudios de Economía Aplicada*. Vol. 21. Págs. 203-220.
- Quereda, J. (2005) *Curso de Climatología General*. Servicio de publicaciones de la Universitat Jaume I. Castellón de la Plana.
- Quesnay, F. (1974) *Le Tableau Économique y otros estudios económicos*. Ediciones de la Revista de Trabajo. Madrid.
- Quintanilla, A. y Fisher, D. [Eds.] (2003) *La Energía Eléctrica en Baja California y el Futuro de Las Renovables: Una visión multidisciplinaria*. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali.
- Racy, J.; Moura, A. y Scarano, P. (2005) *História, instituições e as relações sociais de produção na teoria econômica. VIII Encontro de Economia da Região Sul*. ANPEC Sul..
- Ramírez, J. (2006) *Corrientes oceánicas*. Revista de Investigación en Ciencias Matemáticas. Universidad Interamericana de Puerto Rico.
- Ramírez, J. (2007) *El gerente eficaz. Retos de la gerencia general*. Panorama. México. D. F.
- Ramírez, L. (2000) *Radiación solar a partir de imágenes de satélite*, en Zarzalejo, L.; Ramírez, L.; Polo, J.; Martín, L. y Espinar, B. *Estimación de la radiación solar a partir de imágenes de satélite: nuevos mapas de evaluación de la irradiancia solar para la Península Ibérica*. Centro Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas. CIEMAT. Madrid.
- Ramírez, O. (2007) “El Principio de Precaución: la certeza de la incertidumbre. ¿El caso de la aplicación de plaguicidas en áreas periurbanas argentinas?” *Theomai Journal. Estudios sobre Sociedad y Desarrollo*. Vol. 16. Núm. 2. Págs. 69-86.

- Ramiro, P.; González, E. y Pulido, A. (2007) *La Energía que Apaga Colombia*. Icaria. Barcelona.
- Ramos, J. (2001) “De Kioto a Marrakech: Historia de una flexibilización anunciada”. *Ecología Política*. Vol. 22. Pág. 45-56.
- Ramos, P. [Coord.] (2004) *Energías y medio ambiente*. Universidad de Salamanca. Aquilafuente. Salamanca.
- Ramos, P. [Coord.] (2005) *Gestión del medio ambiente*. Ediciones Universidad de Salamanca. Salamanca.
- Ramos, P. [Coord.] (2005) *Residuos: alternativas de gestión*. Ediciones Universidad de Salamanca. Salamanca.
- Ramos, P. [Coord.] (2007) *Uso eficiente y sostenible de los recursos naturales. XI Jornadas Ambientales*. Universidad de Salamanca. Salamanca.
- Ramos, P. [Coord.] (2008) *Energías y cambio climático. XII Jornadas Ambientales*. Ediciones Universidad de Salamanca. Salamanca.
- Randall, A. (1981) *Resource Economics: An Economic Approach to Natural Resource and Environmental Policy*. Grid Publishing Inc. Columbus.
- Randall, L. (1987) *The Political Economy of Venezuelan Oil*. Praeger. New York.
- Ravier, A. (2006) *Formación de capital y ciclos económicos Una introducción al análisis macroeconómico*. Edición Electrónica.
- Rawls, J. [1971 (1978)] *Una teoría de la justicia*. Fondo de Cultura Económica. México D. F.
- Rawls, J. (1980) *Kantian Conception of Equality* en Held, V. [Comp.] *Property, Profits and Economic Justice*. Wadsworth. California.
- Rawls, J. (1993) *Teoría de la justicia*. Fondo de Cultura Económica. Madrid.
- Regis, E. (1997) *The Doomslayer. The environment is going to hell, and human life is doomed to only get worse, right? Wrong. Conventional wisdom, meet Julian Simon, the Doomslayer*. The Wired. The Condé Nast Publications Inc. New York

- Reguillo, R. (2000) “Los laberintos del miedo. Un recorrido para fin de siglo”. *Revista de Estudios Sociales*. Núm 5. Facultad de Ciencias Sociales/Fundación Social. Bogotá. Págs. 63-73.
- Reiss, J. (2000) “Mathematics in economics: Schmoller, Menger and Jevons”. *Journal of Economic Studies*. Vol. 27. Págs. 477-491.
- Remiro, A. y Fernández, R. [Eds.] (2009) *El cambio climático en el Derecho internacional y comunitario*. Fundación BBVA. Bilbao.
- Rey, J. y Velasco, E. (2005) *Bombas de Calor y Energías Renovables en Edificios*. Paraninfo. Madrid.
- Riba, M. (2003) *Mañana: Guía de Desarrollo Sostenible*. Intermón Oxfam. Barcelona.
- Ribera, T. (2001) *Marco jurídico internacional de la política contra el cambio climático: El proceso de ratificación del protocolo de Kioto*. Revista Electrónica de Estudios Internacionales.
- Ricardo, D. (1817) [1973] *Principios de economía política y tributación*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Riechmann, J. (2009) *La habitación de Pascal: Ensayos para fundamentar éticas de suficiencia y políticas de autocontención*. Catarata. Madrid.
- Riera, P.; Descalzi, C. y Ruiz, A. (2005) *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*. Thomson Editores. Madrid.
- Riera, P.; García, D.; Kinström, B. y Brannlund, R. (2008) *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*. Paraninfo. Madrid.
- Rifkin, J. (2007) *La economía del hidrógeno. La creación de la red energética mundial y redistribución del poder de la tierra*. Paidós Ibérica. Barcelona.
- Rima, I. (1995) *Desarrollo del análisis económico*. Irwin. Barcelona.
- Ríos, M. C. (2002) *Fundamentación ética del mercantilismo: Bernard Mandeville, la paradoja del vicio en la sociedad de María*. Centro Universitario México. División de Estudios Superiores. México.
- Ríos, M. C. (2007) “Bernard Mandeville: la ética del mercado y la desigualdad social como base del progreso moderno”. *Revista En- Claves del Pensamiento*. Vol. 1. Núm. 1. Págs. 13-38.

Ríos, M. C. (2011) “Maquiavelo en el pensamiento político de Inglaterra en el siglo XVIII y en el pensamiento social de Bernard Mandeville”. *Nueva Época*. Núm. 65. UAM. México. Págs 137 -167.

Rius, M. y Castro, M. (2006) *La Química Hacia la Conquista del Sol*. Fondo de Cultura Económica. México.

Rivas J. (2010) “El ingeniero agrónomo y la biomasa: los cultivos energéticos”. *Revista Mundo del Agrónomo*. Núm. 11. Págs. 10-12.

Robbins, L. (1974) *Teoría del Desarrollo Económico en la historia del Pensamiento Económico*. Ariel. Barcelona.

Robbins, P.; Hintz, J. y Moore, S. (2010) *Environment and Society: A Critical Introduction*. Blackwell Publishing. West Sussex. UK.

Robertson, I. (1988) *Los curiosos impertinentes. Viajeros ingleses por España desde la accesión de Carlos III hasta 1855*. Serbal/CSIC. Barcelona.

Roche, D. y Labrousse, C. [Eds.] (1978) *Órdenes, estamentos y clases*. Siglo XXI. Madrid.

Rodilla, M. (2006) *Leyendo a Rawls*. Ediciones Universidad de Salamanca. Tecnos. Salamanca.

Rodríguez, A. (2011) “Una novedosa tecnología convierte el papel en células fotovoltaicas”. *Revista Online: Tendencias Tecnológicas*.

Rodríguez, E. y López, S. (2008) *Casi todo lo que usted desea saber sobre los efectos de la energía nuclear. En la salud y el medio ambiente*. Ensayo. El Viejo Topo. Mataró.

Rodríguez, J. (2003) *El gobierno de la empresa: un enfoque alternativo*. Akal. Madrid.

Rodríguez, J. (2006) “Valor accionarial y orientación *stakeholder*: bases para un nuevo gobierno corporativo”. *Papeles de Economía Española*. Núm. 108. Págs.10-26.

Rodríguez, P. (2006) “Participación y descentralización en la implementación conjunta de los planes 'Manos a la obra' y 'El trabajo dignifica' en la provincia de Buenos Aires”. *Gazeta de Antropología*. Vol. 22. Págs. 22-34.

