

# LA ELECTRIFICACIÓN EN LA SOCIEDAD ENTRE PARES

UNA  
NUEVA NARRATIVA  
PARA  
FUTUROS  
SOSTENIBLES

SIRKKA HEINONEN &  
JONI KARJALAINEN

Centro de Investigación  
en Futuros de Finlandia (FFRC)

Publicaciones FFRC 1/2020

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN FUTUROS DE FINLANDIA (FFRC)  
PUBLICACIONES FFRC 1/2020

# LA ELECTRIFICACIÓN EN LA SOCIEDAD ENTRE PARES

UNA **NUEVA NARRATIVA** PARA  
**FUTUROS SOSTENIBLES**

SIRKKA HEINONEN & JONI KARJALAINEN

HELSINKI 2020

© Heinonen, Karjalainen y Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC)

**ISBN** 978-952-249-549-5 (impreso)

**ISBN** 978-952-249-550-1 (pdf)

**ISSN** 1797-1284

**PORTADAS E ILUSTRACIONES** de Katja Makkonen y Maiju Kolisoja, Agencia Days

**DIAGRAMACION** de Anne Arvonen

**TRADUCCIÓN AL CASTELLANO** de Sidney Evans

**EDITOR** Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC)

[www.utu.fi/ffrc](http://www.utu.fi/ffrc)

[tutu-info@utu.fi](mailto:tutu-info@utu.fi)

Facultad de Economía, Universidad de Turku

20014 UNIVERSIDAD DE TURKU

PAINO-KAARINA S.A.

KAARINA 2020

# CONTENIDO

	Prefacio	5
1	INTRODUCCIÓN	7
2	VISIÓN DE UNA SOCIEDAD ENTRE PARES ALIMENTADA POR ENERGÍA RENOVABLE	23
3	EL AUGE DE LA ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA HACE POSIBLE EL MUNDO NEO-CARBONO	39
4	ECONOMÍA CIRCULAR ELECTRIFICADA EN UNA SOCIEDAD ENTRE PARES – ¿QUIÉNES SON LOS GANADORES?	57
5	CUATRO ESCENARIOS TRANSFORMACIONALES DE LA ENERGÍA NEO-CARBONO AL 2050	72
	Startup radicales 2050	
	Gigantes de la tecnología orientados al valor 2050	
	Ingenieros verdes hazlo-tú-mismo 2050	
	Nueva conciencia 2050	
6	LAS SORPRESAS SON LA NUEVA NORMALIDAD – SEGURIDAD ELÉCTRICA	119
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133
	Referencias	143
	Índice	152



# PREFACIO

Estimado lector:

Lo invitamos a viajar en el tiempo hacia una sociedad futura electrificada gracias al uso de energías renovables. Debido al cambio climático, es imperativo que creemos un sistema de energía libre de emisiones, promoviendo las energías renovables, especialmente las energías eólica y solar. La revolución energética implica más descentralización y que los ciudadanos se vuelvan “prosumidores”, es decir, simultáneamente productores y consumidores. Estos desarrollos tecnológicos están entrelazados con cierto estilo de vida y con cambios societales, a medida que emerge la llamada “sociedad entre pares”.

Describiremos cuatro escenarios transformativos de posibles futuros sostenibles en donde la energía limpia abunda y la producción de energía se basa en energía renovable. Este libro es de comunicación científica en el que resaltamos los resultados del Proyecto Energía Neo-Carbono, financiado por Tekes (2014–2017). El libro se dirige a todos los interesados en cómo se puede visualizar el futuro, los cambios societales y los avances tecnológicos. La energía es un asunto no sólo tecnológico o económico, sino también un tema cultural y geopolítico.

Este libro puede usarse como material de enseñanza y aprendizaje en universidades, escuelas vocacionales y escuelas secundarias. Al momento de escribir este libro, nos encontramos en medio de una pandemia mundial – un evento imprevisto que tomó al mundo por sorpresa. Anticipar futuras alternativas es crucial. Nuestro mensaje apunta a reforzar el “pensamiento prospectivo” sistemático. En nuestro complejo mundo esta mentalidad orientada hacia los futuros posibles se ha convertido en una capacidad fundamental a la que deben recurrir los gobiernos, empresas y ciudadanos, a un mismo nivel. Presentamos también las perspectivas y pasos concretos en la marcha hacia la era pos-fósil.

Quedamos sumamente agradecidos por el financiamiento para la elaboración de esta publicación en su versión original proporcionada por STEK, Solar Foods S.A., y la Universidad de Turku. También va nuestro reconocimiento por todos en el Proyecto Energía Neo-Carbono, el grupo que dirigió la elaboración del original en finlandés, y especialmente a Juho Ruotsalainen por su trabajo original sobre los escenarios y los aspectos socioculturales de la transición energética. Nuestros agradecimientos más sinceros a Katja Makkonen y Maiju Kolisoja por el diseño visual, a Anne Arvonen por el trabajo de edición así como para el traductor Sidney Evans y a Iker Esquivel por su ayuda con la versión final.

¿Le gustaría participar en los esfuerzos para hacer que esta narrativa de futuros sostenibles se haga realidad? Entonces, lo invitamos a emprender este viaje de importancia crítica para construir un futuro compartido y limpio para la humanidad. El futuro no sólo nos está alcanzando por sí solo. También es creado por nuestros propios planes, elecciones y decisiones.

*Helsinki, Finlandia, 24 de octubre del 2020 – Día de las Naciones Unidas*

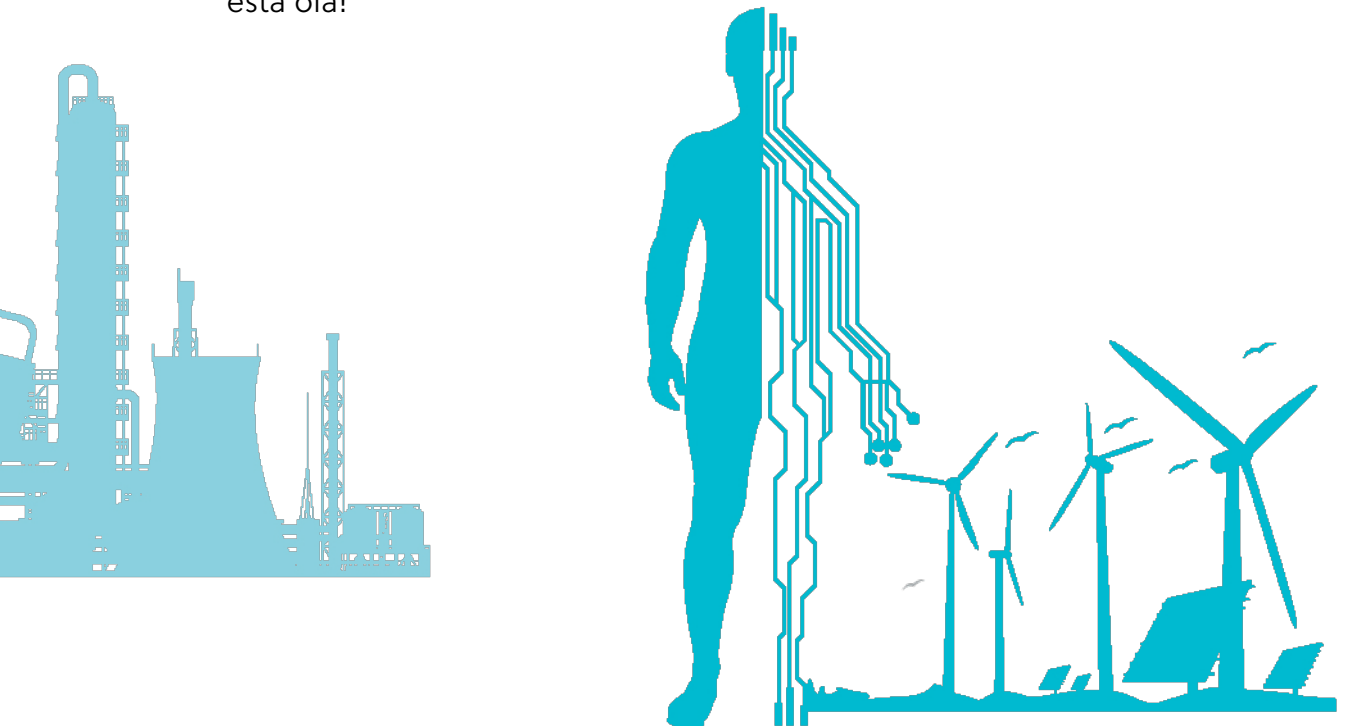
*Sirkka Heinonen y Joni Karjalainen*



Cuatro etapas históricas en el desarrollo de la humanidad con una visión de los futuros energéticos.

# 1 INTRODUCCIÓN

El mundo siempre cambia. Las visiones de posibles soluciones y sistemas energéticos futuros a menudo desestiman las perspectivas sociales y societales de las transformaciones que nos plantean. Pero en último término, tenemos que entender que la energía es un tema fuertemente relacionado con la transformación de las sociedades. Además de los aspectos técnicos y económicos, debemos considerar la energía desde un punto de vista social y cultural. La energía forma parte de los valores de las personas y sus modos de vida. La energía también es una condición para nuestra supervivencia. La "nueva" gran electrificación, que este libro explora en detalle, nos plantea un desafío. Cuando un sector tras otro se electrifica utilizando energía renovable, poco a poco eliminamos las emisiones de nuestras vidas. Sumémonos a esta visión de la sociedad futura entre pares, en la que los ciudadanos se vuelven productores de energía. Los cambios en las sociedades se producen por olas. ¡Ha llegado el momento de correr esta ola!





**“El propósito de los seres humanos es demostrar que la vida humana es una preciosa contribución general, que hace que la vida sea más rica y valiosa con los humanos que sin ellos”.**

PENTTI MALASKA

## UN NUEVO AMANECER – UN NUEVO HORIZONTE FUTURO

Muchos se interesan en la energía, el cambio social y el futuro. Se han escrito muchos libros acerca de la energía. Por ejemplo, acerca de los recursos energéticos y las leyes de la física que los rigen, a menudo desde un punto de vista tecnológico o desde la perspectiva de las ciencias naturales. Cuando se trata de asuntos energéticos, la historia se detiene en los desarrollos y las decisiones del pasado. Los científicos sociales más bien examinan los temas contemporáneos, tales como los riesgos relacionados con la producción, la seguridad, y las políticas de energía. El rol que juega el petróleo barato ha sido un tema popular. Una nueva generación de trabajos y publicaciones se ocupa de los riesgos existenciales derivados del cambio climático y sus impactos. Numerosos manuales abordan la acción del medioambiente y el clima, aportando soluciones para incrementar la eficiencia energética. De otro lado, los proyectos “hazlo-tú-mismo” que proponen maneras de que nos transformemos en productores de electricidad en pequeña escala. Muchos de estos libros nos han permitido entender mejor los cambios en el sector energético. Pero hasta el momento, sin embargo, hace falta **una publicación de alcance general que explique extensamente la visión y las oportunidades que ofrecen las fuentes energéticas renovables, a la vez que se interpretan los cambios culturales y sociales que se prevé.**

Con este libro queremos responder a tal desafío. Nuestro objetivo es examinar las razones que sustentan el auge de la energía renovable, y también otros asuntos relacionados. Hablaremos de las pre-condiciones tecnológicas, económicas y sociales necesarias para que se generalice la adopción de tecnologías de energía renovable. Lo que hace especial a este libro es **su orientación hacia los futuros**. La narración en este libro comienza señalando que en la sociedad siempre existen una serie de presiones subyacentes y ocultas que conducen al cambio. La energía renovable, y las muchas manifestaciones de la creciente aceptación de que goza, así como la electrificación son un elemento central a lo largo del libro, según las conceptualiza y define el conocimiento científico más reciente. Nuestro propósito es que el lector considere esta interacción de las energías renovables y la electrificación en tres dimensiones, a saber, tecnológica, económica y social, y su rol en la mitigación del cambio climático.

Nuestro principal mensaje es que las fuentes de energía renovable, la "nueva" gran electrificación y los principios de una sociedad entre pares plantean la posibilidad de una visión totalmente nueva de un futuro libre de emisiones, que no se ha explorado anteriormente en los escenarios internacionales. Esta visión ofrece una ventana para reflexionar sobre el futuro del sector energético en conjunto. Los primeros signos de cambio que vemos hoy pueden ser sólo la punta del iceberg, ya que bajo la superficie se ocultan poderosos procesos subyacentes y corrientes generalizadas, duraderas y profundas de cambio. Estas presiones a favor del cambio nacen de las convulsiones de nuestro mundo: cambian los estilos de vida y se desarrolla la tecnología. Querámoslo o no, durante las próximas décadas seremos testigos de un acelerado avance tecnológico y en todo el planeta experimentaremos los diversos efectos del cambio climático en nuestra vida cotidiana. El libro presenta escenarios que muestran novedosos e inesperados futuros energéticos, junto con factores y fuerzas que desbrozan los caminos que conducen a esos futuros.

Cabe resaltar dos temas. Primeramente, las presiones a favor del cambio en el sector energético y la implementación de un sistema de energía renovable pueden, con el paso del tiempo, transformar el sistema energético global y las sociedades, de manera mucho más profunda que lo que hasta ahora hayamos imaginado. Al mismo tiempo, surgen preguntas acerca de la dirección futura que deseamos seguir y las maneras para alcanzar dichos futuros: ¿cómo se puede llegar a un futuro libre de emisiones en continentes, países y sociedades tan distintos entre sí?

## LA ENERGÍA ES EL MOTOR QUE IMPULSA LA VIDA Y EL DESARROLLO

*La energía es vida. Es incluso algo más grande que la vida. Los seres humanos necesitan energía para vivir, aun si la vida y la energía no necesitan a los seres humanos. El primer gran “salto energético” de la humanidad se dio cuando aprendimos a usar el fuego. Según el mito de Prometeo, un titán benévolo dio el fuego a los seres humanos, pero fue luego castigado, por sus actos por Zeus, el dios supremo.<sup>1</sup> El fuego libera luz y calor, y simboliza la tecnología y la electricidad. La energía se manifiesta en distintas formas: por ejemplo, como energía potencial, energía cinética, energía térmica, energía química y energía eléctrica. La electricidad es una forma de energía. La historia de la electricidad empieza hace tres mil años con la observación de la atracción entre un pedazo de ámbar y una roca magnética, mucho antes de que se descubriera la teoría del magnetismo.*

La energía está entrelazada con las transformaciones de la sociedad. Afecta la tecnología, la economía y hasta la cultura. A menudo, la energía se concibe esencialmente como un problema tecnológico ya que existen múltiples fuentes, formas, procesos y métodos para usar la energía. Por estas y otras razones, necesitamos ingenieros. La energía también es un asunto económico ya que para producir energía son necesarios medios de producción, que requieren inversiones. Quien tiene energía a menudo también posee poder y riqueza. Los asuntos energéticos tocan a los hogares, empresas y a la economía nacional. Es posible contemplar de forma simultánea los efectos del uso de la energía en nuestra propia vida, sociedad y a escala global. Los impactos del uso de la energía en el medio ambiente deberían, sin embargo, ocupar siempre el centro de nuestras reflexiones.

Podemos aproximarnos a la energía desde diversas perspectivas sociales y culturales. Como mencionamos anteriormente, la energía expresa estilos de vida y representa una serie de valores. Podemos pensar en la energía desde una óptica ética. La energía influye en nuestra forma de vida, cuando consideramos qué fuentes energéticas usar, cómo se produce la energía y qué efectos tienen estas decisiones en nuestras vidas. Súbitamente, la energía se convierte en algo muy personal. También podemos añadir elementos de arte y diseño a la energía. Podemos incluso soñar y fantasear acerca de la energía. ¿Cómo sería la vida en una sociedad futura en donde la energía fuese gratuita, libre de emisiones y sostenible? Lo que comparten todas estas perspectivas es, de manera esencial, la energía es una condición para nuestra supervivencia.

---

1 El mito de Prometeo nos ayuda a reflexionar sobre la relación entre los seres humanos, la naturaleza y la tecnología (Heinonen 2000).

Según Sergei Kapitza (2006), la energía es el factor más importante del crecimiento y es un recurso crucial para el desarrollo. Al inicio del siglo XIX, cada persona consumía aproximadamente medio kilowatt de electricidad al año. Esto es aproximadamente apenas medio caballo de fuerza. Desde el año 1850 en adelante, la producción de energía se incrementó dos veces más rápido que la población mundial. De 1850 a 1990, la población del mundo creció 4,3 veces, pero en este período, la producción de energía se incrementó 17 veces. Al inicio del nuevo milenio, un ser humano promedio usaba cada año una cantidad de energía equivalente a 2,3 toneladas de carbón. Con esta cantidad de energía, se podría enviar un ser humano al espacio. Hoy en día, se necesita energía para distintos propósitos, como calefacción, refrigeración, alumbrado, comunicaciones, transporte, industria, construcciones, agricultura y más. También es el dínamo de la sociedad de la información, de la digitalización e impulsa muchas tecnologías emergentes.

## LA ENERGÍA EN DIVERSAS FASES DEL DESARROLLO MUNDIAL

Las sociedades cambian en grandes fases, ciclos y olas. Todos los principales avances en la historia han incluido cambios tecnológicos, socioeconómicos y culturales entrelazados unos con otros. Los cambios fundamentales han significado siempre un cambio en las comunicaciones y en el uso de la energía. Una razón detrás de esto es que una mayor producción y consumo de energía permite el desarrollo de sociedades más complejas.<sup>2</sup> Cada giro fundamental ha requerido necesitado nuevas comunicaciones y medios para responder a una creciente complejidad. A lo largo del tiempo, estos cambios cíclicos han revolucionado los métodos de producción y la economía, dándole forma también a las concepciones sobre la humanidad y su lugar en el mundo. Muchos cambios se han difundido gracias a innumerables redes de interacción y de comercio, que han transferido tanto bienes como ideologías, poder y dinero de una cultura a otra (McNeill & McNeill 2010). La siguiente categorización es una manera de conceptualizar el desarrollo de las sociedades después de la era prehistórica.<sup>3</sup>

La evolución aumentó el tamaño del cerebro humano, que había empezado a procesar y almacenar crecientes cantidades de información. A pesar de este crecimiento, las sociedades humanas tempranas dependían de su entorno inmediato. En todo el mundo, las comunidades y sociedades cazadoras-recolectoras (100.000 a 10.000 AEC) se alimentaban ya sea cazando animales y pescando, o recolectando plantas y bayas. El uso del fuego hizo posible la cocción del pescado o carne y proporcionó cobijo frente al frío y las bestias salvajes. Las sociedades cazadoras-recolectoras eran generalmente pequeñas y más bien móviles, y se organizaban en grupos de comunidades locales o tribus. El desarrollo del lenguaje oral propició la comunicación entre las personas.

---

2 La complejidad significa que las relaciones entre causa y efecto, así como sus dependencias mutuas, que constituyen la base de nuestras sociedades, son tan complejas que se vuelve difícil entender cómo funciona una sociedad. Adicionalmente, un cambio en una parte de la sociedad puede causar cambios imprevistos en otras partes del sistema.

3 Los historiadores sociales han tratado de definir las sociedades y su modo de operación. Los historiadores económicos analizan los progresos tecno-económicos que transforman las sociedades pasadas. Para los historiadores económicos, las fechas sólo son aproximativas. Durante las transformaciones, las fases tempranas no desaparecen completamente, sino más bien permanecen, ejerciendo su influencia continuamente, pero en capas más delgadas.

En las **sociedades agrícolas (a partir de 10.000 AEC)**, la agricultura pasó a ser la base de la economía. La Primera Revolución Agrícola, también llamada Revolución Neolítica, permitió el crecimiento de comunidades, organización, aldeas, centros de comercio y civilizaciones tempranas. En las sociedades agrícolas, los seres humanos aprendieron a domesticar vegetales. La introducción de nuevos cultivos diversificó la dieta humana: los agricultores se asentaron, el grano empezó a ser almacenado por periodos largos, los excedentes empezaron a ser comerciados, y los domicilios fueron construidos para volverse más permanentes que en las sociedades nómadas.<sup>4</sup> En las sociedades agrarias los humanos aprendieron a domesticar las plantas. El uso de animales en la agricultura hizo posible realizar tareas cada vez más laboriosas. Sin embargo, las sociedades agrícolas dependían principalmente de la energía solar, que era almacenada por las plantas. El hecho de que las sociedades dependieran de su fuerza muscular limitó su complejidad (Heinberg 2006). La invención de la escritura durante este largo período permitió la comunicación de mensajes en formas novedosas. Los desarrollos graduales a lo largo de miles de años labraron el camino para el surgimiento de imperios tempranos, reinos, cacicazgos y los primeros ciudades-estado.

Desde la perspectiva actual, nuestras sociedades probablemente hayan sido moldeadas sobre todo por la **industrialización**. La transición hacia sociedades industrializadas comenzó en Gran Bretaña en el siglo XVIII e introdujo el uso de la energía fósil y la dependencia de la misma.

La *Primera Revolución Industrial* se caracteriza por el creciente uso del carbón. El carbón fue introducido para alimentar los motores a vapor recién inventados, así como los buques de vapor. El sistema fabril significó un mayor uso de maquinaria. La máquina de hilar es un símbolo de la temprana industrialización de la tejeduría, ya que aumentó la eficiencia del proceso de tejido, multiplicándolo por un factor de ocho. Empezó una era de trabajo industrial, con trabajadores que entraban a las fábricas para trabajar por muchas horas a menudo en malas condiciones. La invención de la locomotora de vapor y la expansión de las vías férreas causaron un incremento exponencial de la demanda de acero barato y producido en masa. Al iniciarse el transporte por ferrocarril, se introdujeron los horarios, lo cual llevó a la estandarización del tiempo (Ogle 2015).

Alrededor del año 1870, la *Segunda Revolución Industrial* inició la era de la producción en masa y el desarrollo de las industrias siderúrgica y química. Vale la pena que prestemos en este punto particular atención al proceso de la "primera" gran electrificación, marcada por la invención del motor eléctrico, las aplicaciones prácticas de la electricidad y un incremento en la producción de electricidad. En 1831, un investigador inglés llamado Michael Faraday logró convertir el movimiento mecánico en electricidad, al descubrir la inducción electromagnética. Después del desarrollo del motor eléctrico, el primer generador industrial fue construido en la década de 1870. Thomas Alva Edison jugó un papel central en el desarrollo de la luz eléctrica cuando inventó el bombillo incandescente para competir con la iluminación a gas y aceite. En la década de 1880, se introdujeron las primeras plantas eléctricas con motores de vapor, así como los servicios públicos de distribución de electricidad. La luz eléctrica se empezó a usar en las fábricas, teatros y calles de las ciudades. La noche se volvió día, cambiando la vida cotidiana. El problema de la transmisión eléctrica tenía que ser resuelto antes de que la electricidad pudiera ser adoptada masivamente. Gracias a Nikola Tesla, la invención del

---

4 La agricultura también fortaleció el pensamiento prospectivo. Era más importante que antes poder predecir el clima. En el delta del Nilo, los sacerdotes analizaban el color del agua para anticipar elementos importantes para una cosecha de granos abundante (Schwartz 1996).

sistema eléctrico de corriente alterna hizo posible incrementar el voltaje.<sup>5</sup>

El crecimiento económico y demográfico fueron promovidos por muchos factores, pero existe un factor por encima de todos los demás, el cual, es el petróleo. El petróleo es probablemente el recurso natural no renovable más poderoso que la humanidad haya descubierto y explotado hasta el momento. Especialmente después de la Segunda Guerra Mundial, se ha extraído y producido una cantidad creciente de petróleo destinada a los mercados globales. El volumen de un barril de petróleo es de aproximadamente 159 litros, lo cual equivale al esfuerzo de trabajo anual de 12 personas. En otras palabras, se necesitarían 25.000 horas de trabajo manual para equiparar la cantidad de energía que se encuentra contenida en un solo barril de petróleo. Como fuente de energía, el petróleo es tan denso y asequible que es prácticamente gratuito (incluso si su precio fluctúa). La energía barata almacenada en el petróleo ha contribuido al crecimiento exponencial de la economía mundial y de la población global.

Las dos características clave de la era industrial son la lógica centralizada y la linealidad. La energía era producida en centrales eléctricas y luego transmitida a usuarios. Los medios, a su vez, asumieron la lógica de la comunicación masiva, con ciudadanos que se informaban diligentemente en los diarios, la radio y la televisión. A menudo, el estado ejercía un monopolio en estos sectores.

Una indicación es que por los años 1960 muchos soñaban con una energía abundante que podía provenir de la energía nuclear, que compartía estas características. En las décadas siguientes, la energía nuclear se expandió en el mundo. Hoy en día, aporta alrededor del 10 por ciento del suministro de electricidad mundial – sobre todo en América del Norte, Europa y Asia.<sup>6</sup> Pronto, una fuerza fundamental empezaría a cuestionar estas ideas.

La llamada Tercera Revolución Industrial, que usualmente se considera que empezó en los años 1970, se caracteriza por el nacimiento de la tecnología de la información y la comunicación (TIC). La invención del transistor y el microprocesador dieron nacimiento a una industria completamente nueva, llamada “electrónica”. El uso de la electrónica automatizó muchos procesos en la industria y en la producción e intensificó el procesamiento de información. Por el momento en que surgió, se entiende que la energía nuclear forma parte de la tercera revolución industrial. En las décadas siguientes, las computadoras se apoderaron de los centros de trabajo y hogares (y, posteriormente, de los cafés de internet). El mundo ha evolucionado hacia la era de la sociedad de la información. La cantidad de información creció enorme y rápidamente, diseminándose gracias a Internet.<sup>7</sup> Los miles de millones de circuitos integrados de los transistores se han vuelto una parte integral y generalmente invisible de nuestras vidas. Al final del milenio pasado, el Internet y la tecnología móvil, la mayor penetración de las redes, y la globalización del conocimiento y la economía habían revolucionado la producción, el comercio y las comunicaciones. En consecuencia, los costos marginales de compartir

---

5 La corriente alterna se volvió el sistema más común. Una ventaja de la corriente alterna es que permite que el motor de inducción, una estructura simple para los motores eléctricos fuese ampliamente adoptado posteriormente, especialmente para uso industrial.

6 La explotación del uranio es una Caja de Pandora que ha suscitado la carrera armamentista nuclear y las disputas relacionadas en la política internacional. La energía nuclear está plagada de problemas debido a su costo y el riesgo que representa.

7 El Internet se ha venido desarrollando desde los años 1950. El protocolo TCP/IP se desarrolló en los 1980. Se considera que Tim Berners-Lee fue el inventor del Internet, pues desarrolló la World Wide Web (www) en 1990.

información el día de hoy son casi cero, el servicio se encuentra disponible casi para todos y es prácticamente gratuito. Con los últimos desarrollos, en especial la digitalización, estamos avanzando hacia una era de sociedades del conocimiento.

## **La preocupación por el cambio climático sigue aumentando**

Las acciones de los seres humanos están dejando otro tipo de marca duradera en la Tierra. La temperatura global promedio se ha incrementado en más de un grado Celsius desde 1850. Dos tercios de este calentamiento han ocurrido desde 1975; y hasta 0.15 y 0.20 grados en las últimas décadas. A diferencia de lo que se supuso anteriormente, el calentamiento global no se detendrá debido al agotamiento de los combustibles fósiles, ya que no se acabarán tan rápido como se pensaba. Más bien, se han explorado y desarrollado recursos fósiles que antes eran más difíciles de obtener, tales como el petróleo de aguas profundas y el gas de esquisto, gracias a los avances tecnológicos.

El clima está cambiando incluso más rápido de lo que habíamos asumido. Los cambios están empezando a experimentarse en todo el mundo. Se espera un aumento en las temperaturas promedio globales a corto y mediano plazo. En las regiones polares norte y sur, el calentamiento es dos veces más rápido que el calentamiento global promedio. Los eventos climáticos extremos, tales como las olas de calor, las tormentas y las inundaciones, pueden volverse más frecuentes y severos. Se asume que muchos países en desarrollo serán severamente afectados, en parte por sus limitados recursos para adaptarse al cambio climático. En combinación con otras presiones inducidas por el hombre, se teme que se reduzca el abanico de especies y la diversidad natural (IPCC 2018; IPBES 2019; ver también Larsen et al. 2014).

Las campanas de alarma están sonando en señal de urgencia. A medida que se vayan acumulando las emisiones de carbono, nos enfrentaremos a cambios colectivos en las décadas venideras que son difíciles de anticipar desde ahora, sin siquiera mencionar los siglos futuros. Si no se toman acciones decisivas, enfrentaremos imágenes cada vez más distópicas del futuro.

## LA PRÓXIMA FASE DEL DESARROLLO

En este libro presentamos una visión de la próxima fase del desarrollo. Los ingredientes de esta visión ya eran visibles al momento del cambio de milenio, pero se extienden mucho más hacia el futuro. El propósito de esta visión es anticipar alternativas, desafiar los patrones de pensamiento dominantes que surgen del mundo pasado, y prepararnos para el futuro. Simultáneamente, sostenemos que nuestra comprensión de lo que es la humanidad podría cambiar junto con el desarrollo tecnológico.

Como principio guía, las sociedades funcionan cada vez más como redes (Castells 1999; van Dijk 2012). Las tecnologías de la comunicación funcionan en redes, posibilitando la comunicación en cualquier lugar del mundo. La información cruza fronteras con menor esfuerzo y se expande más rápido que en cualquier otra época. La economía y el trabajo se han vuelto globales y en algunas instancias son incluso independientes de su ubicación. Los principios de la interconexión crean nuevas prácticas, refuerzan a los actores de base y sustentan las prácticas de una sociedad en constante interacción. Tal como lo muestran las redes sociales, los flujos de información y las comunicaciones se han vuelto multi-direccionales. Las consecuencias y méritos de la lógica de redes son indiscutibles. Las personas pueden interactuar en línea como iguales o pares, lo cual permite que tomen independientemente su curso de acción. La difusión de una gran variedad de ideas crea un diálogo activo entre los ciudadanos. Esto significa que el mundo se percibe desde una “perspectiva entre pares”. Al actuar como pares y al ver el mundo desde una perspectiva horizontal, se cuestiona la autoridad e instancias de gobierno injustas. Por supuesto, no se han desmontado todas las jerarquías y esta lógica también tiene desventajas (Ferguson 2018).

Estos cambios, en especial los rápidos avances en la tecnología de la comunicación que posibilitan los principios de relación entre pares crean una base para la producción entre pares (Bauwens 2005; 2007; Benkler 2017). La producción entre pares significa que los individuos y las organizaciones pueden actuar como pares entre sí para usar y producir recursos que se comparten y explotan abiertamente. Algunos ejemplos conocidos de producción entre pares son Linux, un sistema operativo para computadoras; Wikipedia, una enciclopedia en línea actualizada por sus usuarios; y en la década del 2010, numerosos servicios para compartir música y una serie de aplicaciones móviles – por ejemplo, para conseguir alojamiento, transporte y comida<sup>8</sup> que afectaron casi todos los aspectos de la vida. La colaboración abierta y la producción entre pares son cada vez más comunes debido al efecto conjunto de factores económicos, tecnológicos y culturales. Cada vez se genera más valor económico en la producción inmaterial. Esto significa que los ciudadanos de hoy tienen las tecnologías necesarias para organizarse autónomamente para, por ejemplo, comunicarse e incluso participar en la producción económica. Los ciudadanos valoran cada vez más la expresión cultural propia. La apertura y la actualización independiente de conocimientos son precondiciones cada vez más importantes para el éxito global, incluso cuando se reconoce el valor de la diversidad cultural.

---

8 La producción entre pares (Bauwens 2005; 2007) ha sido caracterizada como la innovación organizacional o la práctica social más radical provocada por la era del Internet.



La pieza faltante en este rompecabezas concierne a la energía. En este sentido, la energía renovable ofrece una respuesta lógica y plausible. La energía renovable puede colocarse en el mismo grupo que el Internet, las redes sociales y los dispositivos móviles, es decir, en tanto tecnología descentralizada que la comunidad puede adoptar y modular fácilmente.<sup>9</sup> Como muchas tecnologías emergentes, las tecnologías de la energía renovable son descentralizadas, cada vez más asequibles y pueden producir electricidad casi gratuitamente para los mercados. En términos de difusión, las instalaciones de energía renovable también pueden expandirse rápidamente. En un futuro no muy distante, la energía renovable puede volverse ubicua. Adicionalmente, la electricidad de fuentes de energía renovables podría funcionar como una plataforma, en la que la electricidad prácticamente gratuita y con cero emisiones sea compartida entre los ciudadanos, las empresas y la industria. Si los desarrollos tecnológicos futuros y las infraestructuras apoyan esta visión, podríamos ser testigos de una gran ola de electrificación.

## SE APROXIMA UNA NUEVA GRAN ELECTRIFICACIÓN

La electricidad tiene innumerables aplicaciones. La electricidad puede ser convertida con gran eficiencia en movimiento mecánico, calor o energía química. La electrificación hace que el uso de energía no requiera esfuerzo, gracias a la eficiencia energética y a la facilidad para transmitir electricidad, incluso a larga distancia. Por sus características, la electricidad puede ser usada de formas diversas. Una nueva tendencia tecnológica tiene que ver con la electrificación de los objetos, servicios y artículos del día a día. En vista de que la electricidad se usa cada vez más como el principal vehículo de energía del sistema energético, debemos preguntarnos cómo se produce. Si se produce con fuentes de energías renovables cada vez más asequibles, como la energía solar o eólica, puede eliminarse las emisiones de casi todo el sistema de energía.

Por esta y otras razones que expondremos más adelante, **el futuro de la energía está en la electricidad**. La nueva gran electrificación abre la oportunidad para reducir las emisiones de dióxido de carbono provocadas por el uso de combustibles fósiles. La electrificación puede también catalizar otras transformaciones en el sector de la energía. De hecho, es incluso posible crear combustibles sintéticos usando electricidad, como veremos más adelante en este libro. Cuando la electricidad es transformada en hidrocarburos sintéticos, actúa como sustituto de los combustibles fósiles. Se espera que dichas configuraciones tecnológicas asuman un rol central en la lucha por la supervivencia de la humanidad. Ya existen visiones de una revolución energética "limpia", en la que la producción de energía libre de emisiones, las tecnologías novedosas y nuevos modelos de negocio ingresarán al mercado con toda su fuerza, acelerando este proceso (von Weizsäcker & Wijkman 2018). En estas visiones, dichas configuraciones desplazarán la forma en que se produce, distribuye y consume la energía.

---

9 Las fuentes energéticas no renovables son típicamente centralizadas, a menudo de explotación costosa y, luego del proceso de extracción, es costoso desensamblar la infraestructura construida para aprovechar estos recursos.

## LAS TECNOLOGÍAS LIMPIAS PROVOCAN UNA DISRUPCIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO

Una revolución energética limpia se refiere a una transformación fundamental de la producción y consumo de energía (NREL 2015). La revolución que se propone se relaciona con la creciente adopción de tecnologías de energía renovable, en especial las energías solar y eólica, pero también con soluciones novedosas de ingeniería, almacenamiento de energía y electrificación del sector del transporte gracias a los autos eléctricos y sin conductor, con la movilidad entendida como servicio, y otras aplicaciones relacionadas. Para llevar a cabo esta fundamental transformación se invierte una cantidad creciente superior a 300 miles de millones de dólares anuales en tecnologías limpias (BNEF 2019). Como lo ha calificado el gurú tecnológico de Silicon Valley Tony Seba (2016), la disrupción limpia es una fuerza inevitable y fortalecedora. Para nuestra sorpresa, el efecto combinado potencial de estos cambios rara vez se explora cuidadosamente.

En primer lugar, la electrificación del sistema energético probablemente sea un proceso complejo. Los principios y maneras novedosos de organizar el sector energético socavan las configuraciones preexistentes y también la forma en que se usan los recursos, tecnologías e infraestructura relacionados. La promesa de una revolución energética limpia pone en cuestión al sector energético global actual en el que más del 80 por ciento de la energía se produce con energía proveniente de combustibles fósiles. En segundo lugar, las empresas de energía globales de la "edad de la combustión" controlan en gran medida la producción, organización y distribución globales de la energía. La capacidad de los estados de llevar a cabo cambios en los mercados se ve debilitada por las redes enquistadas. En muchos países, el principal enfoque de la política energética ha estado orientado por décadas hacia los recursos energéticos convencionales, tales como el carbón, gas y petróleo y su desarrollo. En la transición imaginada, estos desarrollos se harán más lentos.

El reto de reducir el carbono se reconoce cada vez en las visiones, estrategias y políticas energéticas del futuro. Sin embargo, se hace patente la incapacidad para acelerar desarrollos promisorios y reconocer las increíbles oportunidades que surgen de esta nueva visión.

## La revolución energética limpia como precursora de nuevos desarrollos

*Disrupción* significa una perturbación, división o un estado de turbulencia causado por una innovación. Las disrupciones suceden en la economía cuando una transformación en cierto sector, a menudo causada por la tecnología, empieza a desplazar prácticas antiguas y a reemplazarlas con nuevas prácticas en los mercados (Christensen 1999; Seba 2016). Aquí, la tecnología se refiere a cómo una organización, usualmente una empresa, transforma el trabajo, el capital, los materiales y la información en nuevos productos y servicios de mayor valor. Las tecnologías e innovaciones disruptivas crean un nuevo tipo de valor, que puede ser financiero, social y ambiental. Una innovación, o una serie de ellas, causa la disrupción y se impone en los mercados o crea mercados enteramente nuevos. Inicialmente, las innovaciones tienen un desempeño deficiente, pero con el tiempo mejoran y cuestionan a los participantes establecidos de los mercados. Los nuevos productos y servicios son más cómodos, simples y asequibles que los usados en la actualidad.

La historia de las sociedades está llena de disrupciones. Es bien sabido que los automóviles reemplazaron a los carruajes tirados por caballos al inicio del siglo XX. El teléfono ingreso en los hogares mediante líneas terrestres fijas que se hicieron obsoletas cuando aparecieron los teléfonos móviles, las redes inalámbricas y los teléfonos inteligentes. Las grabaciones de sonido y música han evolucionado de discos de vinilo a casetes, CD y medios digitales. De hecho, la digitalización ha permitido las compras en línea y las compras con celulares. Los mercados y sectores tradicionales, tales como el transporte, van incorporando numerosos nuevos servicios y aplicaciones.

Se espera que el próximo gran salto se dé en el sector de la energía limpia. En décadas pasadas, se adoptaron distintas soluciones y prácticas para minimizar los impactos ambientales. Las innovaciones radicales son el próximo objetivo del sector energía. Muchas soluciones prometedoras cuestionan la manera en que se ha organizado el sector energético en conjunto. Activistas, emprendedores, firmas y *startups* ya están introduciendo múltiples nuevas ideas que apuntan a reducir nuestra dependencia respecto de los combustibles fósiles.

## LA PROSPECTIVA EN APOYO DEL TRABAJO VISIONARIO EN EL SECTOR ENERGÍA

La prospectiva es el término que designa la reflexión sobre los futuros escenarios posible. Podemos anticipar el futuro de forma sistemática e incluso con una perspectiva de largo plazo. La prospectiva no significa predicción. Los expertos en prospectiva de corto plazo usualmente se basan en el conocimiento pasado y presente, mientras que en un trabajo en escenarios de más largo plazo, las narrativas del futuro nos brindan la oportunidad de investigar transformaciones y rutas basadas en la evidencia, que pueden divergir significativamente del presente. **La prospectiva significa una consideración sistemática y cuidadosa de varias tendencias de desarrollo interdependientes y de sus efectos.** Entre otras cosas, es posible escanear en busca de riesgos para la salud global y apuntar a identificarlos antes de su realización. Las utopías por otro lado tienen su propio nicho en el pensamiento de futuros, pero no están necesariamente respaldadas por evidencia o conocimiento prospectivo. Adicionalmente, las utopías permanecen a menudo a nivel de esbozo de un futuro

muy distante y vago. Por esto se necesitan los escenarios. Elaborar escenarios, por ejemplo, respecto del futuro del sector energético, puede darnos una aproximación a los temas presentes y al mismo tiempo ayudarnos a imaginar los futuros. Los escenarios pueden ser probados en diversos contextos geopolíticos y deben ser evaluados y priorizados según la elección del futuro que se prefiera. De esta forma, los futuros pueden ser usados en el presente.

Este libro se concentra en la reflexión acerca de un posible futuro objetivo, un futuro basado en la electricidad y la energía renovable, y los caminos que pueden llevar a este futuro. Se necesita un pensamiento radical, ya que la investigación prospectiva alienta las conversaciones críticas en el mundo real. También permite anticipar trayectorias sorprendentes que abren puertas hacia nuevos estilos de vida, prácticas y formas de producción.

Nuestro libro busca popularizar la anticipación de futuros de energía renovable a través de la comunicación científica. Está basado en gran medida en el trabajo de investigación llevado a cabo por el Proyecto Energía Neo-Carbono de la Universidad de Turku, la Universidad Tecnológica de Lappeenranta y el Centro de Investigación Técnica VTT de Finlandia. Echa mano, sobre todo, del componente prospectivo del proyecto del Centro de Investigación en Futuros de Finlandia de la Universidad de Turku.<sup>10</sup> Presentaremos los resultados más significativos e interesantes de esta investigación acerca de las oportunidades relacionadas con la electrificación y el sistema de energía renovable, analizando una amplia gama de oportunidades, ventajas e incertidumbres.

El libro narra la historia de individuos, grupos y sociedades en un mundo cambiante donde se observa el desarrollo de la lógica de redes y los desarrollos tecnológicos en la búsqueda de una transformación del sector energético. También habla acerca de la urgencia del cambio climático. Además de la energía, hablamos de economía, trabajo y política en tiempos turbulentos. La base científica del libro se nutre de estudios técnico-económicos y de cálculos llevados a cabo por investigadores recurriendo al modelamiento energético de última generación. Estos estudios muestran, por primera vez, que un sistema energético sin emisiones basado en energía renovable es tecnológicamente plausible y económicamente válido en todo el mundo. Por consiguiente, la revolución de la energía limpia que estudiamos en este libro podría ocurrir prácticamente en su mayor parte utilizando tecnologías ya existentes. Esto subraya cuál es el principal desafío que enfrenta la revolución imaginada. En vez de cambio tecnológico, se necesita determinación y una serie de decisiones políticas, así como voluntad social, para hacer avanzar esta visión y alcanzar el futuro deseado.

Al final de cada capítulo hay una serie de preguntas que el lector puede considerar e intentar poner en práctica. El objetivo de las preguntas es hacer avanzar el pensamiento prospectivo sistemático. El quinto capítulo del libro presenta cuatro escenarios que describen distintas rutas hacia la transformación, y a pioneros que con sus acciones pueden llevar al mundo a un amplio despliegue de la energía renovable alrededor del planeta para el 2050.

Este libro, las preguntas, los escenarios y sus interacciones públicas relacionadas pueden usarse como material de aprendizaje, ya que buscan suscitar un debate acerca de la nueva gran electrificación. La nueva gran electrificación puede introducir cambios radicales no sólo en energía, sino en varios

---

10 Ver más detalles en [www.neocarbonenergy.fi](http://www.neocarbonenergy.fi).

sectores (movilidad, construcción, vivienda, alimentación), haciendo avanzar la implementación de principios generales de una economía circular neutra en carbono. Estamos en la cresta de una ola que está aún en formación y que alberga las primeras semillas de una transformación societal integral (ver la primera ilustración de este capítulo). ¿Por qué y cómo surgirá esta transformación? ¿Quién hará que suceda y cuán rápido puede ocurrir?

## PREGUNTAS A CONSIDERAR

- ¿Qué opciones existen para un nuevo tipo de crecimiento, que no incremente el estrés ambiental ni las emisiones de dióxido de carbono, sino que más bien aumente el bienestar social?
- ¿Qué significa para mí la energía y cuáles son las dimensiones de la electrificación?
- ¿Cuáles son los motores y obstáculos que mi comunidad o país enfrentan para una adopción general de la energía renovable?
- ¿Qué motores y obstáculos enfrenta mi sociedad en vista de la creciente importancia de los sistemas entre pares y de los principios de red?
- ¿Cómo caracterizaría la próxima fase de desarrollo que surja después de la sociedad industrial y la sociedad de la información? ¿Qué tipos de nuevos motivos emergerían?