- Rodríguez, R. (2002) *Economía y recursos naturales. Capítulo VII. Instrumentos reguladores y económicos utilizados para la gestión ambiental*. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona.
- Rogers, J. (2009) *El Boom de las Materias Primas*. Edición original: *Hot Commodities*. Valor Editions. Barcelona.
- Rojey, A.; Jaffret, C.; Cornot-Gandolphe, S.; Durand, B.; Julian, S. y Valais, M. (1997) *Natural Gas: Production, Processing, Transport*. Institut Français du Pétrole Publications. Editions Tenchnip. Paris.
- Rokeach, M. (1968) “Beliefs, attitudes, and values, en Berkowitz, M. (2001) Educar la persona moral en su totalidad”. *Revista Iberoamericana de Educación online*. Núm. 8. Educación y Democracia.
- Roldán, J. (2008) *Fuentes de energía. Instalaciones eólicas, instalaciones solares térmicas, instalaciones fotovoltaicas, consejos para economizar energía*. Paraninfo. Madrid
- Roldán, J. (2010) *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Paraninfo. Madrid.
- Romer, P. (1986) “Increasing returns and long run growth”. *Journal of Political Economy*. Núm. 94. Págs. 1002-1037.
- Romer, P. (1987) “Growth based on increasing returns due to specialization”. *American Economic Review*. Núm. 77. Págs. 56-62.
- Romilly, J. (2004) *La ley en la Grecia clásica*. Biblos. Buenos Aires.
- Roncaglia, A. (1980) *Petty: El nacimiento de la economía política*. Pirámide. Madrid.
- Rorty, R. (1989) *Contingency, Irony and Solidarity*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Rosen, J. y Queen, L. (2010) *Encyclopedia of Physical Science*. Facts on file, Inc. Vol. 1. New York.
- Rosenau, J. (2001) “Governance in the Twenty-First Century”. *Global Governance*. Vol. 1. Núm. 3. Págs. 367-372.
- Rosenberg, N. (2000) *Schumpeter and the endogeneity of technology: some American perspectives*. Routledge. The Graz Schumpeter Lectures. Londres.

Rosmarin, J. y Barrera, O. (2011) *Sistemas de seguridad y confortabilidad*. Paraninfo. Madrid.

Rosner, D. y Markowitz, G. (2002) “Industry challenges to the principle of prevention in public health: the precautionary principle in historical perspective”. *Public Health Reports*. Vol. 117. Págs. 501- 512.

Rostow, W. (1976) [1961] *Las etapas del desarrollo económico*. Fondo de Cultura Económica. México.

Rousseau, J. (2004) [1762] *El contrato social*. Edición María José Villaverde. Istmo. Madrid.

Royo, A. (1988) *Teología de la perfección cristiana. Resumen esquemático*. Carmelitas Descalzas. Alcalá de Henares.

Royo, M. (2003) “Hacia una revisión crítica del análisis neoclásico del consumo: una alternativa basada en las necesidades”. *Revista de Economía Crítica*. Vol. 1. Págs. 95-111.

Ruiz de Elvira, A. [Trad.] (2004) *Cien años de relatividad. Los artículos clave de Albert Einstein de 1905 y 1906*. Nivola. Madrid.

Ruiz, E. y Galdós, R. (2005) “El camino hacia la sostenibilidad en el País Vasco. La Agenda 21 en Vitoria-Gasteiz”. *Revista Geographicalia*. Núm. 48. Págs. 77-100.

Ruiz, J., y Ramos, P. [Eds.] (2009) *¿Cambio climático, un desafío a nuestro alcance?* Editorial Universidad de Salamanca. Salamanca.

Rutherford, M. (1994) *Institutions in Economics: The Old and the New Institutionalism*. Cambridge University Press. Cambridge.

Rutherford, M. [2001 (2003)] “La economía institucional: antes y ahora”. *Análisis económico*. Vol. 18. Núm. 38. Págs. 13-39. Publicado originalmente en *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 15. Págs. 173 -194.

Sachs, J. y Warner A. (1995) *Natural Resource Abundance and Economic Growth*. NBER Working Paper. Núm. 398.

Sáenz Rubiales, I. [Coord.] (2010) *El mercado europeo de derechos de emisión. Balance de su aplicación desde una perspectiva jurídico-pública (2008-2012)*. Lex Nova. Valladolid.

Sáenz, G. (2007) “La regulación, clave para el desarrollo de las energías renovables”. *Revista Economía Industrial*. Núm. 365. Págs. 163-177.

Sagoff, M. (2000) *Consumption*, en Jamieson, D. [Comp.] *A Companion to Environmental Ethics*. Blackwell. Oxford.

Sainz Sastre, J. (2007) *Tecnologías para la sostenibilidad: Procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales*. Fundación EOI. Madrid.

Sala i Martin, X. (1994) *Apuntes de crecimiento económico*. Antoni Bosch Editor. Barcelona.

Sala-i-Martin, X. (2006) *Globalización y reducción de la pobreza*. FAES. Ávila.

Salazar García, J. (2007) *Historia del buen uso de las fuentes de energía y su aplicación en la química. Uso eficiente y sostenible de los recursos naturales*. Ediciones Universidad de Salamanca. Salamanca.

Salgado, L. (2004) *El mecanismo de desarrollo limpio en actividades de uso de la tierra, cambio de uso y forestería (LULUCF) y su potencial en la región latinoamericana*. CEPAL. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. Santiago de Chile.

Sampson. A. (1991) *The Seven Sisters: The great oil companies & the world they shaped*. Viking Press. New York.

Samuelson, P. (1954) “The pure theory of public expenditure”. *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 36. Núm. 4. Págs. 387-389.

Samuelson, P. (1971) “Love that corporation”. *Mountain Bell Magazine*. Primavera. Pág. 24.

Sánchez Barricarte, J. (2008) *El crecimiento de la población mundial. Implicaciones socioeconómicas, ecológicas y éticas*. Colección Estudios de Economía y Sociología. Tirant lo Blanch. Madrid.

Sánchez Ron, J. (2010) *Ciencia, política y poder: Napoleón, Hitler, Stalin y Eisenhower*. Fundación BBVA. Bilbao.

Sánchez Ron, J. (2011) *El poder de la ciencia: Historia social, política y económica de la ciencia. (Siglos XIX y XX)*. Crítica. Barcelona.

Sánchez Sudón, F. (2010) *Historia de las Energías Renovables*. Tratado de Energías Renovables. Vol. 1. Aranzadi. Pamplona.

Sánchez, A. [Ed.] (2008) *Políticas públicas ambientales*. Arcibel Editores. Sevilla.

Sánchez, A. [Ed.] (2009) *Ordenación del Territorio & Medioambiente*. Arcibel Editores. Sevilla.

Sánchez, D. (2005) “Capitalismo, desarrollo y Estado. Una revisión crítica de la teoría del Estado de Schumpeter”. *Revista de Economía Institucional*. Vol. 7. Págs. 81-100.

Sánchez, F. (1995) *Energías Renovables, situación y perspectivas*. CIEMAT. Energías Renovables. Madrid.

Sancho, J., Miró, R., y Gallardo, S. (2006) *Gestión de la Energía*. Universidad Politécnica de Valencia.

Sandin, P. (1999) “Dimensions of the Precautionary Principle”. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. Vol. 5. Págs. 889-907.

Sandin, P. (2004) “The precautionary principle and the concept of precaution”. *Environmental Values*. Vol. 13. Págs. 461-475.

Santamarina, B. (2006) *Ecología y poder: El discurso medioambiental como mercancía*. Catarata. Madrid.

Santo Tomás de Aquino, *Suma de Teología*.

Santo Tomás de Aquino. *De regno*.

Sanz Serrano, J. (2006) *Esquemas de historia del pensamiento económico*. Universidad de Sevilla. Sevilla.

Sanz, I. [Dir.] (2007) *El Mercado de Derechos a Contaminar: Régimen Jurídico-Publico Del Mercado de Derechos de Emisión en España*. Lex Nova. Valladolid.

Sanz, J. (2006) *Esquemas de historia del pensamiento económico*. Universidad de Sevilla.