En los capítulos siguientes vamos a describir la visión que incorpora la nueva gran electrificación, las tecnologías energéticas renovables y la sociedad entre pares, combinándolas todas. Para crear futuros necesitamos visiones que describan cómo ambicionamos que sea el futuro.

## PRINCIPALES FUENTES Y LECTURAS RECOMENDADAS

- Castells, M. (1999) *La Era de la Información. Vol. I: La Sociedad Red. Siglo XXI Editores.*
- Christensen, C. M. (1999) *El dilema de los innovadores: Cuando las nuevas tecnologías pueden hacer fracasar a las grandes empresas. Ediciones Granica, S.A.*
- Heinberg, Richard (2006) *Se acabó la fiesta: Guerra y colapso económico en el umbral del fin de la era del petróleo. Barrabès Internet, S.L.*
- Ferguson, Niall (2018) *La plaza y la torre: Redes y poder: de los masones a Facebook. Debate.*
- IPCC (2018) *Calentamiento Global de 1,5 °C: Resumen para responsables de políticas. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf)*
- Kelly, Kevin (1997) *New Rules for the New Economy. Wired, 5.9.1997. <https://www.wired.com/1997/09/newrules/>*
- McNeill, J. R. & McNeill, W. H. (2010) *Las redes humanas: Una historia global del mundo. Biblioteca de Bolsillo.*
- Osterhammel, Jürgen (2015) *La transformación del mundo: Una historia global del siglo XIX. Crítica Barcelona.*
- Sen, Amartya (2000) *Desarrollo y libertad. Editorial Planeta, S.A.*
- Smil, Vaclav (2013) *Making the Modern World: Materials and Dematerialization. Wiley.*
- Von Weizsäcker, Ernst & Wijkman, Anders (2018) *Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet. Un informe del Club de Roma: Berlín.*
- WEF (2018) *Frameworks for the Future of Electricity: Leading the Transformation through Multistakeholder Cooperation. World Economic Forum: Cologny/Ginebra. [http://www3.weforum.org/docs/Frameworks\\_Future\\_Electricity\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/Frameworks_Future_Electricity_2018.pdf)*
- Wheeler, Tom (2019) *From Gutenberg to Google: The History of Our Future. Brookings Institution Press: Washington D.C.*
- Wilenius, Markku (2017) *Patterns of the Future: Understanding the Next Wave of Global Change. Londres: World Scientific*



Imagen:  
Katja Makkonen y Maiju Kolisoja  
(Days Agency)





## 2 VISION DE UNA SOCIEDAD ENTRE PARES ALIMENTADA POR ENERGÍA RENOVABLE

En el año 2050 la energía será casi libre de emisiones, ya que los sistemas de energía habrán sido electrificados y la energía se producirá casi totalmente a partir de fuentes de energía renovable. La eficiencia energética será considerablemente mayor a la actual. Se contará con abundante energía limpia y asequible. La Internet de la Energía permitirá el uso flexible de la electricidad de manera segura entre ciudadanos autónomos e íntimamente conectados en red. La adopción generalizada de principios de operación entre pares habrá construido las bases para una nueva conciencia. Las prácticas entre pares habrán acelerado la transformación social y, por consiguiente, la revolución de la energía limpia, con ciudadanos convertidos en productores de energía. La transición energética basada en la energía renovable también habrá incrementado la cantidad de energía disponible globalmente.





**“Si uno no sabe hacia que puerto navega,  
ningún viento es favorable.”**

LUCIUS ANNAEUS SENECA

## LA MAYOR TRANSFORMACIÓN TODAVÍA ESTÁ POR LLEGAR

Sabemos desde hace mucho tiempo que el sistema energético actual es insostenible. A largo plazo, incluso si hubiese abundantes combustibles fósiles disponibles, éstos se acabarán algún día. Pero dada la situación actual de la humanidad, no podemos esperar mucho más tiempo. Las temperaturas globales están aumentando a ritmo creciente. Por lo tanto, el sistema energético tiene que ser transformado. Esta transformación tiene que ser más cabal, ambiciosa y rápida de lo que cualquiera habría pensado. La historia probablemente no haya conocido jamás un esfuerzo de esta magnitud y urgencia. Haber enviado un hombre a la Luna y la carrera espacial durante la Guerra Fría ni siquiera se le aproximan. En otras palabras, el sistema energético actual se enfrenta a enormes presiones. Por consiguiente, existe considerable incertidumbre en los panoramas y escenarios energéticos futuros. Dada la naturaleza enquistada del negocio energético internacional y sus redes, a menudo se ignoran las alternativas radicales al statu quo, o se enfrentan emocionalmente y hasta con oposición directa.

Los tiempos pueden parecer desesperados, pero esta no es la primera vez que se produce una transformación en la producción y consumo de energía (Geels 2007; Smil 2010; Sovacool 2016; Köhler et al. 2019), tal como lo expusimos en el primer capítulo. Además, olvidamos con facilidad que **la era presente, con sus cambios tecnológicos y estilos de vida novedosos, constituye un paisaje diferente al de cualquier otra circunstancia histórica**. En resumen, un enorme desafío abre también una enorme oportunidad. Para responder a este desafío, se necesita una visión del futuro fuerte y creíble. Esta visión debe dar cuenta de las perspectivas tecnológicas, económicas, ambientales, sociales y culturales. Este capítulo tiene como fin describir la visión de una nueva gran electrificación en una sociedad entre pares. En esta visión, que llega al año 2050, la energía se produce libre de emisiones, proviene casi enteramente de fuentes de energía renovables y se usa eficientemente. El resultado de esta visión es abundante energía limpia y asequible, que responde a los principios del desarrollo sostenible.

La Internet de la Energía (Metcalf 2009) servirá como columna vertebral tecnológica de esta visión. Los detalles e implicaciones de este concepto se explican en el Capítulo 3. Se espera que el sistema energético futuro basado en el Internet de la Energía proporcione el soporte necesario para una sociedad sostenible y segura, y sirva de base para ciudadanos cada vez más dirigidos por sí mismos, y conectados en red (Ruotsalainen et al. 2017). En esta visión, la explotación de combustibles fósiles se habrá detenido por completo. También exploraremos por qué esta visión es probablemente preferible para muchos ciudadanos del mundo y cómo puede hacerse tecnológicamente factible. Las próximas páginas describirán y examinarán cómo podría ser dicha visión futura.

## ABUNDANCIA DE ENERGÍA RENOVABLE

Cualquier visión de la energía, incluyendo una visión basada en la energía renovable, debe respetar las leyes de la física que definen lo que es posible. La física muestra que el Universo está lleno de energía. El aprovechamiento de esta energía para ser usada por la humanidad se ve principalmente limitado por una falta de imaginación.

Cada año los humanos consumen aproximadamente igual cantidad de energía que la que envía el Sol a la atmósfera y superficie de la Tierra en una hora. En otras palabras, existe una reserva prácticamente ilimitada de energía solar. Esto es cierto, incluso cuando el consumo energético global se incrementa como función del crecimiento demográfico y económico, y de las mejores condiciones de vida. Por lo tanto, un sistema energético económica y ambientalmente sostenible debería basarse en gran medida en la energía solar. También existe cinco veces más energía eólica disponible que la cantidad de electricidad consumida globalmente. Además, la humanidad tiene a su disposición pequeñas cantidades de otras fuentes energéticas renovables: energía térmica oceánica, bio-energía, hidroeléctrica, geotérmica, mareomotriz y oceánica, tal como lo ilustra la Figura 1. Naturalmente, cada una de estas fuentes también debe ser explotada de manera sostenible y responsable.

Se asume a menudo que cambiarse a fuentes de energía renovables requiere una reducción del consumo de energía y terminaría con la era de la abundancia energética (Heinberg & Friedly 2016). La visión propuesta en este capítulo parte de la premisa opuesta: un sistema basado en fuente energéticas renovables puede responder a una demanda energética creciente (Breyer et al. 2017a) y abrirle el camino a un mundo de abundancia "sin culpa" (Lord 2014). Si la humanidad pudiera aprovechar apenas una milésima de la energía solar que llega a la Tierra, habría aproximadamente seis veces más energía disponible que lo que la humanidad consume hoy (Naam 2011). La energía renovable resiste sin duda al escrutinio de la física: está disponible en grandes cantidades. El asunto es aprovecharla y usarla de manera eficiente. Es interesante además constatar, como lo demuestran estudios recientes, que dicho sistema es tecnológica y económicamente viable.

## El abc del pensamiento y visión prospectivos

El pensamiento prospectivo comporta tres tipos de futuros: posibles, probables y preferibles (Amara 1981). Las empresas, organizaciones y estados nacionales se concentran generalmente sólo en los caminos futuros probables y en los mundos futuros relacionados a estos caminos. Esto no es inteligente porque es imperativo explorar futuros de la manera más amplia y abierta posible (Heinonen et al. 2017). La razón es que el mundo es complejo e innumerables factores influyen en el futuro, y no solamente los más inmediato. El mapeo del futuro y sus muchas alternativas tiene que empezar desde la perspectiva siguiente: ¿qué desarrollos o eventos son posibles en general? Una perspectiva extensa amplía el horizonte de futuros, mucho más que un análisis de probabilidades. Además, una enumeración de los futuros deseables puede llevarse a cabo después de haber identificado futuros posibles y probables. De hecho, este proceso usualmente da como resultado una visión. Cualquier actor—sean gobiernos, ciudades, regiones, empresas, comunidades o personas—sale beneficiado de tener una visión.

El futuro no llega solo. El futuro está hecho de los planes y decisiones de hoy. Por esta razón, es importante pensar cuidadosamente en un futuro que sea un futuro preferible. El propósito de una visión es expresar cuál es el futuro que ambicionamos. La visión debe ser un esfuerzo colaborativo, basado en discusiones estratégicas, en las que se identifican objetivos futuros compartidos. Cuando las partes interesadas están involucradas en el proceso, se sienten más comprometidas con la eventual

visión. Junto con el trabajo estratégico convencional, cada organización y nación deben tener una estrategia de futuros, en tanto proceso prospectivo continuo con una perspectiva de largo plazo. ¡Una estrategia de futuros puede alcanzar una escala de hasta 50 o incluso 100 años!

Un proceso prospectivo abierto y valiente puede trascender la retórica y generar una visión audaz y orientada hacia el futuro. Todas las consideraciones acerca de futuros deben de tomar en cuenta los desarrollos de múltiples asuntos y sectores más allá de la visión de un sólo sector o la observación casual. Incluso si las opiniones al respecto de un futuro deseado pueden diferir en distintas circunstancias o entre distintas culturas, algunos temas seleccionados pueden ser reconocidos como base para tomar pasos futuros. Incluso desde visiones aparentemente distantes, cada paso puede abrir más oportunidades. Los elementos de mayor importancia en la visión son que cada comunidad esboza su visión de manera co-creativa, que todos sean escuchados y que distintas opiniones sean consideradas, para que la visión pertenezca a tantas personas como sea posible.

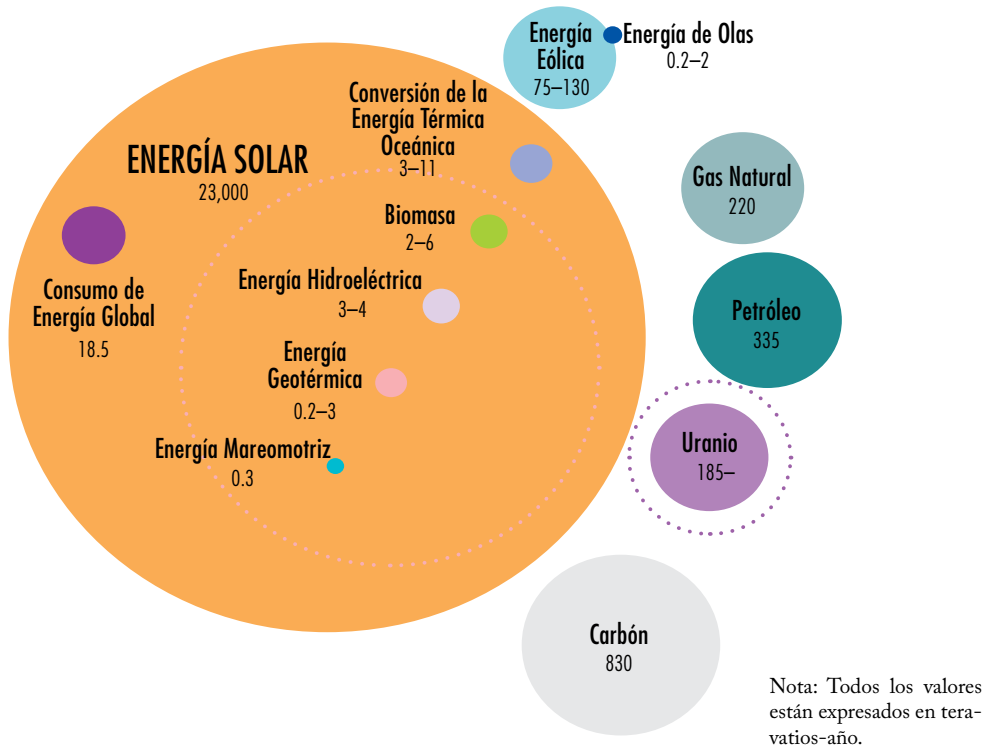


Figura 1. La energía solar es abundante cuando se le compara con las reservas de fuentes de energía no renovables.<sup>11</sup>

11 Para las fuentes de energía renovables, la cifra indica la producción potencial anual; para las no renovables, las reservas conocidas actualmente (Perez & Perez 2015).

Una visión energética que se basa en fuentes de energía renovables puede parecer improbable. Globalmente, la humanidad consumió 160.000 teravatios-hora (TWh) o más de 18 teravatios-año (TWa) de energía en el 2016.<sup>12</sup> En base a esto, el consumo total de electricidad fue de aproximadamente 25.000 teravatios-hora.<sup>13</sup> La participación de la energía solar y eólica en la electricidad producida fue insignificante. Menos del uno por ciento del consumo de energía global. El mismo año, la energía solar produjo 328 TWh de electricidad y la energía eólica 958 TWh de electricidad. Un cuarto de la energía solar y eólica se produjo en China. A partir de ese punto de partida, podemos imaginarnos la enorme escala de la transformación.

Si observamos más de cerca, existen prometedores signos de cambio. En diez años, la producción de energía eólica se multiplicó por diez y la de energía solar por cien (IEA 2018). Esto implica crecimiento exponencial. Los expertos discuten si esta tasa de crecimiento se sostendrá en el futuro. Algunos ven estas tendencias como signos de un mejor futuro. Otros señalan que no se adoptan las tecnologías de energía renovable con suficiente rapidez e incluso hay quienes temen que la tendencia pueda estancarse. Existen signos tempranos de cambio de que se podría estar iniciando la reconfiguración gradual del sector energía y, tarde o temprano, darían lugar a una revolución de energía limpia que abarcaría a sociedades enteras. Para comenzar, es útil pensar en las siguientes preguntas: ¿Qué pasaría si se adoptase e instalase cada vez más energía solar y eólica, y a una mayor velocidad? ¿Y qué pasaría si la electrificación nos enseñara maneras de usar la energía de manera mucho más eficiente que antes?

## UNA SINFONÍA DE ELECTRICIDAD UBIQUA

Según una visión que incluye el uso sostenible de energía renovable y una nueva gran electrificación, en el 2050 la humanidad aprovecharía extensamente las oportunidades que ofrecen las fuentes de energía renovable, especialmente las fuentes de energías renovables no convencionales como las energías solar y eólica. En un sistema como éste, la mayor parte de sectores de la sociedad operarán con electricidad producida usando fuentes de energía renovable, que funcionan mediante sistemas inteligentes, lo que tiene un impacto en todas las esferas de la vida. Significa avanzar hacia un nuevo nivel. Mientras más numerosos sean los sectores electrificados con energía renovable, más se desarrolla una vida libre de emisiones. Esto abarca la calefacción, la refrigeración, la industria, el transporte e incluso la agricultura. De acuerdo con este objetivo, todo lo que pueda ser electrificado, ¡será electrificado!<sup>14</sup>

En nuestra visión, la energía se cosecha en todos lados. Muchos espacios físicos anteriormente olvidados desde techos hasta bordes de carretera estarán cubiertos por paneles solares, turbinas

---

12 Un teravatio-año (TWa) es una cantidad poco frecuente que se usa para describir grandes cantidades de consumo de energía.  $1 \text{ TWa} = 8760 \text{ TWh} = 8760 * 10^9 \text{ kWh}$ .

13 En otras palabras, el consumo de energía global fue de aproximadamente 160 petavatios-hora. Un petavatio-hora ( $10^{15}$ ) es mil teravatios-hora ( $10^{12}$ ).


14 "Todo lo que pueda ser digitalizado, será digitalizado" es un lema popular similar usado para describir la digitalización en los años 2000.

eólicas y otros medios de producción de energía, tales como los árboles que usan fotosíntesis artificial. La infraestructura construida juntará energía de los alrededores, así como también lo hará la ropa, los aparatos, los artilugios y los vehículos. La mayor parte de sectores en la sociedad serán atendidos por el Internet de la Energía, que será parte de las redes de energía inteligentes, almacenamiento optimizado de energía y uso flexible de energía. Los vehículos eléctricos robotizados ocuparán las pistas y la electrificación comenzará a dar forma a todo el sector transporte y a otras formas de movilidad. La aviación y el transporte de carga o flete no estarán directamente electrificados, al menos no en el 2050. Más bien, serán electrificados indirectamente, ya que empezarán a utilizar combustibles sintéticos fabricados a partir de la electricidad proveniente de la energía renovable, con la ayuda del hidrógeno y del dióxido de carbono. En el futuro, muchos productos esenciales serán producidos bajo estos principios.

Los cambios no serán sólo tecnológicos, sino que afectarán también la vida social y económica. Gracias al desarrollo de la tecnología de películas finas, las tecnologías de energía solar de la próxima generación podrían cambiar fundamentalmente la forma de diseñar los edificios. Delgados paneles y celdas solares cubrirían los techos, las ventanas e incluso las pistas. La energía solar sería captada por la agricultura para usos productivos, por ejemplo, para bombear agua. Gracias al reciclaje y a la reutilización de todos los materiales, no se generaría prácticamente ningún desecho. La revolución de la energía limpia también daría forma a la manera cómo sentimos y pensamos en nuestros entornos. En el futuro, la producción de energía estará integrada a las estructuras de nuestro entorno, incluso en mayor medida que hoy.

Con el paso del tiempo, habrá cada vez más cambios. Los arquitectos, los planificadores urbanos y los diseñadores de políticas asumirían completamente nuevos tipos de enfoques que influirán en sus diseños y planes. Al comprar una casa, los ciudadanos compararán soluciones y servicios de energía renovable, e imprimirán sus paneles solares 3D para su propio uso. Se consultarían entre sí para obtener consejos, así como a robots domésticos y a una nueva generación de empresas. Firmas novedosas proporcionarían una serie de servicios desde aplicaciones de energía digital hasta paquetes con todos los servicios que se ocupan de la instalación, mantenimiento y beneficios.

La construcción de infraestructuras de energía nuevas y el desmantelamiento de las obsoletas tendrían prioridad en ciertos planes específicos como, por ejemplo, en cuanto a uso del suelo, así como en las visiones a largo plazo, creando a la vez más espacio para la biodiversidad (Dinerstein et al. 2019). Los funcionarios públicos de diferentes sectores facilitarían la adopción de nuevas prácticas. Por ejemplo, ayudarían a lanzar nuevas startups, de innovaciones y de redes tecnológicas, así como a reunir expertos procedentes de distintos campos.



*“Estamos empezando poco a poco a entendernos como seres humanos y como criaturas sociales. Al mismo tiempo, enormes transformaciones en tecnología, energía y medio ambiente están sucediendo alrededor de nosotros.”*

**MARKKU WILENIUS**

*Presidente de Aprendizaje y Educación en Futuros de UNESCO.*

*Catedrático de Estudios Prospectivos, Universidad de Turku.*

Reunir varias partes interesadas en espacios de transición ayudaría a crear nuevas maneras de pensar en las empresas, municipalidades y en organizaciones de nivel nacional e intergubernamental. Las ciudades empezarían a intercambiar y comerciar entre sí sus excedentes de electricidad. Los nuevos marcos y prácticas sentarían las bases necesarias para la transformación del sistema de energía. Al hacerlo, también propulsarían los principios de la sociedad entre pares.

## LA VIDA EN LA SOCIEDAD ENTRE PARES

En la sociedad *entre pares*, los ciudadanos pueden compartir conocimiento, habilidades y elementos de forma gratuita y libre. Cuando los ciudadanos actúan como pares entre sí, pueden actuar simultáneamente en numerosos grupos y redes. En una cultura entre pares, los ciudadanos son capaces de organizarse a sí mismos independientemente de las jerarquías, convenciones o estructuras tradicionales. La importancia de las redes entre pares fue descubierta durante la era del Internet, cuando súbitamente las personas pudieron empezar a compartir información y archivos con mucho menos esfuerzo que antes. De manera similar, la información, las ideas y los archivos son creados abiertamente, conjunta y espontáneamente en las redes sociales. Hoy en día, los ciudadanos están conectados, usan numerosas redes y crean otras completamente nuevas usando el increíble poder de la conectividad y las plataformas. Cuando las personas empiezan a actuar en red, sus oportunidades de interacción se incrementan. Estos principios caracterizan a las tecnologías de la información y la comunicación, y otros desarrollos tecnológicos más recientes, tal como se explica más adelante en el libro.

La interacción entre pares hace más fácil compartir, mejora la transparencia y permite interacciones más fluidas. Los ciudadanos y grupos pueden expresar sus preocupaciones y opiniones, y los consumidores pueden reaccionar a los servicios que consumen y expresar sus gustos. En consecuencia, las empresas deben observar y responder más activamente a los cambios de humor de los consumidores y a la opinión pública. Las comunicaciones potenciadas incrementan la reciprocidad y hacen que el mundo se sienta más pequeño e interconectado que antes. Otro importante paso hacia adelante se da cuando empieza la producción entre pares que consiste en la generación de productos y servicios de forma espontánea para cubrir ciertas necesidades (Fox 2014). Las mayores oportunidades que tienen los ciudadanos de ofrecer sus servicios o la impresión 3D de numerosos artefactos son ejemplos al respecto. La producción de energía en pequeña escala es un ejemplo relevante en el sector energético. Los ingredientes de la producción entre pares son la creatividad en ascenso, una mayor expresión propia individual, la colaboración abierta, y hasta, más simplemente, el entretenimiento.

Cuando empiecen a operar los principios entre pares, empezarán a alterarse las jerarquías sociales. Muchas nuevas redes nacerán a costa de otras más antiguas, que empezarán a desbaratarse. Estos desarrollos y nuevos grupos sociales también reforzarán la revolución energética. De hecho, el efecto combinado de las nuevas tecnologías energéticas y de una nueva forma de organizarse socialmente puede revolucionar el sector energético. Además, el llamado modelo del prosumidor<sup>15</sup>, en el que los consumidores también producen energía, se vuelve realidad cuando los costos de las tecnologías

---

15 El término "prosumidor" surge de la combinación de las palabras "productor" y "consumidor".

energéticas renovables descentralizadas, especialmente solar y eólica, siguen su curso descendente. Esto significa una producción activa de energía para las necesidades propias y de los demás. La producción de energía en pequeña escala, los vehículos eléctricos, las estaciones de recarga y los nuevos servicios de energía incrementan la conciencia del rol de la electricidad. Se combinarán múltiples energías renovables y medidas de eficiencia energética en las llamadas soluciones híbridas de energía limpia.<sup>16</sup> La producción de electricidad local comenzará incluso a estimular la actividad industrial de pequeña escala.

Gradualmente, todo el sistema de energía comenzará a cambiar de una forma que lo hará muy distinto del sistema del pasado (Biggs 2016). La banda transportadora era el símbolo de la mentalidad y del trabajo en las fábricas de la sociedad industrial. El microchip y la computadora personal representan a la sociedad de la información. En la sociedad entre pares, las sociedades usan plenamente todo el espectro de capacidades humanas (Nussbaum 2011). El Internet y las redes sociales ayudan a los humanos a concretar sus sueños y desarrollar sus habilidades. Las mismas redes también están acrecentando la concienciación acerca del cambio climático. En este aspecto, una de las muchas ventajas de la revolución energética es que puede incrementar el poder de los humanos (Van der Schoor & Scholtens 2015), y transformar su relación con la energía.

Incluso después de que las necesidades básicas de los humanos se hayan satisfecho, se sigue buscando sentido en la comunidad y en el mundo. Sobrevivir al cambio climático y resolver el desafío energético es la próxima gran batalla de la humanidad. A pesar de la creciente conciencia acerca del cambio climático, también existe una creciente cantidad de confusión. Los seres humanos nadan hoy en un mar de información (Turner 2006; Langlois 2014), impregnado de distintos significados y un pensamiento eco-sistémico. Las corrientes de la comunicación de una nueva "sociedad de significados digitales" (Heinonen et al. 2016) permiten a los seres humanos descubrir nuevas identidades, realizar sus sueños y aprovechar sus talentos. En la tormenta de información global, enfrentar el cambio climático es el nuevo deber cívico, y la autoexpresión es el derecho civil de esta nueva fase de desarrollo!

## CREANDO NUEVAS INFRAESTRUCTURAS

Más adelante describiremos las razones que impulsan la transformación energética. Muchas ciudades alrededor del mundo están sobrepobladas y contaminadas. La falta de electricidad limpia y una urbanización no planeada son una llamada de emergencia en términos de habitabilidad urbana y una importante amenaza a la salud. El costo de la salud pública en el siglo XXI es exorbitante. En las ciudades, una revolución de energía limpia requiere el trabajo conjunto de múltiples sectores. Otro catalizador de los nuevos principios energéticos proviene del sistema energético global presente, que mantiene los problemas e infraestructuras actuales. Éstas también son una causa fundamental de la naturaleza sistémica de las crisis energéticas (que abordamos más adelante en el Capítulo 6).

---

16 Las bombas de fuente de aire son usadas casi en todos los lugares del mundo. Las bombas de calor subterráneas para una sola vivienda se han vuelto más comunes, por ejemplo en Europa Central, en los países nórdicos y en los Estados Unidos.



El sistema de energía limpia busca la equidad y mayor seguridad energética. Un sistema energético a partir del uso de electricidad de fuentes renovables significaría tener mejor calidad del agua y seguridad alimentaria, nuevos servicios de movilidad y la posibilidad de estilos de vida sin conexión a la red eléctrica. Estas soluciones también ofrecen la posibilidad de responder al empobrecimiento de las fuentes de energía como por ejemplo por la deforestación y la falta de electricidad confiable en los países en desarrollo. De hecho, las soluciones de energía renovable ya se están usando en respuestas a crisis humanitarias (GSMA 2019). Las soluciones de electrificación cada vez más descentralizadas, operadas vía teléfono celular o inalámbricas pueden ofrecer servicios energéticos para cientos de millones de personas. Inevitablemente, los modos de electrificación innovadores y los nuevos servicios también generan nuevas oportunidades económicas.

Un rasgo interesante de los cambios hasta ahora es que muchos de los pioneros actuales están en el Sur del planeta. Bangladesh tiene millones de usuarios de sistemas de energía solar. En India, una sola planta de energía solar, el proyecto de energía solar Kamuti en Tamil Nadu, produce electricidad para más de 700,000 personas. En el este de África los servicios de energía solar innovadores integran dinero móvil, las tecnologías más recientes y atienden a usuarios de bajos ingresos. Esto es el inicio. El transporte urbano de cortas distancias puede ser organizado con vehículos eléctricos. Bajo el Sol, la electricidad solar es gratuita para los vehículos alimentados por baterías. Incluso las redes eléctricas pueden volverse menos importantes en el futuro, ya que el sistema en su conjunto se vuelve más inteligente. ¡Hay incluso ideas extravagantes que ya se están estudiando, tales como la transmisión inalámbrica de energía y el aprovechamiento de la energía solar del espacio!

Las iniciativas locales pueden catalizar cambios globales. En vez de estar en las empresas de servicios públicos de energía, en las corporaciones petroleras multinacionales y en los recursos de combustibles fósiles, el enfoque estaría en los consumidores-productores, decenas de miles de emprendedores de la energía solar, y finalmente en las fuentes de energía renovable (Heinonen et al. 2017a; d). En esta visión, la cantidad de energía disponible se incrementa significativamente. Esta energía va a consistir esencialmente de electricidad, y asume un rol central en el sistema energético total. Por consiguiente, la energía sería asequible y estaría disponible prácticamente para todos. Una revolución de energía limpia que alteraría la percepción del sistema energético, pasando de ser no sostenible a sostenible, de contaminante a limpio, de ineficiente a eficiente, y de centralizado a descentralizado.

Para que la visión sea sostenible, tiene que hacerse realidad la economía circular. Esto significa que, en un futuro electrificado basado en energías renovables, no sólo se reutilizarán los materiales, sino que las tierras raras y los metales críticos se recuperarán y reciclarán completamente, o los sustituirán otros materiales.<sup>17</sup> También significa manejar las emisiones de carbono asociadas con la producción de bienes y materiales que han sido previamente consideradas como difíciles de combatir (EMF 2019). En conjunto, estos elementos crean la visión de una transformación limpia. Esto también podría significar que los países que se encuentran en latitudes que reciben cantidades considerables de luz solar resulten ser los ganadores en esta revolución, y que los grandes consumidores y productores de combustibles fósiles empiecen a considerar un camino de desarrollo alternativo.

---

17 En casos extremos también pueden ser extraídos de los asteroides cercanos a la Tierra, y así además preservar los recursos naturales del planeta. Sin embargo, esto viola el principio de vivir dentro de los límites del planeta. Es por eso que usualmente no se recomienda esta opción.

## UN MUNDO DE ENERGÍA PARA LAS GENERACIONES FUTURAS

Muchos investigadores están interesados en cuánta energía producirá y consumirá la humanidad en el futuro. Presentar una estimación precisa de la producción y consumo de energía del futuro plantea un reto al menos por cuatro razones. Primeramente, las tasas de crecimiento de las tecnologías de energía renovable varían. Cada tecnología se basa en supuestos que dependen de la interacción entre múltiples factores. En segundo lugar, las plantas de energía que utilizan combustibles fósiles convencionales no serán necesarias en el futuro para producir electricidad. En tercer lugar, la electricidad tiene que transmitirse de ser transmitida de las regiones soleadas y ventosas al lugar de consumo, pero el uso flexible de la electricidad, y la auto-producción podrían aliviar estas necesidades. Finalmente, cuando los principios base del sistema energético cambian, se puede esperar que ocurran aún más cambios.

Revisemos algunas estimaciones bien fundamentadas. Muchas fuentes de expertos e informes asumen que la energía solar se volverá la fuente de energía principal en los próximos 15 años. Si la revolución energética descrita empieza rápidamente, habría aproximadamente 20 veces más energía solar en el 2030 que al inicio de los años 2010. Esto significaría que la energía solar de por sí generaría entre 12.000 y 22.000 teravatios-hora de electricidad. Se instalaría energía eólica masivamente y las formas de almacenamiento de energía se volverían convencionales. Imagínense que no habría ningún tipo de obstáculo para establecer un sistema de energía basado en energía renovable. ¡En poco más de una década, la energía solar podría dar cuenta de un tercio de la energía y la energía eólica podría representar casi otro tercio de la oferta global total de electricidad!

Mientras más prolongado el periodo de tiempo, más amplio será el espectro de cambios. Hay que pensar en que la energía solar se vuelva tan convencional como los teléfonos celulares. En el 2050, la energía solar podría ser la forma dominante de producción eléctrica. A nivel global, la energía solar podría producir más de dos tercios de la electricidad y aproximadamente 40 por ciento de toda la energía o quizás incluso más. En tres décadas, el número de parques eólicos terrestres y marítimos se incrementaría enormemente, para producir casi un quinto de la electricidad global. La energía eólica tendría un papel significativo en la matriz eléctrica de las latitudes septentrionales, mientras que la energía solar tendría un rol preponderante cerca al ecuador. Estos cambios modificarían la forma en que operan los mercados de la electricidad y la energía y en los roles de los actores principales. En conjunto, la cantidad de energía renovable crecería 20 veces entre ahora y el año 2050.

Así es como se vería el mundo energético de las futuras generaciones. Al inicio de la década del 2020, se usaba un pequeño número de vehículos híbridos y eléctricos, principalmente en los países tecnológicamente avanzados. En el 2050, los coches y la movilidad eléctricos serían parte de la vida cotidiana alrededor de todo el mundo. Naturalmente, esta trayectoria no termina allí simplemente, sino que continuaría más allá. Entre el 2050 y el 2100 las instalaciones de energía renovable se cuadruplicarían. Al final del siglo habría 80 veces más plantas de energía renovable que hoy (ver Ram et al. 2017; Breyer et al. 2017b). Durante estas décadas, los niños que nacen hoy asumirán cargos políticos y serán testigos de estos cambios. En el año 2100 quizás solamente uno por ciento de la superficie de la Tierra esté cubierta de plantas de energía solar, lo que la gente consideraría aceptable, ya que casi un tercio de la superficie del planeta seguirá deshabitado.

La nueva gran electrificación incrementará la producción de energía y la participación de la electricidad en la matriz global de energía, lo que mejoraría la eficiencia energética. Los desarrollos tecnológicos podrían acelerar y llevar esta visión aún más lejos. La producción de hidrógeno podría incrementarse considerablemente,<sup>18</sup> y ser usada para la producción de hierro y acero. Se podría hacer mucho más a partir de la tecnología de pilas o celdas de combustible, micro-turbinas y combustibles sintéticos para producir electricidad limpia. Las pilas de combustible convierten la energía producida por una reacción química en energía eléctrica, calor y agua. Los generadores de micro-turbinas son pequeñas plantas independientes de alta velocidad que pueden impulsar un generador eléctrico. Los combustibles sintéticos son un sustituto de los combustibles convencionales. Con estos tres elementos, sería posible usar la energía solar y eólica todo el año incluso en latitudes que sólo reciben luz del Sol estacionalmente.

## LA VIDA FUTURA EN UN MUNDO COMPLEJO

Esta visión presenta las mejoras en los estándares de vida y prosperidad material, y no es una utopía. Históricamente, un mayor suministro de energía implicaba mayores complicaciones, haciendo que sea más difícil darle sentido, y una complejidad creciente, en donde se incrementa la interconexión de las cosas y los sistemas. Por lo tanto, se puede argumentar que incluso después de una revolución de energía limpia y lograr la aceptación de los principios de operación entre pares, el mundo podría seguir dividido al menos de algunas formas. La era moderna fue desigual en términos de riqueza material y social (Orsi 2009), y es improbable que una revolución de energía limpia elimine todo el descontento y erradique los conflictos humanos. De hecho, los humanos se fastidian y fácilmente descubren nuevos objetos que suscitan envidia. Adicionalmente, los seres humanos pueden resolver ingeniosamente sus problemas, pero sus propias acciones también crean nuevos problemas.

Las prácticas entre pares, los estilos de vida en red y la interconectividad probablemente ayudarán a superar algunas de las grandes divisiones sociales. Pero podrían prevalecer las que estén profundamente enraizadas y a nivel global podrían subsistir diferentes grupos y sociedades – aquellos que son más abiertos, libres, liberales y de mentalidad global en comparación junto a otros más autoritarios, cerrados, nacionalistas y patriarcales. Las desigualdades también están profundamente enraizadas (Alvaredo et al. 2018), y van desde la distribución desigual de la riqueza hasta las limitaciones de acceso. Además, el capital y las fortunas tienden a la acumulación.<sup>19</sup> Pero quizás se podría aliviar muchas tensiones presentes, si el botín de la revolución de energía limpia es compartido por muchos en vez de unos cuantos.

Podemos concluir que, de forma similar a las revoluciones industriales previas, la revolución de la energía limpia es una promesa de una nueva prosperidad material, y que las dinámicas y prácticas emergentes abren numerosas oportunidades para responder también a otros retos de desarrollo de más envergadura. Sin embargo, **sólo una serie de adelantos en distintos frentes propagarán un**

---

18 Proyecto de Energía Neo-Carbono 2017.

19 Hoy en día, las 62 personas más ricas del planeta poseen la misma cantidad de activos que la mitad más pobre de la población mundial, es decir, aproximadamente 3.5 mil millones de personas.

**genuino avance** con algo nuevo y completamente distinto. Pero si la transición de los motores a vapor a la electricidad puede servir de guía, un incremento en la energía podría llevar a una transformación social, cultural y económica generalizada, y quizás a un orden social global más equitativo.

## UN CAMBIO DE PARADIGMA A LA VISTA

Si la energía limpia se vuelve abundante, las sociedades podrían ingresar una nueva y “rica” fase de desarrollo, multidimensional. En el futuro, la energía podría entenderse como algo más que una tecnología o una cuestión de costos; tendría un significado cultural y social, casi de dimensiones espirituales o existenciales como fuente de toda vida, transformado la forma en que las artes, e incluso la ciencia, caracterizan la energía. Las nuevas formas y símbolos del mundo contarían las historias de una nueva conciencia, influyendo en la manera en que los seres humanos piensan en sí mismos, en sus entornos cotidianos, y en infraestructuras novedosas. Las maneras de concebir la vivienda, la movilidad, el trabajo e incluso el ocio cambiarán, así como muchas actividades, intereses y valores comunitarios. Los humanos participarían en la creación de una cultura común, y a la vez seguirían buscando nuevos significados.

La transformación llevaría a los seres humanos hacia un siguiente nivel que implicaría un nuevo sentido de la realidad material y una transformación de su conciencia. Una revolución energética en una economía circular, y el ser consciente de los límites del planeta (Steffen et al. 2015), fiel a su significado, daría forma a la manera en que los seres humanos se ven a sí mismos en el mundo. Después de la transformación, se escribirían historias digitales en múltiples medios, ya que de otra forma las futuras generaciones no recordarían la época cuando el uso de tecnologías modernas de energía renovable era marginal. El fin de la "Era de la Combustión" implicaría una nueva era de producción energética y la vida en un mundo con una nueva conciencia que marcaría un cambio monumental de paradigmas (Kuhn 1971).

Ha llegado el momento de cambiar el rumbo de la nave energética en que se desplaza la humanidad. Una vez que estos principios sean adoptados y cada vez más ciudadanos se vuelvan productores de energía, puede esperarse que la visión obtenga más apoyos en distintas partes del mundo. Mientras tanto, se necesitan actores pioneros para conducir e impulsar esta visión. Los pioneros son actores que anticipan el futuro, que exploran con determinación nuevas posibilidades y actúan antes que otros (Heinonen & Karjalainen 2019). Más importante aún es que sus acciones suscitan la esperanza e inspiración de otros. Para comprender las semillas del cambio, la humanidad necesita que le narren historias, una de cuyas ventajas es que también pueden hacer que la visión se sienta "real". Generalmente, las historias se escriben como escenarios que forman parte de los manuscritos del futuro. Presentaremos escenarios con más detalle en el Capítulo 5.

## PREGUNTAS A CONSIDERAR



- ¿En qué aspectos la visión que se presenta en este capítulo difiere de otras visiones energéticas?
- ¿De qué manera es que distintos e intereses y perspectivas se pueden convertir en parte una visión común y compartida?
- ¿Cuáles son los factores más importantes para hacer avanzar los principios de los sistemas entre pares?
- ¿Qué consideraciones éticas plantea la idea de extraer recursos naturales de otros planetas?
- ¿En qué áreas se pueden volverse más influyentes los principios entre pares? Pensar en distintos sectores y temas.

El próximo capítulo examina el auge de la energía solar y eólica, los prospectos de las tecnologías de almacenamiento de energía, y explica los principios fundamentales del sistema energético del futuro, como base tecnológica de la visión.

## PRINCIPALES FUENTES Y LECTURAS RECOMENDADAS

- Bauwens, Michel (2007) *The Peer To Peer Manifesto: The Emergence of P2P Civilization and Political Economy*. Master New Media 3.11.2017. [http://www.masternewmedia.org/news/2007/11/03/the\\_peer\\_to\\_peer\\_manifesto.htm](http://www.masternewmedia.org/news/2007/11/03/the_peer_to_peer_manifesto.htm)
- Benkler, Yochai (2015). *La riqueza de las redes: Cómo la producción social transforma los mercados y la libertad*. Barcelona: Icaria.
- Breyer, Christian et al. (2017) *On the role of solar photovoltaics in global energy transition scenarios*. *Progress in Photovoltaics Research and Applications* 25 (8): 727–745. <https://doi.org/10.1002/pip.2885>
- Brown, Lester (2015). *La Gran Transición: Desde los Combustibles de Fósiles hacia las energías Solar y Eólica*, Instituto de Política de la Tierra.
- Carson, Kevin A. (2016) *Techno-Utopianism, Counterfeit and Real (With Special Regard to Paul Mason's Post-Capitalism)*. Centre for a Stateless Society. <https://c4ss.org/wp-content/uploads/2016/02/TechnoUtopiaPDF1.pdf>
- Heinonen, Sirkka – Karjalainen, Joni (2019) *Pioneer Analysis as a Futures Research Method for Analysing Transformations*. En: Poli R., Valerio M. (eds) *Anticipation, Agency and Complexity*. *Anticipation Science*, vol 4. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03623-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03623-2_5)
- Kuhn, Thomas S. (1971) *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica.
- Naam, R. (2011) *Smaller, cheaper, faster: Does Moore's law apply to solar cells?* *Scientific American*. <http://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/smaller-cheaper-faster-does-moores-law-apply-to-solar-cells/>
- Ockwell, David & Byrne, Rob (2016) *Sustainable Energy for All: Innovation, Technology and Pro-Poor Green Transformations*. Routledge, Londres y Nueva York.
- Perez, Marc & Perez, Richard (2015) *Update 2015 – A Fundamental Look at Supply Side Energy Reserves for the Planet*. IEA-SH-CP-Newsletter 62. <https://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/2015-11-A-Fundamental-Look-at-Supply-Side-Energy-Reserves-for-the-Planet.pdf>
- Proyecto Energía Neo-Carbono: Hallazgos claves. <https://urly.fi/WDs>
- Rifkin, Jeremy (2011) *La Tercera Revolución Industrial: Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo*. Paidós: Barcelona, Buenos Aires, México.
- Schwartz, Peter (1996) *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World*. Currency Doubleday.
- Smil, Vaclav (2017) *Energy and Civilization. A History*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Steffen, Will et al. (2015) *Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet*. *Science* 347: 6223. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Swilling, Mark & Anneck, Eve (2012) *Just Transitions: Explorations of Sustainability in an Unfair World*, United Nations University Press, Tokio.



# 3 EL AUGE DE LA ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA HACE POSIBLE EL MUNDO NEO-CARBONO

En este capítulo describimos los principios del sistema energético descentralizado del futuro, que se basa en el uso de la energía eólica y solar, y en las tecnologías de almacenamiento de energía. La electricidad será el principal portador de energía del futuro, gracias a una mayor eficiencia energética y costos decrecientes. Los datos abiertos y las interfaces, los sistemas de información y de gestión, los dispositivos inteligentes y la movilidad eléctrica ayudarán a las empresas y ciudadanos a producir y compartir energía renovable. El carbono, que usualmente se concibe como una sustancia completamente dañina, será usado como materia prima de manera sostenible, cuando se sigan los principios neo-carbono. En conjunto, estos cambios harán que el sistema energético del futuro sea neutro en carbono.



Imagen: Miia Törmänen



**“El secreto del cambio es dedicar todo el esfuerzo no a luchar contra lo antiguo, sino a construir lo nuevo.”**

SÓCRATES

## LA ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA ENTRAN EN LA ESCENA

La energía solar está disponible, es abundante y rápidamente se ha vuelto uno de los métodos más asequibles para producir electricidad en extensas regiones del mundo.<sup>20</sup> El precio de los paneles solares ha caído a menos de uno por ciento de su precio inicial en los años 1970. Al mismo tiempo, su eficiencia se ha incrementado.<sup>21</sup> La tecnología en sí es simple y fácil de aprender. La energía solar puede producirse en viviendas, hogares rurales, en los techos de las casas y edificaciones, así como en grandes parques solares. Las plantas solares flotantes ya son una realidad en Japón y en China. Se espera que el precio de la energía solar seguirá cayendo y que su eficiencia seguirá mejorando.