Sapiña, F. (2006) *¿Un futuro sostenible?: El cambio global visto por un científico preocupado*. Cátedra de Divulgación Científica. Universitat de Valencia. Valencia.

Sapiña, F. (2011) *El reto energético: Gestionando el legado de Prometeo*. Publicaciones de la Universidad de Valencia.

Sarasa, L. (2009) “La subsidiariedad en el evangelio de San Juan”. *Theologica Xaveriana*. Vol. 59. Págs. 471-489.

Sato, M. y Dos Santos, J. (1997) *Sinopsis de la Agenda 21*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Proyecto Fortalecimiento de la Sociedad Civil SEMARNAP/PNUD. México.

Saura, J. (2003) *El Cumplimiento del Protocolo de Kioto Sobre Cambio Climático*. Centro de Estudios Internacionales. Publicaciones de la Universidad de Barcelona.

Saveyn, B.; Soria, A. y Wiesenthal, T. (2008) “Política de electricidad renovable: sistema de primas frente a comercio de certificados verdes”. *Revista Ekonomiaz*. Núm. 67. Págs. 118-139.

Scarpellini, S.; Aranda, A. y Zabalza, I. (2008) *Energías Renovables. Introducción a los mercados energéticos*. Ediciones Universidad de Zaragoza.

Scola, A. (2009) “La gratuidad, esa revolución económica en huellas”. *Revista Internacional de Comunión y Liberación*. Núm. 13. Págs. 48-51.

Scott, R. (1994) *The History of the International Energy Agency: The First 20 years 1974-1994*, Vol. I. IEA. París.

Scheler, M. (2001) *Ética. Un ensayo de fundamentación de un personalismo ético*. Ediciones Caparós. Madrid.

Scherer, F. y Perlman, M. [Eds.] (1992) *Entrepreneurship, Technological Innovation, and Economic Growth*. Studies in the Schumpeterian Tradition. The University of Michigan Press.

Schermerhorn, J. (2002) *Management*. Wiley. New York.

Schickendantz, C. (2001) “El principio de subsidiariedad en la Iglesia. Breve historia, discusiones recientes y campos de aplicación práctica”. *Teología y Vida*. Vol. 42. Núm. 3. Págs. 280-291.

Schlamadinger, B.; Bird, N.; Johns, T.; Brown, S.; Canadell, J.; Ciccarese, L. y Yamagata, Y. (2007) “A synopsis of land use, land-use change and forestry (LULUCF) under the Kyoto Protocol and Marrakech Accords”. *Environmental Science & Policy*. Vol. 10. Págs. 271-282.

Schneider, H. y Samaniego, J. (2009) *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios*. CEPAL. Santiago de Chile.

Schooyans, M. (2006) *La enseñanza social de la iglesia: Síntesis, actualización y nuevos retos*. Libros Palabra. Madrid.

Schor, J. (1991) *The Overworked American*. Basic Books. New York.

Schroeder, M. (2009) “Utilizing the clean development mechanism for the deployment of renewable energies in China”. *Applied Energy*. Vol. 86. Núm. 2. Págs. 237-242.

Schultz, T. (1968) *Valor económico de la educación*. Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana. México D. F.

Schumpeter, J. (1942) [2000] *Capitalism, Socialism and Democracy*. George Allen & Unwin Publishers. Londres.

Schumpeter, J. (1949) “Vilfredo Pareto (1848-1923)”. *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. 63. Núm. 2. Págs. 147-173.

Schumpeter, J. (1958) “Problemas teóricos del desarrollo económico”. *El Trimestre Económico*. Págs. 63-71.

Schumpeter, J. (1971) *Historia del análisis económico*. Ariel. Barcelona.

Schumpeter, J. [1951 (1986)] *Imperialismo y clases sociales*. Tecnos. Madrid.

Sebastián, F.; Reseau, A. y García-Galindo, D. [Coord.] (2010) *Energía de la biomasa, volumen I*. Universidad de Zaragoza. Zaragoza.

Seese, W. y Daub, G. [Eds.] (2005) *Química*. Prentice Hall. México.

Segura, J. (2005) “Una larga polémica: el tâtonnement walrasiano”. *Investigaciones de Historia Económica*. Vol. 1. Núm. 2. Págs. 75-104.

- Sellés, J. F. (1999) *La virtud de la prudencia según Tomás de Aquino*. Cuadernos de Anuario Filosófico. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra. Núm. 90.
- Sellés, J. F. (2000) *Los hábitos adquiridos: las virtudes de la inteligencia y la voluntad según Tomás de Aquino*. Cuadernos de Anuario Filosófico. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra. Núm. 118.
- Sellés, J. F. (2006) *Antropología para inconformes*. RIALP. Madrid.
- Sempere, J. (2009) *Mejor con menos. Necesidades, explosión consumista y crisis ecológica*. Noema. Barcelona.
- Sen, A. (2000) *Desarrollo y Libertad*. Planeta. Madrid.
- Sen, A. (2003) *La Libertad Individual Como Compromiso Social*. Plural Ediciones. La Paz.
- Sen, A. (2010) *La Idea de Justicia*. Taurus. Madrid.
- Senior, N. (1836) [1951] *An outline of the science of political economy*. Augustus M. Kelly Bookseller. New York.
- Seoánez, M. (2000) *Tratado de reciclado y recuperación de productos de los residuos*. Mundi-Prensa. Madrid.
- Seoánez, M. (2001) *Tratado de Gestión del Medio Ambiente Urbano*. Mundi-Prensa. Madrid.
- Sepúlveda, S.; Cordero-Salas, P. y Rodríguez, A. (2004) *Temas de comercio y medio ambiente*. Cuadernos Técnicos de Desarrollo Rural. Núm. 25. San José de Costa Rica.
- Serrano, J. (2000) *El "Consenso de Washington" ¿paradigma económico del capitalismo triunfante?* Fundación Luís Espinal. Barcelona.
- Severns, W.; Degler, H. y Miles, J. (1991) *Energía mediante vapor aire o gas*. Reverté. Barcelona.
- Sevilla, M.; Golf, E. y Driha, O. (2013) "Las energías renovables en España". *Estudios de Economía Aplicada*. Vol. 31. Núm. 1. Págs. 35-58.
- Shishlov, I; Bellassen, V. y Leguet, B. (2012) "Joint Implementation: A Frontier Mechanism within the Borders of an Emissions Cap". *Climate Report*. Núm. 33.

Shiva, V. (1993) *The Greening of the Global Reach. Global Ecology: A New Arena of Political Conflict*. Atlantic Highlands. Zed Books.

Sierra, V. (2002) “Desarrollo sostenible: acotaciones conceptuales y revisiones estratégicas”. *Boletín Económico de ICE*. Núm. 2749. Págs. 13-23.

Silver, B. (2005) *El ascenso de la ciencia*. Oxford University Press. FCE. México.

Simon, H. (1962) *El comportamiento administrativo. Estudio de los procesos decisorios en la organización administrativa*. Aguilar. Madrid.

Simon, J. (1986) *El último recurso*. Dossat. Madrid.

Simon, J. (1992) *Population and Development in Poor Countries. Selected Essays*. Princeton University Press. New Jersey.

Simon, J. (1995) *The state of humanity*. University of Maryland. Cambridge. Massachusetts.

Simón, P. (2004) *Conflictos éticos del control demográfico de la población*. Cuadernos de Bioética. Buenos Aires.

Singh, R.; Murty, S.; Gupta, S. y Dikshit, A. (2009) “An overview of sustainability assessment methodologies”. *Ecological Indicators*. Vol. 9. Págs. 189-209.

Sintes, M. (2007) “La Conjura de los Sucios”. *Revista El Ecologista*. Núm. 52. Págs. 22-25.

Siqueira, J. (2009) “El principio de responsabilidad de Hans Jonas”. *Revista Bioethikos*. Vol. 3. Págs. 171-193.

Slovic, P., y Weber, E. (2002) *Perception Risk posed by Extreme Events*. Conference Risk Management Strategies in an Uncertain World. New York.

Smith, A. (1776) [1994] *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. Fondo de Cultura Económica. México.