De igual manera, la energía eólica, que a lo largo del siglo XX solo jugó un rol marginal, se ha vuelto un método de producción de energía convencional. La electricidad generada por plantas eólicas construidas en tierra firme es cada vez más barata, mientras que las plantas eólicas en el mar se están haciendo también más comunes. Por ejemplo, en Europa, la energía eólica es la forma más barata de producción eléctrica en una planta eléctrica nueva.<sup>22</sup> Igual que la energía solar, la energía eólica es una energía modular, que puede ser puesta en marcha prácticamente en cualquier lugar, ya sean viviendas particulares, comunidades, cooperativas y en grandes parques eólicos tal como sucede hoy en día. La tasa de crecimiento de la energía solar es dos veces más mayor que la de la energía eólica a nivel global, ya que es más modular, más fácil de usar e incluso está más descentralizada que la energía eólica.<sup>23</sup>

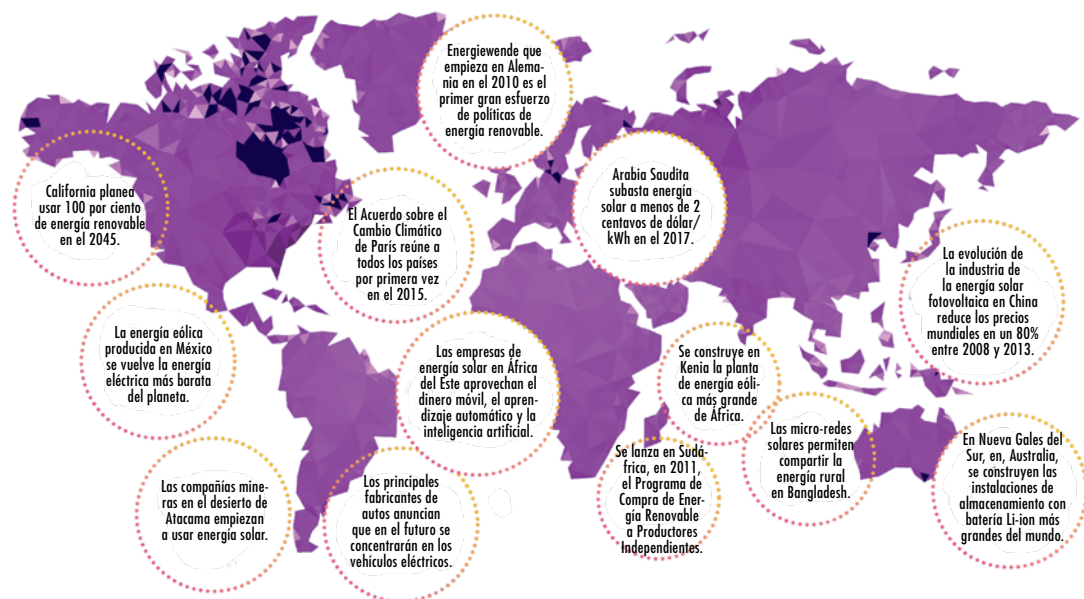
## LOS AUTO-PRODUCTORES Y LAS COOPERATIVAS COMO PIONEROS

En la historia de la energía renovable moderna, las ideas de cooperación y autoproducción han jugado un rol significativo. Es interesante dar una mirada a los primeros pioneros. En Europa, los movimientos ciudadanos a nivel local han propugnado la energía solar desde los años 1970. El ejemplo más importante es Alemania, en donde las cooperativas de energía y los agricultores organizados como productores son actores centrales en una historia, que sólo después dará nacimiento a la revolución energética alemana (Energiewende). Las cooperativas energéticas también jugaron un papel importante en la adopción de la energía eólica en Dinamarca. Miembros

- 
- 20 Además de la electricidad producida usando fotovoltaicos solares (PV), la energía solar concentrada (CSP) se usa por ejemplo en Sudáfrica y en el proyecto Noor en Marruecos. Marruecos ha declarado que su objetivo es volverse para la industria de energía solar lo que Arabia Saudita representa para la industria petrolera.
  - 21 La eficiencia teórica máxima de la energía solar es 86 por ciento. Actualmente, la eficiencia más alta lograda en condiciones de laboratorio es 46 por ciento, y los mejores paneles solares disponibles comercialmente en el mercado tienen una eficiencia de aproximadamente 20 por ciento.
  - 22 La caída del precio de la energía eólica se debe a un mayor tamaño unitario, a costos de operación y mantenimiento reducidos y a una prolongación del periodo de uso en carga máxima.
  - 23 Las fuentes de energía renovable no tienen el mismo potencial en todo lugar. Hay más luz solar cerca del ecuador y las mejores condiciones de viento están repartidas alrededor del globo. La biomasa sólo puede ser usada hasta cierto límite. Los países que tienen muchos bosques han empezado a explorar soluciones bio basadas. Sin embargo, utilizar la biomasa de los bosques para producir energía sólo puede hacerse de una forma que no comprometa la capacidad de los bosques de actuar como un sumidero de carbono al capturar el carbono de la atmósfera.

de las comunidades, tales como las organizaciones de la sociedad civil y otros pioneros, han hecho grandes esfuerzos para que se adopte la tecnología y la difunda a través de capacitaciones. Ha habido proyectos experimentales en África como por ejemplo en Kenia y Tanzania, desde los años 1980. Globalmente, las iniciativas espontáneas de los ciudadanos han desempeñado un rol importante. En la era del Internet, los foros de conversación han acelerado la popularización de algunos aparatos, mejorado servicios, y han ayudado a ejercer presión para el desarrollo dentro del sector energético.

Las políticas con más visión a futuro que han permitido cambios en los mercados energéticos han ayudado a que la energía renovable empiece a ser realidad. Alemania invirtió considerablemente en el despliegue de energía solar y eólica en los años 1990 y 2000. Primero, el estado federal alemán apoyó la energía solar con un programa piloto de 10 mil techos y luego con un programa de 100 mil techos. Adicionalmente, el despliegue de la energía solar fue apoyado por el desarrollo de capacidades tecnológicas, empresariales y de marketing. Se desarrollaron soluciones estándar para instalaciones en techos y se agilizaron los procedimientos de otorgamiento de licencias. Alrededor del planeta, muchas naciones siguieron el ejemplo de Alemania y fijaron un precio garantizado, la llamada tarifa de alimentación a la red, para la electricidad producida que use energía renovable con diferentes tecnologías. Gracias a apoyos de este tipo, las industrias de energía solar y eólica han crecido y se han hecho comerciales. Muchos tipos de interacciones y medidas han difundido los conocimientos y experiencias en el campo de la energía renovable. A su vez, el ejemplo de Alemania catalizó el desarrollo de la industria de la energía solar en China (Huang et al. 2016) y una vez que la producción de paneles solares alcanzó su pleno desarrollo en China, el precio de la energía solar en el mercado mundial se redujo en 80 por ciento entre el 2008 y el 2013.



Source: Neo-Carbon Energy


Figura 2. En los años 2010 se han dado muchos pasos para la instalación de fuentes de energía renovable.

El período a mediados de la década del 2010 fue un punto de inflexión porque marca el auge global de la energía renovable y de iniciativas relacionadas, tal como lo muestra la Figura 2. En muchos países el costo normalizado de la energía solar cayó por debajo del precio de la electricidad en la red eléctrica, los aparatos relacionados se hicieron más baratos y el período de reembolso de las instalaciones de equipamiento decreció de forma constante. Los costos de la energía solar y eólica se volvieron iguales y menores que los de la energía fósil y nuclear en India, China y los Estados Unidos. Luego en Chile, la electricidad solar fue subastada en el 2016 a menos de 3 centavos por kilovatio-hora.<sup>24</sup> En el 2017 se establecieron récords, primero para la energía solar en Arabia Saudita y luego para la energía eólica en México, cuando el precio cayó por debajo de dos centavos por kilovatio-hora.

Las inversiones en plantas solares y eólicas son menores que las necesarias para construir una planta eléctrica de carbón o nuclear. En las centrales eléctricas a carbón, petróleo y otros (por ejemplo, de turba) una gran parte de los costos de producción proviene del precio del combustible. En el futuro esto las hará menos competitivas cuando se comparen con la energía solar y eólica. A diferencia de las centrales eléctricas tradicionales, una vez que la central eólica o solar está terminada, su uso es asequible o casi gratuito. En el futuro, la energía solar o eólica no requerirá necesariamente soporte financiero para desarrollarse. Como se ha señalado, así como para otras tecnologías de la energía, la energía renovable ha llegado a su estado actual gracias a la investigación, el apoyo para su despliegue y el apoyo económico. Los incentivos, las políticas y el apoyo financiero han permitido que el sector se pare en sus propios pies y que los sectores vayan avanzando gradualmente crecientemente guiada por los mercados.

## TODOS SON PRODUCTORES EN EL INTERNET DE LA ENERGÍA

El mundo está acostumbrado a un sistema energético unidireccional en donde la producción de energía depende de plantas eléctricas centralizadas. Para obtener el máximo beneficio de las fuentes de energía renovables, necesitamos un sistema de energías bidireccional. También podemos llamarlo un Internet de la Energía, que reemplazaría a la red eléctrica actual, tal como lo muestra la Figura 3. Como concepto, el Internet de la Energía se parece a una red inteligente, que usa tecnologías de la información y la comunicación para optimizar las funciones y recursos energéticos de la red eléctrica. Sin embargo, es mucho más que eso. El Internet de la Energía permite que la energía renovable fluya en múltiples direcciones. Es como un servicio de tipo nube para la energía, gracias al *big data* y a la revolución digital. Es una red inteligente, reactiva y dispersa de flujos de energía e información.



*“Esta red de energía inteligente abrazará virtualmente cada faceta de la vida. Hogares, oficinas, fábricas y vehículos se comunicarán continuamente entre sí, compartiendo información y energía 24/7.”*

**JEREMY RIFKIN**

*Autor estadounidense en temas de ciencia y tecnología*

---

24 En la misma subasta, la nueva energía de carbón costaba aproximadamente el doble que la electricidad solar (Bloomberg 2016).

Permitiría compartir electricidad de fuentes de energía renovables de la misma forma que el Internet ayuda a compartir información.<sup>25</sup> En el Internet de la Energía, todos los dispositivos se comunican entre sí y con su entorno. Una red inteligente no es necesariamente una red descentralizada (Boucher 2015), pero la lógica distribuida del Internet de la Energía significa que la energía puede ser producida, compartida y controlada sin un monitoreo centralizado. Todos podemos producir electricidad de fuentes de energía renovables y alimentarnos mutuamente con los excedentes de energía en una micro-red o a través de la red. La electricidad también se almacena localmente en edificios, vehículos eléctricos, y todo tipo de infraestructura, con la ayuda de distintas tecnologías de almacenamiento.

La idea del Internet de la Energía toma prestada la noción del Internet de las Cosas (IoT) en donde los dispositivos están conectados al internet y equipados con sensores. En el caso del Internet de la Energía, todos los dispositivos eléctricos estarán conectados entre sí y se comunicarán con su entorno. En el futuro, toda la tecnología estará basada en la nube y cualquier dispositivo, un aparato electrodoméstico o un vehículo, tendrá su propia dirección IP. Esto ayuda a que el sistema de energía sea interactivo y flexible en conjunto. El Internet de la Energía no se refiere solamente a la red eléctrica, sino que incluye todo, desde el almacenamiento hasta la distribución de la energía. Adoptar estos principios puede poner de cabeza al sector energético y a los mercados de electricidad (IEA 2015; Quartierstrom 2020).

## **Aprendiendo de las redes inteligentes, respuesta a la demanda y el código abierto**

La red inteligente es una red eléctrica que usa procesamiento digital y tecnologías de la información y la comunicación. Requiere flujos de datos y el procesamiento de información. Es inteligente gracias al control remoto, las mediciones y programas que aseguran que el consumo, la producción de energía y el sistema en conjunto estén en equilibrio. Dichos atributos son especialmente útiles durante las horas en que la demanda de electricidad llega a su pico. Estos principios pueden ser aplicados a la optimización de la producción de energía, a la capacidad de almacenamiento y al mantenimiento de la red. Cuando la producción de energía solar y eólica es muy elevada, la energía puede almacenarse, por ejemplo, en edificios, calderas o las baterías de los autos eléctricos.

La energía puede optimizarse en respuesta a necesidades reales. El objetivo de la demanda de energía flexible es reducir la demanda de energía en el sistema de energía cuando el consumo de energía es alto. Respuesta a la demanda significa que el consumo momentáneo puede ser reducido o reasignado a un momento cuando haya más energía disponible. La respuesta a la demanda de electricidad, calefacción y refrigeración reduce la necesidad de tener centrales eléctricas costosas operando en las horas pico de demanda. También promueve la efectividad de recursos, minimiza los costos y emisiones, sin comprometer a los usuarios. Esta filosofía también puede aplicarse al diseño de dispositivos eléctricos.

---

25 En este capítulo, nuestra principal referencia es "Internet de la energía – más allá de la red inteligente", de Ruotsalainen (2016).

El desarrollo de código abierto ayuda al intercambio de información, a compartir y a aprender de estos datos. Mientras más se abra una red eléctrica a la electricidad proveniente de fuentes de energía renovables, más usuarios podrán participar en la producción de energía renovable. Los principios de código abierto son útiles también para desarrollar el uso de energía en conjunto. Por ejemplo, en Finlandia, en donde se usa una cantidad significativa de energía para la calefacción, las redes de calefacción distrital fueron abiertas a los ciudadanos, para que como consumidores pudieran transferir sus excedentes de calefacción a otros usuarios.

Si la sociedad civil ha encontrado una infinidad de maneras de usar el Internet, el Internet de la Energía es ahora un nuevo modelo colaborativo para el sistema energético (Wu et al. 2015), ya que es como una nube en donde se encuentran todos los dispositivos, puede transformar el sistema económico y apoyar nuevos estilos de vida. Muchos consumidores desean optimizar su consumo de energía, ya sea por elección o con la ayuda de la tecnología. A quienes lavan su ropa en lavadoras les conviene lavar en los días soleados cuando los paneles solares producen una máxima cantidad de electricidad. Los autos eléctricos operarán en el Internet de la Energía como millones de baterías. Un auto eléctrico puede cargarse durante las horas de oficina o en la noche antes de la próxima salida. El aprendizaje automático puede optimizar los productos de las plantas eólicas y solares.

En general, se desperdicia menos energía cuando la electricidad asume un rol claro en el sistema energético. La facilidad del uso de electricidad ya se puede apreciar en algunos hogares. Las luminarias de tecnología LED duran prácticamente para siempre y probablemente reemplazarán a otros dispositivos de iluminación casi totalmente en la próxima década. En la cocina, las cocinas cerámicas y de inducción están empezando a reemplazar a las cocinas de hierro tradicionales. La eficiencia energética es un factor importante en la electrificación del transporte. Un auto eléctrico puede ser cinco veces más eficiente que un auto tradicional a motor de combustión. Los autos eléctricos pueden transformar aproximadamente de 80 al 85 por ciento de la electricidad almacenada en sus baterías en energía cinética. Un auto de gasolina solo transforma entre 15 y 20 por ciento de la energía en movimiento, y el resto de la energía contenida en el combustible se pierde en forma de calor. En el futuro, no tendrá sentido quemar combustibles fósiles para hacer electricidad.

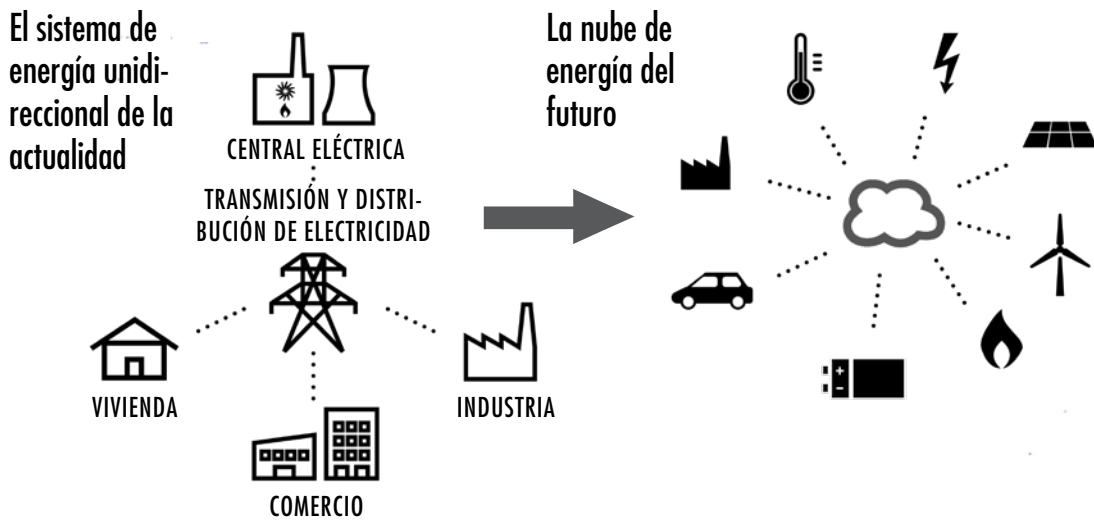


Figura 3. El Internet de la Energía utiliza los principios entre pares y también puede ser llamado un servicio de energía en nube.

## LLEGA LA MOVILIDAD ELÉCTRICA

En la infancia de la industria automotriz, los coches eléctricos tenían un futuro prometedor. La invención del primer auto eléctrico a menudo se asocia a un estadounidense de nombre Thomas Davenport, alrededor de 1835. En 1900, el transporte eléctrico era tan popular que un tercio de los autos en Nueva York eran autos y taxis eléctricos, pero todo cambió cuando Henry Ford introdujo el Modelo T alimentado por gasolina en 1908 e inició su producción en masa. Una interesante historia paralela es que los combustibles que estaban destinados al Modelo T eran el bioetanol y el etanol (Rosillo-Call & Walter 2006) pero, debido a la aparición de gasolina barata, la mayor parte de automóviles producidos en masa se convirtieron a la gasolina. Los coches eléctricos fueron olvidados por casi 100 años,<sup>26</sup> hasta que después de largas batallas el transporte eléctrico está volviendo a la escena. Un animado debate internacional está contribuyendo a incrementar la proporción de vehículos eléctricos. Además, en muchas visiones tecnológicas, los nuevos automóviles son inteligentes y autónomos, y prácticamente todos ellos funcionan con electricidad.

El primer tipo de vehículo eléctrico en alcanzar difusión masiva probablemente será el automóvil eléctrico de pasajeros. Con el impulso de los ejemplos de California y Noruega, se espera que las ventas de autos eléctricos se incrementen en los años 2020 al punto de que se reduzca la demanda global de petróleo crudo. Muchos fabricantes de automóviles ya han proclamado que impulsarán el transporte eléctrico. Una de las primeras corporaciones fue la operación de la empresa sueca Volvo en China que prometió que todos sus nuevos modelos serían ya sea eléctricos o híbridos. Muchos

26 El modelo T revolucionó la industria automotriz con la producción en serie y fue el primer automóvil en llegar al millón de unidades, para alcanzar finalmente este modelo unos 15 millones de unidades en total, según estimaciones (Alison et al. 2009).

otros fabricantes de automóviles han seguido este impulso realizando inversiones considerables. En vez de estaciones de petróleo y gasolina, los autos eléctricos usan infraestructura de recarga que puede ser facilitada por los propios fabricantes de automóviles, otros actores del sector privado, empresas de vivienda y el sector público. La cantidad de tomas de corriente se incrementa cuando las estaciones de servicio empiezan a ofrecer servicios de recarga, cuando se colocan puertos de recarga en los centros comerciales y cuando los proveedores de servicios invierten en servicios de uso compartido. El sector público puede preparar estándares uniformes y expandir la infraestructura de recarga.

Cuando baje el precio de los autos eléctricos, la flota aumentará rápidamente. Los avances en la tecnología de baterías y el interés de los clientes están elevando la demanda. Según una estimación, la producción anual de autos eléctricos podría incrementarse, y pasar de tres millones en el 2017 a unos 26 a 36 millones de autos por año para el 2030. Las ventas globales de autos eléctricos podrían superar las ventas de autos de gasolina a mediados de la década de 2030. La posición de China parece ser un actor clave, pero Europa y América del Norte también van a tener un rol significativo para hacer avanzar la movilidad eléctrica (McKinsey 2018). El transporte en bus puede ser electrificado para que en el 2040 casi el 80 por ciento de buses funcionen con electricidad (Xinhuanet 2017; Jackson 2018).

El futuro del sector transporte está abierto. Un número creciente de países tienen la intención de abandonar o de reducir gradualmente la venta de vehículos de gasolina y de diésel en general. El transporte se entiende cada vez más como un servicio para la movilidad, como una cadena de suministro para viajar. Las personas jóvenes están cambiando sus actitudes, y usan auto sólo cuando es necesario, tal como lo muestra el uso compartido y los servicios para compartir vehículos que cubren zonas enteras de las ciudades. Quizás en 100 años los autos ya no existan, porque podrían haber sido superados por robots de transporte eléctrico o "robo-bots". ¿Cabe recordar que los automóviles eléctricos y los vehículos sin conductor hacen que el sistema energético sea más eficiente, pero no eliminan los embotellamientos! También se requiere un transporte público electrificado, por ejemplo, buses eléctricos robotizados. Ahora es el momento crítico para pensar en cómo los países de ingresos bajos y medios pueden crear nuevas infraestructuras tecnológicas. Un sector de transporte eléctrico ayudaría a deshacerse de un parque automotor que envejece, a crear un nuevo mercado que capitalice las fuentes de energía renovables. También podría ayudar a incrementar la participación de la producción variable de energía renovable.