Smith, C.; Armesto, J. y Valdovinos, C. [Eds.] (2005) *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros*. Editorial Universitaria. Santiago de Chile.

- Smith, K. (1992) *Environmental hazards*. Routledge. London y New York.
- Smith, M. (2007) *Solo tenemos un planeta: Pobreza, Justicia y Cambio Climático*. Intermediate Technology Development Group. Perú.
- Snyder, G. (2000) *The Practice of the Wild*. Douglas and McIntyre Ltd. New York.
- Sobha, G. (2008) *Green Technology: Earth-Friendly Innovations*. The Rosen Publishing Group. New York.
- Solé, C. (1998). *Modernidad y modernización*. Anthropos. Barcelona.
- Solorsa, M. y Cetré, M. (2011) “La teoría de la dependencia”. *Revista Republicana*. Núm. 10. Págs. 127-139.
- Solow, R. (1956) “A Contribution to the Theory of Economic Growth”. *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. 70. Núm. 1. Págs. 65-94.
- Solow, R. (1974) “The economics of resources or the resources of economics”. *American Economic Review*. Núm. 64. Págs. 1-14.
- Solow, R. (1986) *La teoría del crecimiento y sus alcances*. El Colegio de México. México.
- Solow, R. y Wan, F. (1976) “Extraction Costs in the theory of Exhaustible Resources”. *Bell Journal in Economics*. Vol. 7. Núm. 2. Págs. 359-370.
- Sommer, M. (2004) *Medio Ambiente, un error gramatical*. Online Magazine: Waste.
- Soni, S. K. (2007) *Microbes: A Source of Energy for 21st Century*. New India Publishing Agency. Nueva Delhi.
- Soyinka, W. (2007) *Clima de Miedo*. Tusquets. Barcelona.
- Spence, C.; Kulovesi, K.; Gutiérrez, M. y Muñoz, M. (2008) “Great Expectations: Understanding Bali and the Climate Change Negotiations Process”. *Review of European Community & International Environmental Law*. Vol. 17. Núm. 2. Págs. 142-153.
- Spiegel, H. (2001) *El desarrollo del pensamiento económico. Historia del pensamiento económico desde los tiempos bíblicos hasta nuestros días*. Omega. Barcelona.

Stachel, J. (2001) *Einstein 1905: un año milagroso. Cinco artículos que cambiaron la física*. Crítica. Barcelona.

Stamatios, D. y Lloveras, J. (2001) *Las ventajas de la generación eléctrica distribuida*. Actas del XVII Congreso Nacional de Ingeniería de Proyectos. Murcia.

Starik, M. y Carroll, A. (1990). *In search of beneficence: reflections on the connections between firm social and financial performance*. Proceeding, International Association for Business and Society. Annual Meeting.

Starr, C. (2003) “The precautionary principle versus risk analysis”. *Risk Analysis*. Vol. 23. Págs. 1-3.

Stavins, R. (2011) “¿Qué sucedió (y por qué)?” *Foreign Affairs Latinoamérica*. Vol. 11. Págs 42-49.

Stein, G. (1995) *Peter Drucker (II) Sobre empresa y sociedad*. Cuadernos Empresa y Humanismo. Núm. 74.

Stein, T. (1995) “El principio de subsidiariedad en el derecho de la Unión Europea”. *Revista de Estudios Políticos*. Núm. 90. Págs. 69-84.

Stern, N. (1989) “The economics of development”. *The Economic Journal*. Vol. 99. Núm. 397. Págs. 597-685

Stern, N. (2006) *Stern Review on the Economics of Climate Change*. Cabinet Office. HM Treasury.

Sternberg, E. (1996) “Stakeholder Theory Exposed”. *Economic Affairs*. Vol. 16. Issue 3. Págs. 36-38.

Sterner, H. (2007) *Instrumentos de política económica para el manejo del ambiente y los recursos naturales*. Banco Mundial. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica.

Stiglitz, J. (1997) “The Role of Government in Economic Development”, en Bruno, M. y Pleskovic, B. [Eds.] *Annual World Bank Conference on Development Economics*. Págs. 11-23.

Stiglitz, J. (1998) “Knowledge for Development: Economic Science; Economic Policy, and Economic Advice”, en Pleskovic, B. y Stiglitz, J. *Annual World Bank Conference on Development Economics*. Págs. 9-58.

- Stiglitz, J. (2003) *La Economía del sector público*. Antoni Bosch. Barcelona.
- Strahler, A. (1987) *Geología Física*. Omega. Madrid.
- Strathern, P. (1999) *Curie y la radiactividad*. Siglo XXI. Madrid.
- Strathern, P. (2006) *Bohr y la teoría cuántica*. Siglo XXI. Madrid.
- Streck, C.; Meijer, E.; Conway, D.; von Unger, M.; O’Sullivan, R. y Chagas, T. (2011) “The Results and Relevance of the Cancun Climate Conference”. *Journal European Environmental & Planning Law*. Vol. 8. Núm. 2. Págs. 165-188.
- Subirats, J. (2000) *El factor meridional: ¿Hay una vía propia de la Europa del Sur hacia la sostenibilidad?* Icaria. Barcelona.
- Sunstein, C. (2003) “Beyond the precautionary principle”. *University of Pennsylvania Law Review*. Vol. 151. Págs. 1003-1058.
- Sunstein, C. (2006) *Riesgo y Razón: seguridad, ley y medioambiente*. Katz. Buenos Aires.
- Sutter, C. (2001) “Small-Scale CDM Projects: Opportunities and Obstacles. Can small-scale projects attract funding from private CDM investors?” Vol. 1. *Factor Consulting+ Management AG/Dasag Energy Engineering Ltd*. Swiss Agency for Development and Co-operation. Págs. 11-26.
- Sutter, C. (2003) *Sustainability Check-Up for CDM Projects*. Swiss Federal Institute of Technology Zurich. Energy & Climate. Zurich.
- Sutter, C. y Parreño, J. (2007) “Does the current Clean Development Mechanism (CDM) deliver its sustainable development claim? An analysis of officially registered CDM projects”. *Climatic Change*. Núm. 84. Págs.75-90.
- Sweezy, A. (1934) “The interpretation of subjective value theory in the writings of the Austrian Economists”. *Review of Economics Studies*. Vol. 1. Núm. 3. Págs. 176-185.
- Swisher, J. (2002) *Cleaner Energy, Greener Profits: Fuel Cells as cost-effective distributed energy resources*. Rocky Mountain Institute. Colorado.
- Tabra, E. (2013) *Solidaridad y gobierno corporativo de la empresa. Una mirada a los organismos internacionales*. Tesis Doctoral. Instituto de Empresa y Humanismo. Universidad de Navarra.

Tagle, H. (1976) “El principio de subsidiariedad. Persona y derecho”. *Revista de Fundamentación de las Instituciones Jurídicas y de Derechos Humanos*. Núm. 3. Págs. 129-149.

Tarascio, V. (1971) “Keynes on the Sources of Economic Growth”. *Journal of Economic History*. Vol. 31. Págs. 429-444.

Tarback, E. y Lutgens, F. (2005) *Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física*. Pearson Prentice Hall. Madrid.

Tarpley, W. (2008) *11-S Falso terrorismo. Made in USA*. Progressive Press. California.

Taussig, M. (1987) *Shamanism, Colonialism, and the Wild Man. A Study in Terror and Healing*. The University of Chicago Press. Chicago.

Taylor, F. (2013) *Los Principios del Management Científico. Un sistema racional de trabajo que más tarde fue conocido como el “taylorismo”*. Edición Electrónica.

Taylor, R. (2006) “El agua cae, la potencia aumenta”. *Revista del PNUMA*. Tomo 16. Núm. 4. Págs. 18-19.

Teichmüller, M. (1989) “The genesis of coal from the viewpoint of coal petrology”. *International Journal of Coal Geology*. Vol. 12. Págs. 1-87.

Termes, R. (2004) *Antropología del capitalismo: un debate abierto*. RIALP. Madrid.

Thompson, J. (1993) *Ideología y cultura moderna*, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México.

Tickell, O. (2009) *Kioto 2: Cómo gestionar el efecto invernadero*. Icaria. Barcelona.