Un cambio hacia vehículos de agua eléctricos transformaría el transporte acuático: sus formas de energía, las redes de distribución relacionadas y las cadenas de valor.<sup>27</sup> Los trasbordadores eléctricos ya existen.<sup>28</sup> En el futuro una amplia variedad de embarcaciones eléctricas ligeras adecuadas para aguas en tierra firme podrá navegar en cursos de agua, lagos y ríos. Un paso más en la electrificación sería que se involucren las compañías navieras, ya que muchos cruceros utilizan tecnologías y prácticas muy contaminantes. La carga marítima y el tráfico aéreo pueden usar combustible sintético

---

27 Las líneas de cruceros han sido monitoreadas de cerca debido a la violación de múltiples reglas medioambientales. También se ha examinado crecientemente sus emisiones de carbono (New York Times 2019).

28 Además, se está investigando construir naves eléctricas de mayor calado (Proyecto de trasbordador eléctrico).



fabricado a partir de la electricidad proveniente de los renovables. Ya que más consumidores, trabajadores y organizaciones se están haciendo más conscientes e incluso sienten preocupación por la huella de carbono, esta es una oportunidad para la electrificación de la aviación. El tráfico aéreo puede duplicarse para el 2030, por lo tanto, la eficiencia energética por sí sola no puede impedir las emisiones causadas por la industria de la aviación. Las metas de emisiones acordadas por los operadores aéreos en el 2018 son un paso hacia adelante (OACI 2018). El mismo año, Suecia aprobó un impuesto a los viajes aéreos. Esta disrupción tecno-económica podría influir en los miles de millones de dólares que gastan los fabricantes de aviones en diseño, inversiones y adquisición de componentes.

## Incremento de la demanda de almacenamiento de energía

La producción intermitente o variable de energía renovable incrementa la demanda de tecnologías de almacenamiento. Las tecnologías de almacenamiento de energía incrementan la flexibilidad del sistema de energía. La solución más evidente es almacenar la energía en baterías. Actualmente, las baterías de litio-ión son quizás la opción mejor conocida, y las baterías existen en tamaños que van desde muy pequeños hasta muy grandes. Se espera que los desarrollos en tecnologías de baterías aceleren la revolución de los autos eléctricos, y los transformen en el medio de transporte futuro más asequible.

El creciente número de baterías evidentemente crea una necesidad de reciclarlas y re-usarlas. Otra tecnología emergente usa el litio en capa fina. El grafeno como material podría hacer que la carga y recarga de baterías sean aún más rápidas. Dichas mejoras podrían hacer que las baterías sean más ligeras y seguras que antes. Existen nuevas tecnologías de baterías basadas en combinaciones de zinc y aire, en superconductores o en pilas de combustible, pero todavía no están listas para ser comercializadas (McKinsey 2018).

## EL SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE Y LA FILOSOFÍA NEO-CARBONO

Un sistema de energía basado en fuentes de energía renovables no sólo es tecnológicamente viable, sino también probablemente es la opción más asequible para construir un sistema de energía de bajas emisiones al 2050, según estudios de la Universidad Tecnológica de Lappeenranta y el Centro de Investigación Técnica VTT de Finlandia.<sup>29</sup>

El sistema de energía renovable funciona según los siguientes principios básicos. Una revisión de

---

<sup>29</sup> Un sistema de energía basado en energía solar y eólica puede ofrecer energía libre de carbono con un costo de producción 50 por ciento menor que la energía nuclear y que la captura y almacenamiento de carbono (CCS) como alternativas competitivas de energía baja en carbono. Un sistema eléctrico que equilibre nuevas energías solar, eólica y de gas sostenibles puede ser 20 por ciento más asequible que una combinación de plantas nuevas de energía nuclear y gas (Agora Energiewende 2014).

dichos sistemas empieza con una mirada a los recursos. Primeramente, se estima la disponibilidad de fuentes de energía renovable a nivel local y regional. La información precisa acerca del clima ayuda a proyectar cómo aprovechar estos recursos. A continuación, se elige las formas de energía renovable que se usarán, según el propósito que se busque. Luego, se debe calcular los niveles de producción y las capacidades de almacenamiento. Esto demanda un análisis de las tecnologías de almacenamiento apropiadas y disponibles. Por ejemplo, las que dependen de baterías o de hidrocarburos sintéticos. Como lo explicaremos en más detalle, con la energía renovable, el agua y el dióxido de carbono extraídos del aire o de las “industrias con chimenea” podrán usarse para producir combustible sintético libre de emisiones. Estos combustibles pueden ser distribuidos y almacenados usando infraestructura y tecnologías pre-existentes. El sistema de energía descrito aquí es completamente neutro respecto del dióxido de carbono. Los principios básicos del sistema de energía renovable en una simulación en línea, que describe en detalle el uso de varios recursos energéticos en regiones específicas, aparecen en [www.neocarbonenergy.fi/internetofenergy](http://www.neocarbonenergy.fi/internetofenergy).

Este sistema de energía tiene lógica económica hacia 2020 y 2030 porque entonces los menores costos de las energías solar y eólica las hacen rentables en cualquier lugar del mundo. Además, las energías solar y eólica se complementan bastante bien. África, Australia (y Oceanía) y América Latina tienen un gran potencial tanto de energía solar como eólica (Barbosa et al. 2017). Usemos los países europeos como ejemplos ilustrativos. En Italia, se puede producir cantidades significativas de energía solar durante todo el año. En Gran Bretaña, se produce más energía solar durante los meses de verano con luz, mientras que la energía eólica juega un rol más importante en invierno. Las limitaciones climáticas tienen que tomarse en cuenta: el Sol no va a brillar toda la noche, y puede haber varios días seguidos sin suficiente viento. Las estaciones también tienen un efecto. Las precipitaciones durante el monzón reducen el uso de energía solar en India y en el sureste asiático, mientras que los vientos del Harmatán cerca del desierto del Sahara soplan polvo. Los países de climas fríos importan energía en el invierno. Como en cualquier lugar, se deben entender las limitaciones correctamente.

Un sistema de energía neo-carbono es un sistema de energía basado en las renovables. El término *neo-carbono* alude a un circuito cerrado de carbono, tal como lo ilustra la captura y uso de carbono (CCU en inglés). Estas prácticas significan procesos o nuevas tecnologías en las que el carbono se usa en actividades económicas o procesos industriales, y no es liberado en la atmósfera. En vez de considerar el carbono sólo como una sustancia perjudicial, en una economía de neo-carbono se lo puede usar como materia prima. A diferencia de la tecnología de captura y almacenamiento de carbono (CCS en inglés), no se almacena el carbono. El proceso de transformación de la electricidad para nuevos usos se llama “tecnología potencia-a-X” (power-to-X en inglés). Cuando la electricidad producida usando tecnologías de energía renovable se convierte en hidrocarburos, se trata de un método sostenible de producción de combustibles. Los únicos componentes de un sistema como éste son la electricidad, el agua y el aire: el hidrógeno se electroliza a partir del agua y el dióxido de carbono se captura ya sea del aire o de los gases del proceso.

Como se describe más arriba, en un sistema de energía neo-carbono, el hidrógeno es sintetizado en hidrocarburos, por ejemplo, en forma de combustibles sintéticos. De hecho, **casi todos los productos basados en petróleo, productos químicos, plásticos, fertilizantes e incluso las compras del día a**

día pueden ser producidos usando hidrocarburos sintéticos, tal como lo muestra la Figura 4. Será increíblemente útil en ámbitos que de otra forma es muy difícil transformar en campos libres de emisiones. El almacenamiento como gas natural sintético ofrece una nueva alternativa para el almacenamiento flexible estacional de la energía. Al mismo tiempo, pueden aplicarse los principios de los procesos de producción de energía a partir de combustibles fósiles y las infraestructuras existentes en las etapas siguientes del proceso. Se estima que esta tecnología se volverá rentable en los años 2030. Sin la conversión de electricidad limpia de renovables a hidrocarburos, no sería posible cumplir con los compromisos del Acuerdo Climático de París.

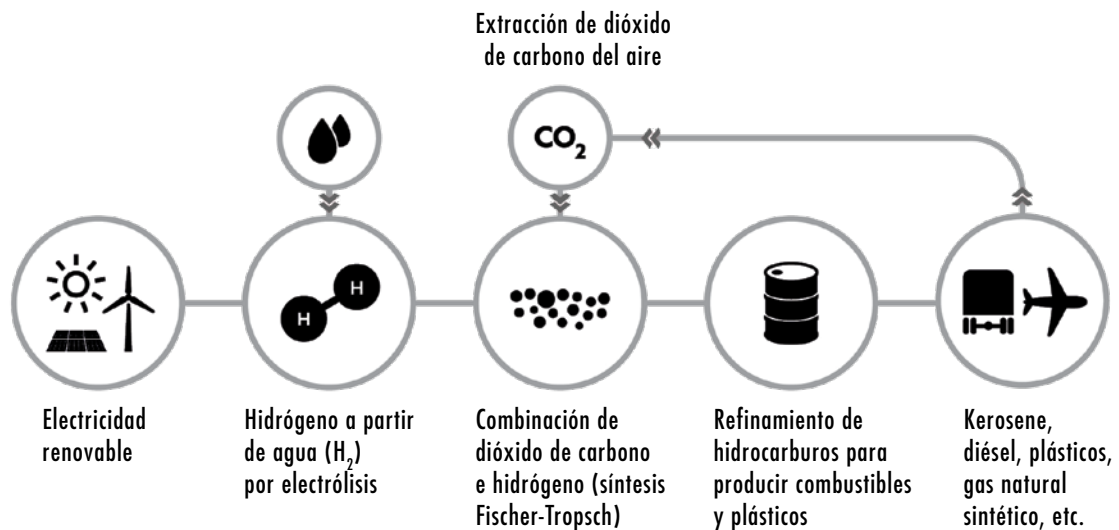


Figura 4. En el sistema de energía neo-carbono, la energía solar y eólica se usan principalmente para producir energía, que es acumulada en baterías y transformada en hidrocarburos sintéticos.

## ¡COMIDA GRATIS DEL AIRE!

A veces, las cosas se desarrollan a grandes saltos. Con estos principios, y la electricidad producida utilizando energía renovable, el dióxido de carbono extraído del aire y los microorganismos podemos producir alimentos ricos en proteínas sin la necesidad de suelo o de criar ganado. En el futuro, este método ambientalmente amigable puede superar los métodos de producción de alimentos con agricultura tradicional. Después del sector energía, el sector agrícola es el segundo mayor productor de emisiones de gas de efecto invernadero a nivel global. En el planeta, se abren nuevas tierras agrícolas talando bosques a medida que crece la población y la demanda por alimentos. Según cálculos de investigadores, la eficiencia de este nuevo proceso que consiste en crear comida rica en proteína a partir del aire es 10 veces mayor que en la agricultura, y 100 veces mayor que la producción de carne, si sólo se consideran las consecuencias ambientales. Sólo dos años después de los estudios del

proyecto Energía Neo-Carbono, la empresa derivada Solar Foods está en marcha para comercializar el proceso y está actualmente empezando la producción.<sup>30</sup> La Agencia Espacial Europea, ESA, ya ha expresado interés en usar esta tecnología para los viajes espaciales. La tecnología también podría aplicarse en países en vías en desarrollo para atacar el problema de la desnutrición. La distancia entre la ciencia ficción y vida real cotidiana puede ser muy corta.

## La nueva era trae nuevas prácticas

Las visiones de la energía son socio-técnicas en el sentido de que su aceptación tiene que darse en el mundo real.

Los parques solares y eólicos no se comparan con las mega-represas o muchos grandes proyectos energéticos de combustibles fósiles.<sup>31</sup> Sin embargo, pueden surgir dificultades si las partes no están convencidas de las ventajas de un proyecto, o si el proceso no tiene en cuenta todos los puntos de vista o si se politiza. Los temas de uso y propiedad del suelo pueden ser particularmente delicados ya que a menudo son resultado de procesos históricos.

Se sueña con que los parques solares que cubrirían el desierto del Sahara podrían ser fuentes de electricidad para todo el norte de África e incluso partes de Europa. Además de estabilidad política, estos proyectos deben diseñarse de tal manera que todos se beneficien por igual y así recibir respaldo de la ciudadanía. El parque eólico más grande de África en el lago Turkana de Kenia es resultado de muchos años de planificación y trabajo, y requirió gran esfuerzo para que se acepte su significado y ventajas. A pesar de que creó empleos, surgieron quejas sobre la idoneidad del proceso y se requirió instalar una nueva línea de transmisión. En último término, permite abastecer una parte significativa de la demanda de electricidad del país.

Los defensores de las visiones de la energía renovable pueden aprender de la larga historia de la política y planificación energética, y de los muchos errores cometidos por quienes desarrollaron los combustibles fósiles (Westenberg & Kuai 2018). En ciertos casos, ya se ha hecho. Algunas compañías de energía eólica han hecho que los residentes locales participen parcialmente en la propiedad de las empresas de energía para mejorar la imagen de sus proyectos ante la opinión pública local. La copropiedad, como accionistas, crea una relación económica entre los residentes

---

30 El enfoque redefine los principios básicos de la producción de alimentos (Forbes 2018). Esta innovación en tecnología alimentaria visionaria recibió el Premio Pentti Malaska en el 2019: <https://www.utu.fi/en/news/news/pentti-malaska-futures-award-to-solar-foods-producing-food-from-air-and-electricity>.

31 El aumento de la producción de energía hidroeléctrica de manera sostenible plantea un gran reto. La represa de las Tres Gargantas, terminada en 2001, en China requirió reubicar 1,5 millones de personas. La Gran Represa del Renacimiento que Etiopía planea construir en el Nilo afectaría a la agricultura río arriba en África oriental y río abajo en Egipto. La represa Inga, que ha estado en la etapa de planificación durante décadas en el río Congo, se considera un proyecto costoso y elefantiásico, y pondría en peligro la excepcional biodiversidad de esa región tropical. Consulte en la base de datos Atlas de justicia ambiental conocer los desafíos descritos.

locales, los propulsores de proyectos y las nuevas infraestructuras. Las oportunidades que abren estas prometedoras prácticas y las limitaciones de los modelos previos merecen una consideración más amplia. Además, ciertos pueblos y grupos nativos que residen en áreas remotas no reconocen el concepto mismo de propiedad. En estos casos, se requieren más análisis multifacéticos.

¿Serían útiles los modelos de propiedad compartida o común y otros enfoques de gobernanza novedosos y creativos? ¿Cómo asegurar que florezca una filosofía de aceptación de construcción de proyectos en el propio vecindario? (Conocido por sus siglas en inglés YIMBY: “Sí, en mi vecindario”).

## LA HUELLA DIGITAL

El aumento en la demanda de baterías y el desarrollo tecnológico aumentan la demanda de litio,<sup>32</sup> cobalto y tierras raras (Bardi 2014; Grandell et al. 2016; Katwala 2018). A nivel mundial, cuatro empresas mineras explotan el recurso (McKinsey 2018). El litio se produce prácticamente sólo en ocho países, y la mayoría de la demanda se satisface con exportaciones de China, Australia y Chile. Para lograr la sostenibilidad, se deben abordar las consecuencias sociales de la minería y minimizar los impactos ambientales (Nkulu et al. 2018). Gracias a los principios de la economía circular, se lograría reducir el desperdicio y las tierras raras y otros metales críticos podrían reciclarse por completo o reemplazarse por otros materiales también para reducir el desperdicio. Otra cuestión es la dimensión física de la economía digital, que a menudo escapa a la vista del consumidor (Dastbaz et al. 2015). El Internet de la Energía es una infraestructura que puede consumir enormes cantidades de energía. Los centros de datos, por ejemplo, requieren enfriamiento. A medida que se expande el uso de las tecnologías de la información y la comunicación y en la nube, aumenta simultáneamente el consumo de electricidad. Ya en 2025, la tecnología de la información podría consumir casi el 20 por ciento de toda la producción de electricidad del mundo (Andrae 2017).

Antes de los automóviles eléctricos e híbridos, la utilización de fuentes de energía renovables en el transporte estuvo restringida durante mucho tiempo casi exclusivamente a los biocombustibles.<sup>33</sup> En el campo de la calefacción y la refrigeración, el progreso en energía renovable sigue siendo lento. En 2015, la participación de las fuentes de energía renovables en la producción total de calor fue de solo aproximadamente el 10 por ciento. El despliegue de calor geotérmico y energía solar para calefacción ha aumentado, pero en el panorama más amplio, su crecimiento ha sido modesto. Actualmente, las fuentes de energía renovables solo desempeñan un papel menor en los servicios de refrigeración a pesar de su considerable potencial (REN 21 2018). Preocupa que la demanda de dispositivos de enfriamiento esté aumentando y vaya a aumentar aún más rápido si las temperaturas globales aumentan aún más. Resulta útil al respecto pensar en las ciudades de las economías en

---

32 En 2017 operaban en el sector cuatro importantes empresas mineras, a saber: Talison, SQM, Albemarle y FMC (McKinsey 2018).

33 Ha habido un enorme y acalorado debate acerca de si los biocombustibles de primera generación son realmente buenos para el medio ambiente. Los nuevos biocombustibles prestan más atención a la sostenibilidad y aprovechan principalmente los desechos y los flujos secundarios de la agricultura y la industria.

desarrollo y emergentes.

Si un sistema de energía renovable es lo suficientemente flexible, ni siquiera la industria básica necesitaría la energía de línea de base generada por las grandes centrales eléctricas. Pero, el despliegue del Internet de la Energía es un esfuerzo complicado y de varios niveles, que exige la colaboración y la experimentación con los ciudadanos y diversos grupos de partes interesadas (Lösch & Schneider 2016). Por otro lado, se necesita una demostración de compromiso y decisión en el sector energético internacional. Hasta ahora, cuando las principales organizaciones de expertos han analizado las presiones de cambio que conciernen al sistema energético, se ha adoptado una perspectiva estrecha. Estas opiniones tienden a subestimar las oportunidades para la extensión de las fuentes de energía renovables y a sobreestimar sus costos (DW 2018). También hay desafíos prácticos. Todos los países del mundo ya están utilizando tecnologías solares, pero todavía hay varios países cuyos recursos eólicos ni siquiera han sido mapeados. Algunos funcionarios nacionales recopilan datos sobre la producción de energía solar o eólica, pero no muchos estudian su potencial transformador más amplio.

## DEMOLIENDO ANTIGUOS ESCENARIOS

La nueva gran electrificación y el Internet de la Energía se están haciendo realidad más rápido de lo que se pensaba. La transformación ocurre tanto en los niveles de las tecnologías individuales como en el nivel de todo el sistema energético. Los rápidos avances en California están iluminando el camino en los Estados Unidos. Las nuevas soluciones que se implementan fuera de la red de electricidad en África y Asia son especialmente interesantes, ya que dan lugar a prácticas completamente nuevas en el sector energético. En América del Sur, vale la pena prestar atención a los planes chileno, uruguayo y costarricense. Alemania pudo desplegar grandes cantidades de energía solar y eólica en muy poco tiempo, a pesar de que los costos de esta transición energética, las políticas inconsistentes y la construcción de redes de transmisión han sido criticados. Es sorprendente que la alternativa de un sistema energético basado en energías renovables no se haya tenido en cuenta en el sector energético durante tanto tiempo. Ahora es el momento en que se derribarán muchos mitos.

No existen obstáculos tecnológicos para crear el sistema energético descrito y además la producción de energía de tal sistema es económicamente rentable. Entre los expertos del sector, el nuevo conocimiento científico ha desencadenado un animado debate. Algunos se asombran ante la propuesta de producir el 100 por ciento de toda la energía utilizando energías renovables, que tildan de punto de partida radical o poco realista (Brown et al. 2018; Child et al. 2018). Ya se han publicado los primeros estudios sensatos, revisados por expertos científicos, sobre el tema y las herramientas de modelamiento del sector energético, junto con el trabajo de formulación de escenarios, con una visión cada vez más realista. El largamente adormilado sector energético está dándose cuenta de las oportunidades que ofrece un sistema de energías renovables y la necesidad urgente de avanzar en su desarrollo, pero al mismo tiempo, de la necesidad de dar pasos prácticos rápidos, ya que de hecho no hay tiempo que perder.

## PREGUNTAS A CONSIDERAR

- ¿Qué explica la popularidad de varios métodos de producción de energía a lo largo de la historia?
- ¿Qué nuevas cuestiones deben tenerse en cuenta cuando se desarrolla un sistema energético descentralizado basado en la electricidad?
- ¿Qué nuevos problemas surgirán de la adopción del Internet de la Energía como sistema disperso y automatizado?
- ¿Hay actividades sociales o económicas, o ciertos sectores que no puedan ser electrificados?
- ¿Cómo se podría ayudar al proceso de electrificación en sectores difíciles de electrificar?

En el siguiente capítulo, pasamos a describir los actores clave del futuro sistema energético, como se describe en este capítulo, desde la perspectiva de la economía y el empleo. Invitamos al lector a identificar a estos actores y reconocerlos en su propio entorno.

## PRINCIPALES FUENTES Y LECTURAS RECOMENDADAS

- Agora Energiewende (2014) Comparing the Cost of Low-Carbon Technologies: What Is the Cheapest Option? An Analysis of New Wind, Solar, Nuclear and CCS Based on Current Support Schemes in the UK and Germany. Prognos: Berlín. [http://www.prognos.com/uploads/tx\\_atwpubdb/140417\\_Prognos\\_Agora\\_Analysis\\_Decarbonisationtechnologies\\_EN\\_01.pdf](http://www.prognos.com/uploads/tx_atwpubdb/140417_Prognos_Agora_Analysis_Decarbonisationtechnologies_EN_01.pdf)
- Atlas Global de Energía Eólica. DTU y Banco Mundial. <https://globalwindatlas.info/>
- Atlas Global de Energía Solar. ESMAP, SolarGIS y Banco Mundial. <https://globalsolaratlas.info/>
- ESMAP: Energy Sector Management Assistance Programme: Banco Mundial. <https://www.esmap.org/publications>
- Fialka, John J. (2015) Car Wars: The Rise, the Fall, and the Resurgence of the Electric Car. Thomas Dunne Books.
- Forbes (2018) How A Startup Plans To Make Edible Protein From Air And Electricity. Forbes, 26.11.2018. <https://www.forbes.com/sites/lanabandoim/2018/11/26/how-a-startup-plans-to-make-edible-protein-from-air-and-electricity/>
- Fraunhofer ISE (2018) Recent Facts about Photovoltaics in Germany (20.7.2018). Fraunhofer ISE. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/recent-facts-aboutphotovoltaics-in-germany.pdf>
- Goodall, Chris (2016) The Switch: How solar, storage and new tech means cheap power for all. Profile Books.
- Kemfert, C., Breyer, C. & Oei, P-Y. (2019) 100% Renewable Energy Transition: Pathways and Implementation. MDPI Books: Basilea.
- Moore, Sharlissa (2018) Sustainable Energy Transformations, Power and Politics: Morocco and the Mediterranean. Routledge Studies in Energy Transitions.
- New York Times (2017) Chile's Energy Transformation Is Powered by Wind, Sun and Volcanoes. Ernesto Londoño (ed.), The New York Times, 12.8.2017. <https://www.nytimes.com/2017/08/12/world/americas/chile-green-energy-geothermal.html>
- Lund, Henrik (2014) Renewable Energy Systems: A Smart Energy Systems Approach to the Choice and Modeling of 100% Renewable Solutions, Academic Press.
- LUT (2016). Un sistema eléctrico basado en 100% energías renovables es la opción de menor costo para América del Sur. Universidad Tecnológica de Lappeenranta (LUT) 7.12.2016. [https://www.lut.fi/web/en/news/-/asset\\_publisher/1Gh4SAywhcPu/content/un-sistema-electrico-basado-en-100-energias-renovables-es-la-opcion-de-menor-costo-para-america-del-sur](https://www.lut.fi/web/en/news/-/asset_publisher/1Gh4SAywhcPu/content/un-sistema-electrico-basado-en-100-energias-renovables-es-la-opcion-de-menor-costo-para-america-del-sur)
- Proyecto E-Ferry. <http://e-ferryproject.eu>
- Proyecto Energía Neo-Carbono: Fuel can be made from air. <http://bit.ly/2zyj7Yt>
- Proyecto Energía Neo-Carbono: Internet de la Energía. Universidad Tecnológica de Lappeenranta (LUT). <http://www.neocarbonenergy.fi/internetofenergy/#>
- Proyectos FLEXe y SGEM: Informes finales\*: <http://flexfinalreport.fi/> y <http://sgemfinalreport.fi/>
- Proyecto Soletair. <https://soletair.fi/>
- REN21 (2017) Renewables Global Futures Report. Great Debates Towards 100% Renewable Energy. Red de Políticas de Energías Renovables para el Siglo XXI: París. <http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/03/GFR-Full-Report-2017.pdf>
- Seba, Tony (2016) Disrupción Limpia de la Energía y el Transporte: Cómo Silicon Valley Hará Obsoletos al Petróleo, Gas Natural, Carbón, Energía Nuclear, Empresas Eléctricas y Vehículos Convencionales para 2030. Clean Planet Ventures. <https://tonyseba.com/wp-content/uploads/2016/08/Disrupcion-Limpia.pdf>

\*Estos informes finales (SGEM 2009–2014 y FLEXe 2015–2016) son una amplia compilación de publicaciones y propuestas sobre las redes inteligentes y sistemas energéticos flexibles.





IA

$$x+y+z = -CO_2$$



Imagen:  
Kaija Makkonen y Maiju Kalisoja  
(Days Agency)



C++

## 4 ECONOMÍA CIRCULAR ELECTRIFICADA EN UNA SOCIEDAD ENTRE PARES – ¿QUIÉNES SON LOS GANADORES?

A lo largo de la historia, los seres humanos han solucionado sus problemas con ayuda de la naturaleza. Hoy en día los mercados están floreciendo gracias a las distintas soluciones que permite la revolución energética. Estos desarrollos son alimentados por la producción de energía inteligente y eficiente, por el uso de los recursos físicos y por el capital humano. La economía del futuro se basará en un sistema descentralizado de energía, soluciones digitales, prácticas entre pares, estilos de vida responsables y el ethos de la sostenibilidad. Al mismo tiempo, la cuarta revolución industrial y las tecnologías emergentes, tales como la inteligencia artificial, plantean retos para todos los negocios. Los principios de la economía circular y del modelo neo-carbono introducen una nueva perspectiva en el debate acerca del cambio climático, transformando el negocio energético.

**“Nada ha sido logrado jamás por quien dice ‘no se puede hacer’.”**

ELEANOR ROOSEVELT

## ¿QUÉ ES LA ACTIVIDAD ECONÓMICA?

La historia de la humanidad es en gran medida la historia del desarrollo económico. La energía es el motor de muchas actividades económicas. Históricamente, cuando la economía prospera, el consumo de energía aumenta. A medida que las sociedades se vuelven más complejas y complicadas, requieren mayores cantidades de energía para funcionar.

La economía de los cazadores-recolectores era local. En las sociedades agrícolas, el excedente de producción podía intercambiarse y comercializarse. Cuando los economistas clásicos escribieron sus obras, los conceptos centrales eran la tierra, el trabajo y el capital como factores de producción. En 1772, Adam Smith describió en *La Riqueza de las Naciones* cómo la actividad económica de los individuos contribuye al bienestar económico. El espíritu de la era industrial se cristalizó en estos primeros manuales de la economía. “El conocimiento es nuestro motor de producción más poderoso; nos permite someter a la Naturaleza y obligarla a satisfacer nuestros deseos”, escribió Alfred Marshall en 1890.<sup>34</sup> Desde los años 1930 es posible comparar las economías de las naciones gracias a la adopción del producto bruto interno como herramienta de medición. Más adelante, se adoptaron otros instrumentos de medición del desarrollo. Quizás el factor más importante en el crecimiento y desarrollo de las sociedades tiene que ver con la energía. Nuestra civilización y estándar de vida dependen de un suministro suficiente de energía (Kapitza 2006).

Los conceptos económicos cruciales, tales como la oferta y la demanda, siguen usándose cotidianamente, pero el mundo en el que opera la economía está cambiando radical, rápida e irreversiblemente. Las tecnologías de la información y la comunicación, el capital financiero y los desarrollos tecnológicos han dominado las décadas recientes. La economía funciona en red de una manera que pocos habrían podido imaginar. Estas redes han creado a los magnates de la era digital. Los primeros hijos de esta era, Microsoft, Intel, Google y Apple, son estadounidenses, mientras que los hermanos menores, como Alibaba, la tienda en línea, y Tencent, una empresa de software, son chinos. Estos gigantes de la tecnología prosperan incluso en una pandemia. Los productos y servicios de estas firmas trabajan en una red de operaciones compleja y global. La economía desmaterializada, pero el consumo material se ha incrementado fuertemente (Smil 2013).<sup>35</sup>

## EL MUNDO DIGITAL Y EL COMPARTIR DAN FORMA A LA ECONOMÍA

En lugar de los bienes producidos en masa de la era industrial, cada vez más clientes buscan mercados de nicho. Las comunidades, la colaboración y las actividades económicas se han vuelto más diversas que antes gracias a la innovación, al conocimiento y al cambio tecnológico. Las actividades económicas mezclan cada vez más la lógica de mercado y la orientación a la ganancia con aspectos sociales, relaciones, el compartir y modelos colaborativos. Al día con estos desarrollos, la digitalización ha transformado la sociedad. Permite numerosas soluciones descentralizadas y

---

34 Libro IV, Capítulo I.

35 Adicionalmente, la industria llamada inmaterial y creativa no es en realidad tan inmaterial – consume energía y recursos, y también produce desechos electrónicos.

entre pares, independientes de los modelos tradicionales, llamados centralizados. Como ejemplo, la tecnología blockchain ha sido adoptada alrededor del mundo, así como las criptomonedas. Existen incluso experimentaciones con blockchains en el sector energético.<sup>36</sup>

Están surgiendo nuevos principios en la economía de la producción que combinan las lógicas abierta y cerrada. Las deslumbrantes promesas de la economía digital hacen que las personas busquen nuevas formas de garantizar y de cimentar la confianza mutua. Las empresas personalizan sus servicios haciendo uso de sus vastas reservas de información y de las opiniones de los ciudadanos. También usan los datos de libre disponibilidad para producir servicios y crear experiencias. Incluso si el sistema operativo Linux es gratuito y abierto, los servicios basados en este sistema operativo, o que lo utilizan de alguna manera, se tienen que pagar. Las plataformas como Facebook y YouTube eran originalmente abiertas, pero luego empezaron a vender servicios a los anunciantes.

Los principios entre pares y la información compartida crean nuevos mercados y comunidades. Los grupos de reciclaje de vecindario son populares en las redes sociales; con AirBnB se puede alquilar departamentos y Uber da servicios de taxi. Estos servicios sólo necesitan una plataforma donde convergen personas y bienes. La proliferación de estas actividades ha creado la llamada “economía de plataforma” donde la economía compartida puede incrementar el uso de productos individuales y genera oportunidades de negocios ecológicos. Si se intercambia dinero por servicios, los pagos a menudo se hacen a través de un tercero. Muchos servicios novedosos tienen éxito porque ofrecen experiencias auténticas, inmateriales y significativas. Los servicios de streaming musical ponen al alcance del consumidor los clásicos de siempre pero también a los intérpretes independientes. Y la innovación alimenta la creatividad. El fabricante de autos Tesla compartió, siguiendo el espíritu del código abierto, todas sus patentes a la competencia, para desarrollar los sectores de la energía y el transporte. Parece que sus esfuerzos han funcionado.

## LOS COSTOS MARGINALES DE LA INFORMACIÓN Y LA PRODUCCIÓN SIGUEN CAYENDO


La producción, manipulación y el compartir información se han simplificado y el uso de la información se ha vuelto casi gratuito.<sup>37</sup> En otras palabras, los costos marginales de la información han caído casi a cero. Como lo ha descrito el futurista José Cordeiro, en 30 años, el procesamiento de la información ha pasado de las tarjetas de memoria de un kilobyte a las de capacidad de más de un terabyte (1.000.000.000 kilobytes). Otro ejemplo, es la secuenciación del genoma humano que se logró en 2013 después de 13 años a un costo de mil millones de dólares de Estados Unidos. En el 2015, demoraba cinco días y costaba mil dólares. En el 2025, se espera que el análisis del genoma

---

36 Los blockchains son una tecnología con la cual los actores que no se conocen pueden co-producir y mantener bases de datos de forma dispersa. Con la ayuda del blockchain los miembros pueden confiar entre sí, aun sin conocerse. El comercio de electricidad llevado a cabo en una red de pares podría registrarse en un blockchain. El problema es que los blockchains pueden consumir enormes cantidades de electricidad, lo cual entelece su adopción. Buscar nuevos bitcoins es una actividad que consume muchísima energía.

37 Para compartir información por Internet o por tecnología móvil se paga casi solo por el uso de la tecnología (Heinonen et al. 2017a; Cordeiro 2016).

tome aproximadamente un minuto y cueste 10 dólares. La tecnología se está desarrollando, miniaturizando, acelerando y abaratando exponencialmente. Los mercados operan más rápido, ya que los productos, servicios y transacciones se fabrican y despachan con mayor fluidez (Friedman 2016). Nuestro reto consiste en que a nuestras mentes les resulta difícil comprender la velocidad exponencial del cambio. Si bien es cierto que los costos marginales de la información han sido casi iguales a cero ya desde hace algún tiempo, también se están reduciendo los costos marginales de la producción física y es probable que se reduzcan incluso más rápido a medida que se automatiza la producción física.



*“El sistema energético del futuro se volverá más eficiente cuando se usen y optimicen la inteligencia artificial y los datos digitales de múltiples fuentes.”*

**ERNESTO HARTIKAINEN**

*Especialista en Economía Circular,  
Sitra, Fondo de Innovación de Finlandia*

## LA PRÓXIMA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Estos desarrollos han dado lugar al concepto de Cuarta Revolución Industrial, cuyos efectos son todavía objeto de especulación (Schwab 2016; 2018). Se piensa que el acelerado ritmo del cambio tecnológico crea muchas oportunidades para incrementar la productividad una vez que miles de millones de personas usen dispositivos móviles interconectados con aun inconcebibles capacidades de procesamiento, características, capacidad de almacenamiento y acceso casi ilimitado a la información. En contraposición a las revoluciones industriales previas, que se caracterizaron por cambios en la producción, los cimientos de estos desarrollos están en la conectividad. Se sostiene que estos desarrollos plantearán retos a los métodos de producción, gestión y administración precedentes.

Cada vez se utilizan mayores cantidades de información en los procesos de producción, y muchas de sus etapas pueden automatizarse. La automatización permite incrementar la eficiencia, reducir errores y liberar a las personas capacitadas para que realicen tareas más complejas. En lugar de usar fórmulas simples y directas, los programadores usan algoritmos, lo que permite el aprendizaje automático simple. Los algoritmos ayudan en todas las aplicaciones, desde las pequeñas aplicaciones móviles sencillas hasta los exigentes procesos de producción. Un nuevo universo se abre cuando estos avances se combinan con el Internet de las Cosas, la robótica y la inteligencia artificial. También están en camino innovaciones en la nanotecnología, biotecnología, ciencias de materiales y computación cuántica. Para funcionar, estas tecnologías requerirán enormes cantidades de energía limpia.

## CUANDO LA ENERGÍA ES LIMPIA Y GRATUITA

La *reducción de los costos marginales de la energía* (Rifkin 2014; 2011) es una de las ideas más radicales en la transición hacia un sistema de energía renovable. Tal como se describe en el Capítulo 3, la producción de electricidad con energía solar y eólica es prácticamente gratuita una vez que se han cubierto los costos iniciales, cuando se ha instalado un panel solar o se ha construido una turbina eólica. **Si los costos marginales de la energía renovable están cerca a cero, la energía se volverá parte de la economía compartida.** La reducción de los costos marginales de energía también reduce los costos marginales de producción en general echando los cimientos de una economía que esté cada vez más basada en recursos co-creados. Al caer los costos marginales de la energía limpia, entra en acción una fuerza nueva y fascinante con el potencial de desencadenar una reacción en cadena que nos lleva hacia un futuro de abundancia.

La automatización, las tecnologías digitales ubicuas y los sistemas de energía renovable de bajos costos marginales serían una combinación poderosa. Imaginemos una enorme cantidad de producción de energía renovable descentralizada y diversas actividades económicas a nivel de las bases. En la cuarta revolución industrial, la producción se traslada de las grandes fábricas a los pequeños talleres con la ayuda de la energía renovable descentralizada y las tecnologías de producción digital como la impresión 3D. Llevado al límite, este desarrollo y las formas locales de colaboración crean una disrupción en la lógica de mercado basada en la escasez, así como en los mecanismos de precio y los métodos de organización relacionados. En lugar de la escasez, la economía estaría basada en la abundancia y en la energía limpia.

## EL ENIGMA DE LOS EFECTOS EN EL EMPLEO

Se han presentado opiniones antojadizas e incluso atemorizantes acerca de los efectos que dichos desarrollos tienen en el empleo. La automatización, la robotización y la inteligencia artificial podrían eliminar muchos puestos de trabajo actuales. En dichos escenarios distópicos, se incrementarían la marginalización y el desempleo. Pero aún, se destruirían puestos de trabajo en las economías emergentes y en vías de desarrollo antes de que pudiesen crearse otros nuevos. Sin embargo, de otro lado, las nuevas tecnologías también mejoran la productividad de los países en desarrollo, son promesa de una prosperidad más rápida y ayudan a los ciudadanos en muchas tareas, tales como acceder más fácilmente a los servicios financieros (AfDB et al. 2018).

La transición laboral probablemente sea un proceso gradual y lento, en lugar de una revolución de la noche a la mañana (Susskind & Susskind 2015). Estimaciones moderadas destacan la desaparición de los empleos antiguos y la aparición de otros nuevos. En el pasado las disrupciones tecnológicas han dado lugar a nuevas ocupaciones. La disrupción laboral y el desarrollo tecnológico pueden crear nuevas oportunidades en el diseño y supervisión de procesos automatizados. Sin embargo, estas tareas requieren know-how y experiencia especializada (Iraki 2018). Las nuevas tecnologías y formas de trabajar podrían significar una vida laboral más plena para algunos. Las visiones positivas del trabajo en el futuro prevén que nos liberaremos del trabajo rutinario aburrido.

En esta transición, el poder y la ética tienen un rol primordial. Si los algoritmos y los robots hacen el trabajo de los humanos, ¿esto significa que los programadores centralizarán el poder y con sus códigos programarán nuestras vidas cotidianas y los procesos de producción?<sup>38</sup>

## El auge del pos-trabajo – una promesa de la era pos-capitalista

Si la energía limpia existe en abundancia y la producción física está automatizada, cambia la naturaleza del empleo. En una plena economía de servicios, se necesita poco trabajo humano, ya que los robots se encargarían del trabajo manual. Las consecuencias propuestas parecen casi utópicas: transitaríamos hacia el pos-trabajo, una sociedad pos-capitalista en la que las horas de trabajo de los seres humanos se reducen casi a cero (Mason 2016). ¿Si un ser humano decidiera trabajar, sería considerado como su hobby! No sería necesario o posible trabajar tanto como antes. La mayor parte del trabajo sería creativo y social, y se mezclaría con otras esferas de la vida.

La producción entre pares se basaría en las acciones de las personas y no en la propiedad privada y la lógica del mercado. Para algunas comunidades, el trabajo, el ocio y la actividad comunitaria serían inseparables, y sería imposible separar productores de consumidores. Las personas harían las cosas que consideren significativas y que les diesen satisfacción. Quizás "el trabajo" tal como lo conocemos, dejaría de existir (Glenn et al. 2019). Al mismo tiempo, se incrementaría el valor de la imaginación y del arte. La producción entre pares se basaría en las acciones de las personas y no en la propiedad privada y la lógica de mercado. Hacer el bien y ayudar a otros podría ser una alternativa al trabajo asalariado como una fuente de actividad significativa. Lo que aún requiere respuesta es la pregunta de ¿quién disfrutaría de esta promesa de la era pos-capitalista? ¿El camino sería realmente accesible para todos?

## LOS NUEVOS MÉTODOS DE TRABAJO Y EL INGRESO BÁSICO UNIVERSAL PUEDEN AYUDAR A LA AUTO-ORGANIZACIÓN

Las virtudes de la apertura, los principios entre pares y las tecnologías dan forma a las estructuras de las organizaciones. Las redes abiertas y globales permiten trabajar casi en todo lugar, momento, forma y con casi cualquier persona. El conocimiento, las herramientas y los espacios de trabajo se comparten. El trabajo y el ocio están en todos lados y en ninguna parte, libres de limitaciones geográficas y temporales. La autoexpresión y la motivación interna significan que más personas quieren desempeñar los roles que les convengan y trabajar por el bien común. Las estructuras orgánicas están sustituyendo a las burocracias. Estos principios constituyen el epítome del ethos entre pares.

---

38 Si algún día alcanzamos la singularidad tecnológica, es decir, cuando la capacidad de aprendizaje de la inteligencia artificial sobrepase a la inteligencia humana, las cuestiones de ética y valores relacionadas a la inteligencia artificial serán primordiales. ¿Quizás ya ni siquiera habría necesidad de programadores!



Como explicamos anteriormente, la lógica entre pares describe los proyectos de colaboración digital, pero los mismos principios se aplican a las organizaciones a nivel general.

Muchas empresas permiten que sus empleados organicen su trabajo libremente. En los Países Bajos, una empresa llamada Buurtzorg presta servicios de cuidado de la salud apoyándose en prácticas colaborativas (Kurki & Wilenius 2016). Se ha descubierto que la auto-organización incrementa la satisfacción, el bienestar y la productividad. Es una manera poderosa de organizar el trabajo, cuando se cuenta con la pericia y las tecnologías necesarias. También significa que, para aprovechar este potencial, los directivos deben apoyar el desarrollo personal, la auto-expresión y la creatividad de sus trabajadores. De allí, la mayor importancia de la empatía y la interacción social en el trabajo. Los futuros empleadores tienen que enfocarse incluso más en lo humano, estar dispuestos a aprender de sus errores y alentar y tolerar una gama de opiniones.

La colaboración entre numerosos actores es necesaria para preparar a los ciudadanos para entornos en constante cambio y para nuevas maneras de trabajar. En la capacitación y reconversión laboral, los conocimientos matemáticos, de ciencias naturales o de ingeniería, pueden inspirarse y sustentarse en el sector creativo. En el ámbito laboral, las empresas y el sector público pueden anticipar los campos emergentes y ayudar a los ciudadanos a usar herramientas colaborativas en el ámbito laboral. Cuando se reconceptualiza la idea de trabajo en el diseño de políticas, también deben revisarse las medidas de protección social. Los intentos de adoptar el ingreso básico universal son un ejemplo de cómo se tiende un puente hacia la economía entre pares. Se propone el ingreso básico universal porque ayudaría a los ciudadanos a desenvolverse en un entorno laboral turbulento.

## NUEVOS VIENTOS SOPLAN EN EL SECTOR DE LA ENERGÍA

Es común que los cambios societales, tales como el cambio climático, sean aliviados a través de medidas económicas.<sup>39</sup> La economía híbrida se refiere a las actividades económicas que combinan la búsqueda de la ganancia financiera y la creación de valor compartido. La maximización de la ganancia ya no sería el único objetivo de las empresas. Los avances en la automatización podrían incluso acelerar la economía híbrida (Frey & Osborne 2013). Las tecnologías inteligentes y eficientes en el uso de recursos que buscan integrar tecnología, naturaleza y humanidad son un ejemplo de estos cambios. Un nuevo tipo de crecimiento no significa el rechazo de la tecnología. Por ejemplo, el pionero en estudios prospectivos Pentti Malaska (2010) presenta el nuevo crecimiento como una combinación de crecimiento inmaterial, de la economía de servicios y de la eficiencia energética, y a la vez la minimización del derroche de recursos y desechos. Si este es el caso, las visiones de empresas pioneras como Patagonia y Tesla podrían ser el preludio de una edad ecológica dorada (Perez 2016; Wilenius 2017).