Tickner, J. (2003) “Precaution, environmental science, and preventive public policy”. *New Solutions: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy*. Vol. 13. Págs. 275-282.

Tickner, J.; Kriebel, D. y Wright, S. (2003) “A compass for health: rethinking precaution and its role in science and public health”. *International Journal of Epidemiology*. Vol. 32. Págs. 489-492.

- Tierney, K. (1994) *Sociology's Unique Contributions to the Study of Risk*. Disaster Research Center. Paper Preliminar.
- Timmermann, P. (1981) *Vulnerability, resilience and the collapse of society*. Environmental Monograph. Vol. 1. Institute for Environmental Studies. University of Toronto. Canada.
- Tipps, D. (1976) *Modernization Theory and the Comparative Study of Societies: A critical perspective*. Free Press. New York.
- Tirole J. (2008) “Some economics of global warming”. *Rivista di Politica Economica*. Vol. 98. Núm. 6. Págs. 9-42.
- Toboso, F. (1997) “¿En qué se diferencian los enfoques de análisis de la vieja y la nueva economía institucional?” *Hacienda Pública Española*. Núm. 143. Págs. 175-192.
- Tolsana, E. (2009) *Manual Técnico Para El Aprovechamiento y Elaboración de Biomasa Forestal*. Universidad Politécnica de Madrid. Mundi- Prensa.
- Torrent, R.; Millet, A. y Arce, A. (2005) *Diálogo sobre gobernabilidad, globalización y desarrollo*. Universidad de Barcelona. Barcelona.
- Torres, A. y Castillo, A. (2013) “Solidaridad intergeneracional: concepciones y aportes desde la experiencia para la sostenibilidad social”. *Tendencias & Retos*. Vol. 18. Págs. 127-142.
- Toye, J. (1993) *Dilemmas of development: Reflections on the Counter-revolution in Development Economics*. Wiley–BlackWell. New York.
- Trevino, L. y Nelson, D. (1999) *Managing Business Ethics*. Wiley. New York.
- Trigo, T. (s/f) *El dominio del sí para poder amar: la templanza*. Facultad de Teología. Universidad de Navarra. Pamplona.
- Trillas, J. (1995) “Educación y valores controvertidos. Elementos para un planteamiento normativo sobre la neutralidad en las instituciones educativas”. *Revista Iberoamericana de Educación*. OEI. Núm. 7. Págs. 93-120.
- Tubela, I. y Vilaseca, J. (2005) *Sociedad del conocimiento. Cómo cambia el mundo ante nuestros ojos*. UOC. Barcelona.

- Tullock, G. (1970) *Private Wants, Public Means*. Basic Books. New York.
- Turkson, J. y Wohlgemuth, N. (2000) "Power sector reform and distributed generation in sub-Saharan Africa". *Energy Policy*. Vol. 29. Págs. 135-145.
- Turner, B.; Christensen, L.; Corell, R.; Eckley, N.; Kasperson, J.; Kasperson, R.; Luers, A.; Martello, M.; Matson, P.; McCarthy, J.; Polsky, C.; Pulsipher, A. y Schiller, A. (2003) "A framework for vulnerability analysis in sustainability science". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol. 100. Págs. 8074-8079.
- Turner, R. (1993) *Sustainability: Principles y Practice. Sustainable Environmental Economics and management. Principles y Practice*. Belhaven Press. London.
- Tuxworth, B. (1996) "From environment to sustainability: surveys and analysis of local Agenda 21 process development in UK local authorities". *Local Environment*. Vol. 1. Núm. 3. Págs. 277-297.
- Urquidi, V. (1998) "Economía ambiental una aproximación". *Revista de Comercio Exterior*. Vol. 48. Núm. 12. México. Págs. 52 y 53.
- Utrera, J. (1995) "Apuntes sobre la Teoría de los Derechos Fundamentales de R. Alexy". *Derechos y Libertades*. Revista del Instituto Bartolomé de las Casas. Núm. 4. Madrid. Págs. 355-379.
- Utz, F. (1984) *Neomarxismo y orden económico pluralista*. Herder. Barcelona.
- Valeiro, D., Beriao, P., y Da Costa, J. (2007) "Optimisation of wave energy extraction with the Archimedes Wave Swing". *Ocean Engineering*. Vol. 34. Núm. 17-18. Págs. 2330-2344.
- Valencia, A.; Arias, M. y Vásquez, R. (2010) *Ciudadanía y conciencia medio ambiental en España. Colección Opinión y Actitudes*. Vol. 67. CIS. Madrid.
- Valtueña, J. (2002) *Enciclopedia de la ecología y la salud*. Safeliz. Madrid.
- Vallejo, A.; Oyantcabal, W.; Rodríguez, P. y Pedroni, L. (2008) "Preguntas frecuentes sobre las metodologías de línea base y monitoreo para proyectos forestales MDL", en Salinas, Z. y Hernández, P. [Eds.] *Guía para el diseño*

de proyectos MDL forestales y de bioenergía. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. Págs. 30-39.

Van Alphen, K.; Van Voorst tot Voorst, Q.; Hekkert, M. y Smits, R. (2007) "Societal acceptance of carbon capture and storage technologies". *Energy Policy*. Vol. 35. Págs. 4368-4380.

Vandrer Hook, S. (2011) *Manhattan Project*. ABDO Publishing Company. Minnesota.

Van-Dyke, F. (2008) *Conservation biology. Foundations, concepts, applications*. McGraw-Hill. New York.

Vargas, A. y Yáñez, A. (2004) "La captura de carbono en bosques: ¿una herramienta para la gestión ambiental?" *Gaceta Ecológica*. Núm. 70. Págs. 5-18.

Vargas, R. (1993) "La seguridad energética estadounidense de los setenta a los noventa". *Revista Foro Internacional*. Vol. 33. Núm. 3. El Colegio de México. Págs. 591-594.

Vattimo, G. (1986) *El fin de la modernidad. Nihilismo y modernidad en la cultura pos-moderna*. Gedisa. Barcelona.

Vázquez, A. (2011) "El mercado de bonos de carbono". *Revista Derecho Ambiental y Ecología*. Núm. 41. Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales. UNAM. Pág. 51.

Veblen, T. (1899) [1974] *Teoría de la clase ociosa*. FCE. México.

Vega Navarro, A. (1999) *La Evolución del Componente Petrolero en el Desarrollo y la Transición de México*. UNAM. Programa Universitario de Energía. México.

Vega, L. (2011) *Ocean Thermal Energy Conversion. OTEC*.

Vélaz, I. y García-Castro, R. (2011) *Los ciegos y el elefante*. Thomson. Pamplona.

Velasco Osma, J. (2006) *Fundamentos de la responsabilidad social corporativa y su aplicación ambiental*. Dykinson. Madrid.

Vergés, S. (1993) *El hombre, su valor en Max Scheler*. Promociones y Publicaciones Universitarias. Barcelona.

- Vian, A. (2006) *Introducción a la Química Industrial*. Reverté. Barcelona.
- Viana, A. (1998) “El principio de subsidiariedad en el gobierno de la Iglesia”. *Ius Canonicum XXXVIII*. Núm. 75. Págs. 147-172.
- Vianello, P. (2007) *Hesíodo los trabajos y los días*. UNAM. México.
- Viera, E. (2008) *La formación de espacios regionales en la integración de América Latina*. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.
- Vilch, A. (2010) “La Conferencia de Copenhague sobre cambio climático: resultados y retos” SG de Análisis Sectorial. *Boletín ICE Económico*. Núm. 2987. Págs. 3-10.
- Villanueva, A. (2005) *Tendencias hacia la sostenibilidad en España*. Colección EOI Medioambiente.
- Villarig, J. y Margarit, J. (2011) *Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España en 2011*. Madrid.
- Villavicencio, A. (2004) “Mitos y realidad del Mecanismo de Desarrollo Limpio”. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. Vol. 1. Págs. 56-65.
- Villavicencio, P. (2011) “Los acuerdos de Cancún: un nuevo impulso a las negociaciones internacionales sobre cambio climático”. *Revista Catalana de Derecho Ambiental*. Vol. II. Núm. 1. Págs. 5-37.
- Villeneuve, C. (1997) *Módulo de Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible*. UNESCO. Los Libros de la Catarata. Bilbao.
- Vitalis, V. (2002) *Preparing for the World Summit: Some Information about Sustainable Development*. Organization for Economic Co-operation and Development.
- Vogel, J. (2012) *La Economía de la Iniciativa Yasuni-ITT: Cambio Climático Como Si importa la termodinámica*. Anthem Press. Londres.
- Voigt, S.; De Cian, E.; Schymura, M. y Verdolini, E. (2014) “Energy intensity developments in 40 major economies: Structural change or technology improvement?” *Energy Economics*. Núm. 41. Págs. 47-62.
- Volpi, F. (2007) *El Nihilismo*. Siruela. Madrid.

- Von Mises, L. (1946) [1986] *La acción humana. Tratado de economía*. Unión Editorial. Madrid.
- Wagner, S. (2003) *Human Nature and Organization Theory. On the economic approach to institutional organization*. New Horizons in Management. Massachusetts.
- Walras, L. [1900 (1996)] *El equilibrio general*. Confederación Española de Cajas de Ahorros.
- Wallerstein, I. (1984) *El moderno sistema mundial: I La agricultura capitalista y los orígenes de la economía-mundo europea del siglo XVI*. Siglo XXI. México.
- Wang, Y. y Zhang, J. (2005) “Hydrogen production on Ni–Pd–Ce/ γ -Al₂O₃ catalyst by partial oxidation and steam reforming of hydrocarbons for potential application in fuel cells”. Elsevier. *Fuel Journal*. Vol. 84. Págs. 1926-1932.
- Warwick, D. (1995) “Population Ethics: Elements of Population Ethics: Is there a Population Problem?”, en Reich, W. [Ed.] *Encyclopedia of Bioethics*. Simon & Schuster-MacMillan. Nueva York. Págs. 1954-1961.
- Watson, P. (2007) *Historia intelectual del siglo XX*. Crítica. Barcelona.
- Wauquier, J. (2004) *El Refino Del Petróleo. Petróleo crudo, productos petrolíferos, esquemas de fabricación*. Fundación Repsol YPF. Díaz de Santos. Madrid.
- Weinsten, M., y Zeckhauser, R. (1975) “The Optimal Consumption of Depletable Natural Resources”. *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 89. Págs. 371-392.
- Wenz, P. (1988) *Environmental Justice*. SUNY Press. Buffalo.
- Wiedmann, T.; Schandl, H.; Lenzen, M.; Moran, D.; Suh, S.; West, J. y Kanemoto, K. (2013) “The material footprint of nations”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Núm. 112. Págs. 6271-6276.
- Wieser, F. (1891) “The Austrian school and the theory of value”. *The Economic Journal*. Vol. 1. Núm. 1. Págs. 108-121.

- Wilder, M. y Willis, M. (2007) “Carbon contracts, structuring transactions: practical experiences”. *Environmental Liability*. Special Issue. Vol. 2. Págs. 101-107.
- Wilson E. (1997) “Introduction”. En Reaka, M.; Wilson, D. y Wilson, E. [Eds.] (1997) *Biodiversity II: Understanding and Protecting Our Natural Resources*. Joseph Henry Press. Washington D. C. Págs. 1-3.
- Williams, P. [Ed.] (1983) *La teoría de la relatividad: sus orígenes e impacto sobre el pensamiento moderno*. Alianza. Madrid.
- Williamson, J. (1990) “What Washington means by policy reform”. En Williamson, J. [Comp.] *Latin American Adjustment. How much has happened?* Institute of International Economics. Washington D. C. Págs. 8-17.
- Williamson, J. (1993) “Democracy and the ‘Washington Consensus’”. *World Development*. Vol. 21. Págs. 1329-1336.
- Williamson, J. (2003) “No hay consenso. Reseña sobre el Consenso de Washington y sugerencias sobre los pasos a dar”. *Finanzas y Desarrollo*. Págs. 10-13.
- Williamson, O. (1979) “Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations”. *Journal of Law and Economics*. Vol. 22. Núm. 2. Págs. 233-261.
- Willis, H., y Walter, G. (2000) *Distributed Power Generation Planning and Evaluation*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Willstedt, H. (2010) *Un nuevo modelo energético para España: Recomendaciones para un futuro sostenible*. Grupo de Trabajo Fundación Ideas. Madrid.
- Wolfensohn, J. (2002) *El reto de Johannesburgo*. El País. Madrid.
- Wood, D. (1991) “Corporate Social Performance Revisited”. *The Academy of Management Review*. Vol. 16. Págs. 691-718.
- Xercavins, J.; Cervantes, G.; Cayuela, D. y Sabater, A. (2005) *Desarrollo Sostenible*. Ediciones UPC. Barcelona.

- Yamani, A. (2008) *OPEP: Pasado, Presente y Futuro*. Boletín Núm. 100. Real Instituto Elcano. Madrid.
- Yergin, D. (1992) *The prize. The epic quest for oil, Money & power*. Touchstone Book Simon & Schuster. Nueva York.
- Young, A. (1994) “Lessons from the East Asian NICs: a contrarian view”. *European Economic Review*. Núm. 38. Págs. 964-973.
- Young, I. (2000) *Justicia y la política de la diferencia*. Cátedra. Madrid.
- Youngson, R. (2003) *Fiasco: Aprendiendo de Los Errores de la Ciencia*. Robinbook. Barcelona.
- Yu Chang, M. (2005) “La economía Ambiental”. En Foladori, G. y Pierri, N. [Coord.] *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. Universidad Autónoma de Zacatecas. Págs. 175-188.
- Zapater, E. (2009) “¿Una nueva política común para la U.E.? Entre el compromiso y la controversia”. En Remiro, A. y Fernández, M. [Eds.] *El Cambio climático en el Derecho Internacional y Comunitario*. Fundación BBVA. Págs. 197-232.
- Zarilli, S. (2000) *International Trade in Genetically Modified Organisms and Multilateral Negotiations: A New Dilemma for Developing Countries*. United Nations Conference on Trade and Development. UNCTAD/DITC/TNCD/1.
- Zarza, M. (2008) “Plantas solares termoeléctricas: estado actual y perspectivas”. En Guerra, I. [Coord.] *Fuentes de Energía Para El Futuro*. Ministerio de Educación Cultura y Deporte. Subdirección General de Información y Publicaciones. Págs. 142-190.
- Zegers, P. (2006) “Fuel cell commercialization: The key to a hydrogen economy”. *Journal of Power Sources*. Vol. 154. Elsevier Science B.V. Págs. 497-502.
- Zenisek, T. (1979) “Corporate social responsibility: a conceptualization based on organizational literature”. *The Academy of Management Review*. Vol. 4. Núm. 3. Págs. 359-368.
- Zhou, L. (2005) “Progress and problems in hydrogen storage methods”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 9. Pág. 395-408.

Zinn, J. (2010) “Biography, Risk and Uncertainty—is there common ground for biographical Research and Risk Research”. *FQS Forum. Qualitative Social Research*. Vol. 11. Núm. 1. Art. 15..

Zouboulakis, M. (2001) “From Mill to Weber: the meaning of the concept of economic rationality”. *European Journal of the History of Economic Thought*. Vol. 8. Págs. 30-41.

Zuk, M. y Rojas, L. (2010) *Introducción al análisis de riesgos ambientales*. UNAM. México.

Zúñiga, M.; Ruiz, L. y Hernández, M. (2007) *Bioingeniería Tomo VI. Fundamentos de instrumentación para la química clínica y las radiaciones ionizantes*. Ediciones Universidad de Antioquia. Ciencia y Tecnología. Colombia.

Züttel, A. (2003) “Materials for hydrogen storage”. *Materials Today*. Vol. 6. Núm. 9. Págs. 24-33.

Anexo I. Tabla de Abreviaturas

AAU	Montos Asignados Anualmente (Assigned Amount Unit)
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
AIE	Agencia Internacional de Energía
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CAC	Proyectos de captura y almacenamiento de CO ₂ en formaciones geológicas
CED	Comité para el Desarrollo Económico (Committee for Economic Development)
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CER	Reducciones Certificadas de Emisiones (Certified Emissions Reduction)
CFC	Clorofluorocarbonos
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
CMMAD	Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNE	Comisión Nacional de la Energía
CO₂	Dióxido de carbono
CVN	Certificados Verdes Negociables
E-FER	Energía a partir de Fuentes de Energías Renovables
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EIT	Instituto Europeo de Innovación y Tecnología
EPIA	European Photovoltaic Industry Association
ESFV	Energía Solar Fotovoltaica
EWEA	Asociación Europea de la Energía Eólica (<i>European Wind Energy Association</i>)
FAO	Fondo de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FMI	Fondo Monetario Internacional
GD	Generación Distribuida
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GRI	Iniciativa de Reporte Global (Global Reporting Initiative)
H₂S	Sulfuro de hidrógeno
I+D+i	Investigación, Desarrollo e Innovación.
ICLEI	Consejo Internacional de Iniciativas sobre Medio Ambiente Local
IDAE	Instituto para la Diversificación Ahorro de la Energía.

IDEA	Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía
IGME	Instituto Geológico y Minero de España
INCAR	Instituto Nacional del Carbón
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change)
LULUCF	Suelo, Cambio de Suelo y Silvicultura (Land Use, Land-Use Change and Forestry)
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
NAS	Academia Nacional de Ciencia (National Academy of Science)
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OGM	Organismos Genéticamente Modificados
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OMC	Organización Mundial del Comercio
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPEP	Organización de Países Exportadores de Petróleo
OTEC	Energía Térmica Oceánica (Ocean Thermal Energy Conversion)
PAEE	Plan de Ahorro y Eficiencia Energética
PANER	Plan Nacional de Energías Renovables de España
PEN	Planes Energéticos Nacionales
PER	Plan de Energías Renovables
PFER	Plan de Fomento de las Energías Renovables en España
PNA	Plan Nacional de Asignación
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
PV-TRAC	Consejo Asesor de Investigación de Tecnología Fotovoltaica (Photovoltaic Technology Research Advisory Council)
RCE	Reducciones certificadas de emisiones
RMU	Unidades de Remoción de Emisiones
RSC	Responsabilidad Social Corporativa
RSE	Responsabilidad Social de la Empresa
SSN	Organización South South North
TMR	Total de Material Requerido
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales CMCC
UNCTAD	Conferencia de Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo (United Nations Conference on Trade and Development)
URE	Unidades de reducción de emisiones resultantes
URR	Últimos recursos recuperables
USGS	Departamento de Estudios Geológicos de los Estados Unidos

WBGU Consejo Consultivo Alemán sobre el Cambio Global
(Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale
Umweltveränderungen)

WCA Asociación Mundial de Carbón (World Coal Association)

WWF Fondo Mundial para la vida silvestre (World Wildlife Fund)

Anexo II.-Leyes, convenios, acuerdos, informes y normativas consultadas

Agencia Internacional de Energía (1999) *Electricity Market Reform*. An IEA Handbook. Paris.

Agencia Internacional de Energía (2004) *Hydrogen & Fuel Cells: Review of National Research and Development (R&D) Programs*.

Asociación de Productores de Energías Renovables (2005) *Los sistemas de apoyo a la electricidad renovable en la Unión Europea*.

Asociación de Productores de Energías Renovables (2011) *Estudio del impacto macroeconómico de las energías renovables en España*.

Asociación Española de la Industria Eléctrica (1998) *Centrales eléctricas*.

Bureau Veritas Formación (2008) *Manual para la formación en medio ambiente*. Editorial Lex Nova. Valladolid.

CDM Watch (2009) *Manual del Mecanismo de Desarrollo Limpio un recurso para ciudadanos activistas y ONGs*.

Center for Sustainable Development in the Americas (2000) *La Estructura del Mecanismo de Desarrollo Limpio*. Washington, D. C.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2003) *Hacia el objetivo del milenio de reducir la pobreza en América Latina y el Caribe*. Publicaciones de Naciones Unidas.

Comisión Europea (2001) *White Paper: European transport policy for 2010: time to decide*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.

Comisión Europea (2002) *Hydrogen and Electricity. Sixth Framework Programme 2002-2006*. Bruselas.

Comisión Europea (2003) *Hydrogen and Electricity*. Sixth Framework Programme, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.

Comisión Europea (2003) *La Energía del hidrogeno y las Pilas de combustible. Una visión para nuestro futuro*. Bruselas.

Comisión Europea (2005) *El apoyo a la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables*. Comunicación. Diario Oficial C 49.

Comisión Europea (2006) *Libro Verde: Estrategia Europea para una energía sostenible, competitiva y segura*. Bruselas.

Comisión Europea (2006) *Estrategia de la UE para los biocarburantes*. Diario Oficial C 67.

Comisión Europea (2007) *Acción de seguimiento del Libro Verde. Informe sobre el progreso de la electricidad renovable*. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Bruselas.

Comisión Europea (2007) *Lucha contra el cambio climático: La Unión europea lidera el camino*. Dirección General de Comunicación.

Comisión Europea (2007) *The precautionary principle and responsible risk management*. Parliamentary Assembly Recommendation 1787.

Comisión Europea (2008) *HyWays: the European Hydrogen Roadmap*.

Comisión Europea (2013) *Libro Verde: un marco para las políticas de clima y energía en 2030*. Bruselas.

Comisión Europea (2013) *One trillion euro to invest in Europe's future – the EU's budget framework 2014-2020*. IP/13/1096.

Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (1988) *Nuestro futuro común*, Alianza Editorial.

Comisión Nacional de Energía (2012) *Informe sobre el sector energético español*.

Deutschland Energy Wind Institute (2004) *Wind Energy Study 2004. Assesment of the Wind Energy Market until 2012*.

Dirección General de Energía y Transportes (2003) *La Energía del hidrógeno y las Pilas de combustible. Una visión para nuestro futuro*. Dirección General de Investigación.

Equipo INIECO (2011) *Desarrollo de proyectos de instalaciones de energía mini-eólica aislada*. Ediciones Vértice. Madrid.

European Photovoltaic Industry Association (2004) *Solar Generation*. Bruselas.

European Union Law (1990) *Council Directive 90/220/EEC on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms*.

European Wind Energy Association (2005) *Future prospects for Wind Power Markets*.

Food and Agriculture Organizations of the United Nations (1983) *Métodos simples para producir carbón vegetal*. Estudio Montes. Núm 41. Roma

Food and Agriculture Organizations of the United Nations (2000) *Sistemas de uso de la tierra en los trópicos húmedos y la emisión y secuestro de CO₂*. Centro Internacional de Agricultura Tropical de la FAO.

Friends of the National Library of Medicine [Ed.] (1993) *Paracelsus, Five Hundred Years: Three American Exhibits*. Library of Medicine Inc. for the Hahnemann University Library. Maryland.

Fundación IDEAS (2011) *Ciudades inteligentes: Un modelo para Madrid*. Documento de Análisis Político.

German Advisory Council on Global Change (2012) *Financing the Global Energy-System Transformation. Policy Paper*.

Gobierno de España (1997) *Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico*. BOE 285 (A-1997-25340).

Gobierno de España (2009) *Real Decreto Ley 6/2009*.

Greenpeace (2006) *Renovables 100%. Un sistema eléctrico renovable para la España peninsular y su viabilidad económica*.

HYNET (2004) *Towards a European Hydrogen Energy Roadmap Executive Report*.

Instituto de Investigaciones Ecológicas (2011) *Montaje eléctrico y electrónico en instalaciones solares fotovoltaicas*. Editorial Vértice.

Instituto Geológico y Minero de España (1985) *Actualización del inventario de recursos nacionales de Carbón*. Ministerio de Industria y Energía. Secretaría de la Energía y Recursos Minerales.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2007) *Energía de la biomasa*. Madrid.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2008) *Renovables Made In Spain*.

International Hydropower Association (2003) *Hydropower: A sustainable success story*. Sutton (Reino Unido).

International Hydropower Association (2004) *Top Ten Reasons to include Hydropower in all Renewable Energy Initiatives*. Sutton. Reino Unido.

International Rivers Network (2004) *Energías Renovables Sí! Grandes Hidroeléctricas No! Doce Razones para excluir las grandes represas hidroeléctricas de las Iniciativas Renovables*. Documento preparado para la Conferencia Internacional de Energías Renovables de Bonn.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2008) *Real Decreto 1578/2008 publicado en el BOE Núm. 234*.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2010) *Plan de Acción Nacional en Energías Renovables (2011-2020)*.

Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (2010) *Perfil Ambiental de España*.

Oficina Internacional del Trabajo (2003) *Los retos y oportunidades que se plantean a los servicios públicos*. Ginebra.

Organización de las Naciones Unidas (2001) *World Population Prospects 2000*. New York.

Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2005) *Informe de la Conferencia de las Partes del Protocolo de Kioto sobre su primer periodo de sesiones*. Celebrado en Montreal el 10 de Diciembre de 2005, en particular las decisiones 5/CMP.1 y 19/CP.9.

Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2007) *Fourth Assessment Report: Climate Change*.

Parlamento Europeo (2000) *Carta de Derechos Fundamentales de la Unión Europea*.

Parlamento Europeo y Consejo Europeo (2009) *Directiva 2009/28/CE relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables*.

Plataforma Europea del Hidrógeno y las Pilas de Combustible (2005) *Visión estratégica de conjunto*.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable (2001) *Manual de Medio Ambiente y Comercio*.

Protocolo de Kioto (1997) *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.

REN21's Renewables (2012) *Global Status Report*.

U. S. Energy Information Administration (2012) *Solar Photovoltaic Cell/Module Shipments Report 2012*.

UNESCO (2005) *Informe del Grupo de Expertos de la UNESCO sobre el Principio Precautorio*.

UNESCO, UNEP (2002) *Manual de educación para un consumo sostenible youth x change. Jóvenes por el cambio*.

UNFCCC (2003) *Climate Change Information Kit. UNEP Information Unit for Conventions*. Ginebra.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (2003) *Carbono, bosques y gentes. Hacia el secuestro integrado del carbono, el medioambiente y los medios de vida sostenibles.*

United Nations Environment Programme (2002) *Global Environmental Outlook 3. Past, present and future perspectives.*

United Nations Environment Programme (2008) *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World.*

United Nations Environment Programme (2010) *The Emissions Gap Report.*

United States Department of Energy (2004) *Hydrogen Posture Plan U.S.* Washington.

United States Department of Energy/ United States Department of Transportation (2006) *Hydrogen Posture Plan. An Integrated Research, Development and Demonstration Demonstration Plan.*

University of Edinburgh (1982) *Edinburgh Wave Energy Project.*

World Energy Council (2005) *The potential for regionally integrated energy development in Africa.* Discussion Document.

World Trade Organization (2007) *Medidas sanitarias y fitosanitarias.*

Anexo III.- Doctrina Social de la Iglesia

Benedicto XVI, *A los participantes de la XIV Sesión plenaria de la Pontificia Academia de las Ciencias Sociales*. Mayo del 2008.

Benedicto XVI, *Carta Encíclica Caritas in Veritate*.

Benedicto XVI, *Encíclica Deus Caritas est*.

Catecismo de la Iglesia Católica.

Concilio Vaticano II, *Declaración Gaudium et spes*.

Juan Pablo II, *Encíclica Centesimus annus*. Ediciones Palabra, Madrid 1991.

Juan Pablo II, *Sollicitudo rei socialis*.

Juan XXIII, *A los participantes en la III reunión del Consejo Episcopal Latinoamericano* (15 de noviembre de 1958).

Juan XXIII, *Encíclica Mater et Magistra*, Roma 1961.

Juan XXIII, *Encíclica Pacem in terris*, Roma 1963.

León XIII, *Encíclica Humanum Genus*, Roma 1884.

León XIII, *Encíclica Rerum novarum: Acta Leonis XIII*, 11 (1892).

Pío XI, *Encíclica Quadragesimo anno*. Roma 1931.

Pío XII, *La Elevatezza*. Discurso sobre la suprenacionalidad de la iglesia. 20 de febrero de 1946.

Pontificio Consejo Justicia y Paz.

Nota: La Encíclica del Papa Francisco Laudato Sí, dirigida específicamente al tema del medio ambiente, fue promulgada cuando ya se estaban realizando los últimos retoques al presente trabajo. Ésta ha sido la razón por la cual no se han incorporado, en la presente tesis, las valiosas aportaciones del Pontífice actual sobre esta temática.

Anexo IV.-Enlaces por Internet

Agencia Internacional de Energía <http://www.iea.org/>

American Petroleum Institute <http://www.api.org>

Carnegie Wave Energy Limited <http://carnegiewave.com/>

Consejo Mundial de Energía <https://www.worldenergy.org>

European Biodiesel Board <http://www.ebb-eu.org/media.php>

European Commission Research & Innovation
<http://ec.europa.eu/research/energy/eu>

Food and Agriculture Organization for the United Nations
<http://www.fao.org>

Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía <http://www.idae.es/>

Ministerio de Industria, Energía y Turismo <http://www.minetur.gob.es/>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
<http://www.oecd.org/>

Organización de las Naciones Unidas <http://www.un.org/es>

Organización Mundial de la Salud <http://www.who.int/es/>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<http://www.pnuma.org/>

Programa 21 <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/>

Sustainable Brands <http://www.sustainablebrands.com/>

The National Center for Public Policy Research
<http://www.nationalcenter.org>

World Nuclear Association <http://www.world-nuclear.org>

Anexo V.- Otras referencias

Fundación OTEC, "*Makai Ocean Engineering's Heat Exchanger Test Facility opened*". Disponible en: <http://www.otecnews.org/2011/11/makai-ocean-engineerings-heat-exchanger-test-facility-opened/>

Nota periodística *Promueven crear en Santoña un centro de pruebas de energía maremotriz*. Agencia EFE. Disponible en: <http://www.energiasrenovables.ciemat.es/?pid=4000&tipo=noticias&id=1858>

Nota periodística "*Deep Pipelines for Ocean Thermal Energy Conversion*". Disponible en: <http://www.makai.com/pipelines/otec/>

Nota periodística "*Power from the Sea*" Revista: Popular Mechanics, December 1930, disponible en: http://books.google.es/books?id=qOIDAAAAMBAJ&pg=PA881&dq=Popular+Science+1930+plane+%22Popular+Mechanics%22&hl=en&ei=_7BITsWeBYTWgQf9mliLCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&sqi=2&redir_esc=y#v=onepage&q=Popular%20Science%201930%20plane%20%22Popular%20Mechanics%22&f=false.

Nota periodística *Airbus y Parker Aerospace unen sus fuerzas en el desarrollo de la tecnología de pilas de combustible para mejorar la ecoeficiencia en la aviación*. Disponible en: http://www.airbus.com/no_cache/presscentre/pressreleases/press-release-detail/detail/airbus-y-parker-aerospace-unen-sus-fuerzas-en-el-desarrollo-de-la-tecnologia-de-pilas-de-combustibl/

Nota periodística *Energía Termal Oceánica*. El mundo.com. disponible en: <http://www.elmundo.com/portal/pagina.general.impression.php?idx=131496>

Nota periodística *Fuel Cells and the Off-Grid Power Market* disponible en: <http://www.reuters.com/article/2011/04/20/idUS400719958520110420>

Nota periodística *Il Nobel Carlo Rubbia: "il Protocollo di Kyoto è un Palliativo"*. Disponible en: <http://www.spiritual.it/it/notizie/il-nobel-carlo-rubbia-il-protocollo-di-kyoto-e-un-palliativo,3,10548>

Nota Periodística: *Cambio climático: Ban considera un éxito la Conferencia de Copenhague*. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=17332#.VjpMC9KrTIU>

Nota Periodística: *Intel on wheels. Can a small Canadian company overthrow the internal-combustion engine?* Disponible en: <http://www.economist.com/node/174285>

Nota periodística: *The World Bank: How it Compromises Economic Development by Promoting a Population Control Agenda*. Disponible en:
<https://s3.amazonaws.com/cfam/wp-content/uploads/Number-7-World-Bank-2007.pdf>