Las empresas startup pueden dar indicios de la dirección futura del sector energético. Las startup ya ofrecen paneles solares, tejas solares, diversas soluciones de almacenamiento de energía, instalaciones

---

39 Se ha dicho que el cambio climático es el error de mercado más grande y extenso que haya cometido la humanidad (Stern 2006).

de micro-redes para aldeas y servicios relacionados. Los modelos de negocio innovadores, las nuevas tecnologías, y las nuevas maneras de trabajar y de pensar las hacen radicales. Las corporaciones con mayor uso de tecnología reconocen los menores costos asociados a la energía renovable y anticipan nuevas innovaciones.<sup>40</sup> Los cambios en el sector energético transforman los sectores y mercados tradicionales: las compañías mineras de todo el mundo están pasando del uso de generadores de diésel y petróleo a una energía solar más asequible. En el desierto de Atacama, Chile, el Sol brilla todo el año (Karjalainen et al. 2020). ¡Pensemos en cuál podría ser el efecto de las prácticas entre pares, de las nuevas tecnologías y del pensamiento de ciclo de vida en el sector de la construcción!<sup>41</sup> Incluso las industrias pesadas están buscando cómo transformarse. Adicionalmente, el trabajo de investigación y desarrollo activo supone una mentalidad transformacional. La energía solar podría usarse para purificar el agua o para convertir el agua marina salobre en agua dulce. Esto sería de gran ayuda en países que sufren de sequías.

## CRECE LA DEMANDA DE ENERGÍA LIMPIA

Pronto, las empresas de energía tradicionales ofrecerán una plataforma para compartir energía renovable. Las mismas empresas mantendrán el Internet de la Energía, habilitado por una conectividad mejorada y la transmisión de datos, lo cual incrementará la productividad y mejorará la eficiencia energética.<sup>42</sup> Los productos y servicios relacionados a la energía se volverán una parte integral del mercado de consumo.<sup>43</sup> Algunas empresas se concentrarán, por ejemplo, en la optimización de la temperatura de interiores y otras en electrodomésticos. Se ofrecerá el almacenamiento de electricidad como un servicio y como energía en reserva en caso de cortes de electricidad. Todos los aparatos y la infraestructura energética se diseñan como productos estéticamente agradables. Las compañías energéticas venden sus servicios de marca para apoyar el estilo de vida ecológico de sus consumidores.

La energía solar estará de moda (Smelik et al. 2016). Cuando las tecnologías y servicios energéticos nuevos se vuelvan parte del entorno diario de los ciudadanos, se establecerá una nueva relación material. Todos los aparatos podrían volverse energéticamente eficientes y ecológicamente inteligentes gracias a la inclusión de la inteligencia artificial y conectividad. Al mismo tiempo, el consumo de electricidad se incrementará con la creciente cantidad de dispositivos y el procesamiento de información. Como consecuencia, la relación entre mundo digital, sector de la energía renovable y ecología, se vuelve más íntima. Los futuros entornos de vida físicos y digitales se alinean con valores ecológicos y el uso de tecnologías nuevas (Glenn et al. 2017; 2019).

---

40 Las compañías ágiles que entienden la energía renovable se volverán pioneras (Karjalainen & Heinonen 2018).

41 El gigante de la industria del acero Arcelor Mittal ha investigado modelos de negocio radicales en la manufactura del acero y sus cadenas de valor para aliviar los impactos ambientales de la industria siderúrgica gracias a la generación de energía por la propia empresa sin generar gastos.

42 Actualmente, se están desarrollando tecnologías de red de 5ta generación (5G) o, según algunos, hasta de 6ta generación (6G).


43 En los años 2010, las conexiones a Internet se vendían con datos ilimitados. Tesla ha ofrecido estaciones de carga para autos eléctricos.

## UNA AMBICIOSA ECONOMÍA CIRCULAR NEO-CARBONO

En el biomimetismo, los humanos son parte integral de los ecosistemas naturales. El pensamiento de-la-cuna-a-la-cuna o el diseño regenerativo es un enfoque biomimético para el diseño de productos y sistemas que modelan elementos de la naturaleza. Se necesitan nuevos sistemas así como un reciclaje de materiales diverso y multinivel para alcanzar el objetivo de liberarnos de los residuos de forma rentable y eficiente (Benyus 2012; McDonough & Braungart 2005; El-Haggar 2010). El pensamiento neo-carbono, descrito en el capítulo anterior, apoya el logro de este objetivo: el dióxido de carbono puede ser capturado ya sea directamente del aire o de las fábricas. Una vez que se ha logrado el objetivo de reducir las emisiones, el carbono seguirá usándose en algunas funciones industriales en la economía neo-carbono.

Incluso en un sistema de energía limpia, la economía necesita materias primas y produce desechos (Davidsson & Höök 2016). En una economía circular, la materia y la energía limpia también circulan. Lo que necesitamos son entidades asociativas que trasciendan las fronteras entre varios campos, los sectores industriales e incluso las fronteras nacionales. Una economía circular avanzada y electrificada es en realidad extremadamente compleja. En el futuro, deberá proporcionar energía renovable e incluir hasta los materiales difíciles de reciclar, tales como los microplásticos y los materiales de pequeña escala que se usan en la nanotecnología.

En su óptima versión, la economía circular puede llevarnos al próximo nivel, a un modelo de reciclaje mejorador del valor (upcycling) en el que el reciclaje de productos y servicios cree un valor añadido de forma creativa. En un sistema como éste, los materiales usados no son simplemente materias primas para otro proceso o función, sino que usarlos también mejora la calidad del medio ambiente (McDonough & Braungart 2013).<sup>44</sup>



*“La relación entre un auto eléctrico y la persona que lo recarga es bidireccional y es más interactiva que entre el cliente que está llenando el tanque de gasolina en su auto en una estación de servicio”.*

PASI VAINIKKA

*Profesor Adjunto, LUT y  
Director General, Solar Foods Ltd*

Todos los sectores deben tomar en cuenta los impactos ecológicos de las tecnologías emergentes (Martin 2016). En las ciudades, las áreas construidas podrían alimentar la biodiversidad, y la inteligencia artificial en sus numerosas formas podría monitorear el consumo global de energía y materiales. Por ejemplo, la agricultura basada en iluminación LED incrementa el consumo de energía, pero se necesitarían menos centrales eléctricas con capacidad

---

44 El término reciclaje significa re-uso. Upcycling significa mejorar un producto existente. Desde un punto de vista medioambiental, su polo opuesto es el downcycling en el que un producto previo actúa como el habilitador de un nuevo producto o proceso, pero haciendo perder algo de valor.

de ajustar la carga según la demanda.<sup>45</sup> La inteligencia artificial también podría asignar los recursos para asegurar los flujos de la economía compartida. Las aplicaciones locales que se comuniquen entre sí también ayudaran a cerrar las brechas de materiales. De esta manera, la humanidad se mantendrá dentro de los límites del planeta y en camino a un nuevo tipo de neo-crecimiento sostenible. Hay que asegurar que se reduzca la cantidad total de residuos, que no se excedan los límites de seguridad de ciertas emisiones y que no se agoten los recursos no renovables.

## ¿Nos ahogaremos en basura?

Incluso si producimos energía limpia, vamos a tener que considerar las consecuencias del consumo. La energía renovable puede usarse para producir bienes que crean desechos. Ya hay millones de toneladas de residuos y de compuestos nocivos liberados en el medio ambiente y que tienen que recuperarse. Se produce más plástico que nunca, a una tasa de aproximadamente 320 millones de toneladas anualmente. Sólo una pequeña fracción se recicla, clasifica o incinera para producir energía. Los plásticos están llenando los rellenos sanitarios o como consecuencia de una mala gestión de desechos, se arrojan al medio ambiente natural, a los ríos y océanos.

La mayor parte de la basura presente en los océanos proviene de las economías en vía de desarrollo sin sistemas adecuados de recolección. En Indonesia, se ha encomendado al ejército que recoja los desechos en los ríos. En algunos países del África Occidental solo se recicla un pequeño porcentaje de residuos plásticos. Se ha detectado en los océanos del planeta cinco enormes acumulaciones de basura con plásticos, caucho y vidrio, cuya superficie es mayor a la de algunos países. Dos están ubicados en el Océano Atlántico, dos en el Océano Pacífico y uno en el Océano Índico.<sup>46</sup> Miles de cepillos de dientes, zapatos y cientos de millones de piezas de plástico se encuentran incluso en islas tropicales remotas (Lavers et al. 2019).

Se necesitan acciones holísticas.<sup>47</sup> El problema del plástico ha entrado en la agenda política del planeta. Kenia y Ruanda tomaron la iniciativa para prohibir las bolsas de plástico delgadas y desechables en África del Este y ahora están pensando en medidas adicionales. En India, Mumbai está esperando los resultados de la prohibición de producción, uso y distribución de plásticos. La Unión Europea y otros países se han unido a esta causa. Las pajillas o sorbetes, cucharas, platos y botellas de plástico están en una lista negra. El paso siguiente es lidiar con los desechos plásticos

---

45 La electricidad con ajuste de carga significa que la capacidad de producción de la electricidad está controlada. Equilibrar el consumo y la producción de electricidad hace que la red eléctrica siga funcionando. Los métodos de producción de electricidad que se basan en circunstancias cambiantes de la naturaleza, como por ejemplo la energía solar y eólica, demandan una cantidad relativamente menor de plantas con capacidad de ajuste ante la variación de la demanda.

46 Según ciertos estimados, el ocho por ciento de los residuos plásticos oceánicos son invisibles para el ojo humano pues son microplásticos de menos de cinco milímetros de diámetro (Lebreton et al. 2018). Sus efectos en la salud son objeto de crecientes investigaciones científicas.

47 En un contexto energético, la Paradoja de Jevons significa que una mayor eficiencia energética puede fomentar un mayor consumo de energía. Un ejemplo de efecto rebote de las emisiones de dióxido de carbono podría ser la decisión de no comprar un servicio en particular, sino más bien consumir otros servicios o productos que causen en realidad incluso más emisiones.

que ya fueron producidos. ¿Sería posible reunir o recolectar la maraña de basura de los océanos y reutilizarla como material bruto industrial con la ayuda de naves robots a electricidad? ¿Se podría sacar también los desechos plásticos de los lugares remotos y de los suelos oceánicos, tales como la Fosa de las Marianas, desde una profundidad de 11 km?

## Pioneros bajo el sol

La metodología del pensamiento de diseño (design thinking) puede aprovecharse en los negocios ecológicos. Las empresas de energía solar de África del Este promueven el uso de la electricidad solar en hogares de bajos ingresos analizando el comportamiento del consumidor, el entorno del usuario y apoyando la adopción de nuevas tecnologías. Una empresa llamada M-KOPA Solar hizo famoso el modelo de "pago gradual". El cliente paga una cuota inicial y luego paga algunas decenas de centavos como cuota diaria hasta volverse propietario del equipo de electricidad solar. En servicios como éste, un sistema solar para vivienda permite recargar la batería de un teléfono móvil, mientras que un sistema más grande alimenta una radio, televisión o refrigerador. Una serie de empresas solares que operan fuera de la red han aprovechado las microfinanzas, las soluciones de dinero móvil y las tecnologías de la comunicación. Los servicios tecnológicamente sofisticados usan el aprendizaje automático para optimizar la iluminación de las viviendas según la corriente que queda en la batería. Si un componente del equipo sufre una avería o si el panel está polvoriento, el sistema notifica a la empresa.<sup>48</sup> Estas empresas están entrenando a la nueva generación del sector energético (GSMA 2017).

## ¿QUIÉN GANARÁ EN EL JUEGO DE LA ENERGÍA RENOVABLE?

¡La colaboración creativa puede ser poderosa! Construir una economía circular global que se apoya en energía renovable requiere pericia local y colaboración global. Los países de ingresos bajos y medios que luchan contra el desempleo tienen miedo de los efectos de la automatización sobre su juventud (Iraki 2018). Nuevas prácticas, estilos de vida y cambios sistémicos inspirados por pioneros proporcionan múltiples oportunidades económicas (Lang et al. 2016; Schröder et al. 2019). Los cambios en la educación pueden facilitar la difusión de modelos de éxito e incluso introducir nuevos valores, actitudes y cambiar comportamientos.

Ser un pionero exige determinación e incentivos. Una empresa pionera requiere conocimiento, redes y aceptar riesgos. ¿Cómo cultivar estos recursos? Por ejemplo, los emprendedores de startup

---

48 Si el cliente no cumple con pagar, la empresa puede apagar el equipo por conexión remota.

innovadoras en los países en vía de desarrollo necesitan a menudo mentoría y apoyo de largo plazo. Si la ayuda es limitada, los pioneros deben apoyarse en pericia, tecnología y finanzas externas. En dicha colaboración para fijar metas más ambiciosas, es importante alimentar a los emprendedores entusiastas a lo largo de su recorrido de aprendizaje y premiar a los desarrolladores de tecnologías.

Hacer disponibles nuevas soluciones para los clientes también requiere la decisión de apoyar la formación de nuevos mercados. Los visionarios tienen el valor para empujar sus propias soluciones hacia adelante, si no están limitados por riesgos o disrupciones de política. Con sus propias acciones, los estados nación pueden emprender la misión de acelerar la transformación. Pueden crear marcos facilitadores, entornos operativos favorables y proporcionar fondos de inversión de riesgo para las fases iniciales de desarrollo que ayuden a hacer surgir nuevas líneas de negocios y a lanzar nuevos inventos al mercado (Mazzucato 2013; 2018).<sup>49</sup>

Las decisiones políticas también pueden contribuir significativamente a mejorar el entorno de mercado. Si se fija un precio justo para el carbono (OCDE 2014, 53–55), se comercializarán soluciones de energía prometedoras incluso más rápido, ya que el sector privado podrá prever más fácilmente la dirección futura. Las presiones por el cambio están tambaleando las estructuras gubernamentales. Necesitamos un ecosistema de innovación para acompañar al Internet de la Energía y al sistema energético neo-carbono, conformado por diversos actores listos para construir una visión sostenible del futuro y reconocer las oportunidades que surgen (Karjalainen & Heinonen 2017).

Globalmente, la transformación de la energía y del sistema económico podría crear millones de nuevos empleos, nuevos modelos de negocio y nuevos enfoques (GOGLA 2019; Monyei et al. 2019). Esto es posible si la producción de energía, el consumo de materiales y la eliminación de desechos se definen de forma mucho más ambiciosa que antes. Esto concierne a todos, en el este, oeste, norte y sur del planeta. Además, la relación entre la transformación energética, el bienestar ecológico y un futuro de abundancia ni siquiera se ha conceptualizado de manera satisfactoria.

Los nuevos líderes y ganadores del futuro probablemente serán quienes mejor adopten los nuevos principios y normas de los sistemas entre pares. Los pioneros globales de la transformación ya están desarrollando nuevos negocios, tecnologías y regulaciones innovadoras (Wijkman & Skånberg 2016; Havas & Weber 2017). Los líderes de los próximos 30 años podrían ser actores completamente nuevos respecto de nuestra situación actual. En el sector energético, esto probablemente signifique la aparición de nuevos actores, mientras que los actores tradicionales tengan que luchar para sobrevivir, aprisionados por sus modelos obsoletos. Los ganadores del juego serán los primeros en abandonar las prácticas que ya han agotado su vida útil y que ya no tienen lugar en el horizonte del futuro.

---

49 Adicionalmente, uno de los deberes típicos de un estado nacional es garantizar que se mantenga la infraestructura energética y el bienestar de los ciudadanos.

## PREGUNTAS A CONSIDERAR



- ¿Qué tipo de actores prosperarán en la economía entre pares del futuro?
- ¿Qué ejemplos de prácticas entre pares se te ocurren, que nos lleven a una economía circular electrificada?
- ¿Cómo podemos asegurarnos de que la revolución descrita minimice el consumo de una forma inteligente y no aumente la cantidad de desechos y derroche?
- ¿Los principios entre pares abrirán el camino para una nueva alternativa al capitalismo o el capitalismo se reinventará con estos modelos?
- ¿Cómo se puede minimizar el consumo energético de las tecnologías emergentes?

El examen de la actividad económica, la influencia de la lógica entre pares, los desarrollos en el sector energético y los pioneros nos abren un mundo de escenarios. El siguiente capítulo dibujará cuatro retratos de transformaciones que habrán sucedido para el año 2050. En el futuro, ¿en qué tipo de mundo viviremos?

## PRINCIPALES FUENTES Y LECTURAS RECOMENDADAS

- Benyus, Janine M. (2012) *Biomimesis: Innovaciones inspiradas por la naturaleza*. Tusquets Editores S.A.
- Daggett, Cara N. (2019) *The birth of energy: Fossil fuels, thermodynamics, and the politics of work*. Duke University Press.
- Fattah, H.M. (2002) *P2P: How Peer-to-Pee Technology is Revolutionizing the Way We Do Business*. Chicago: Dearborn Trade Publishing, a Kaplan Professional Company.
- Ford, Martin (2018) *Architects of Intelligence: The truth about AI from the people building it*. Packt Publishing.
- Glenn, Jerome, Florescu, Elizabeth and the Millennium Project Team (2017) *State of the Future 19.1*. Washington D.C.
- Glenn, Jerome and the Millennium Project Team (2019). *Future of Work/Technology 2050 Scenarios and Actions*. Millennium Project: Washington D.C. <http://www.millennium-project.org/projects/workshops-on-future-of-work-technology-2050-scenarios/>
- IRENA (2018) *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2018*. Agencia Internacional de Energías Renovables: Abu Dhabi. <http://irena.org/publications/2018/May/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2018>
- Isaacson, Walter (2014) *The Innovators*. Simon & Schuster.
- Kelly, Kevin (2016) *The Inevitable: Understanding the 12 Technological Futures That Will Shape Our Future*. Nueva York.
- Linturi, Risto & Kuusi, Osmo (2019). *Societal transformation 2018–2037: 100 anticipated radical technologies, 20 regimes, case Finland*. Helsinki, Parlamento de Finlandia: Publicaciones del Comité para el Futuro 10/2018. [https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/NETTI\\_TUVJ\\_10\\_2018\\_Societal\\_transformation\\_UUSI.Pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/NETTI_TUVJ_10_2018_Societal_transformation_UUSI.Pdf)
- Mason, Paul (2016) *Postcapitalismo: hacia un nuevo futuro*. Ediciones Paidós Iberica: Barcelona.
- Mazzucato, Mariana (2019) *El valor de las cosas: Quién produce y quién gana en la economía global*. Taurus.
- Raworth, Kate (2017) *Economía rosquilla: 7 maneras de pensar la economía del siglo XXI*. Ediciones Paidós: Barcelona, Buenos Aires, México.
- Rifkin, Jeremy (2014) *La sociedad de coste marginal cero: El Internet de las cosas, el común colaborativo y el eclipse del capitalismo*. Ediciones Paidós Iberica: Barcelona.
- Scharmer, Otto & Kaufer, Katrin (2015) *Liderar desde el futuro emergente: De los ego-sistemas a los ecosistemas económicos*. Editorial Elefthería.
- Schwab, Klaus (2016) *La Cuarta Revolución Industrial*. Debate.
- Stahel, Walter R. (2019) *Economía Circular para todos: Conceptos básicos para ciudadanos, empresas y gobiernos*. Autopublicación: Ginebra.
- Wijkman, Anders & Skånberg, Kristian (2016) *Circular Economy and Benefits for Society. Jobs and climate clear winners in an economy based on renewable energy and resource efficiency: A study pertaining to Finland, France, the Netherlands, Spain and Sweden*. Un informe a petición del Club de Roma y la Fundación MAVIA. <https://club-ofrome.org/publication/the-circular-economy-and-benefits-for-society/>



# 5 CUATRO ESCENARIOS TRANS- FORMACIONALES DE LA ENERGÍA NEO-CARBONO AL 2050

El pensamiento basado en escenarios es fundamental en la prospectiva y puede ser considerado como un sinónimo de la consideración de alternativas.

Los actores clave que están interesados en el sistema energético de hoy incluyen productores de energía, empresas públicas de electricidad, empresas de la red eléctrica, ministerios, instituciones de regulación, empresas de tecnología energética y desarrolladores de proyecto, así como organizaciones medioambientales y grupos de interés. En el sistema de energía futuro, el número de actores involucrados será incluso mayor porque los hogares, empresas y actores de otros campos entrarán al sector de la energía. Este capítulo introduce cuatro escenarios transformacionales de la sociedad neo-carbono para el año 2050. Se llaman Startup Radicales, Gigantes de la Tecnología Orientados al Valor, Ingenieros Verdes Hazlo-tú-Mismo y Nueva Conciencia.<sup>50</sup> Estos escenarios usan el pensamiento prospectivo para describir distintas manifestaciones de la visión introducida en el Capítulo 2. Nunca hay un sólo futuro, sino una variedad de futuros posibles. Debemos tener en mente escenarios alternativos e ideas respecto de los futuros – evaluarlos y usarlos para construir el futuro que queremos.



---

50 En el proyecto Energía Neo-Carbono, Juho Ruotsalainen fue el principal responsable de escribir los escenarios junto con el equipo. Para el propósito de este libro, los escenarios han sido modificados posteriormente.

## ¿QUÉ SON LOS ESCENARIOS?

Los escenarios son los manuscritos del futuro. Son escenas de una obra teatral imaginativa construidas con un pensamiento prospectivo para generar mundos posibles, en donde algunas tendencias se han reforzado, o cuyo curso se ha alterado por desarrollos sorprendentes. Los escenarios incluyen todos los elementos de una pieza teatral, tales como trama, actores, actos, atmósfera, circunstancias y eventos que, juntos, trazan un sendero.

Los escenarios no son predicciones. Más bien son narrativas vívidas y herramientas de prueba para cualquier toma de decisiones del presente que concierna al futuro. El propósito de los escenarios es arrojar luz sobre el camino hacia futuros alternativos, abrirnos los ojos frente a cosas que no sabemos y que, a veces, nos cuesta incluso imaginar.

Según la clasificación de Jim Dator (2009) todos los escenarios pertenecen a una de cuatro categorías: crecimiento, colapso, control y transformación. Cada uno de los cuatro escenarios en este libro – Startup Radicales, Gigantes de la Tecnología Orientados al Valor, Ingenieros Verdes Hazlo-tú-Mismo y Nueva Conciencia – se extienden al año 2050 y representan escenarios transformacionales.

## LOS ESCENARIOS NOS PONEN A PRUEBA EN UN JUEGO DE SIMULACIÓN SERIA

Los escenarios que llegan al año 2050 usan **dos tipos de ejes distintos: la conciencia ecológica (izquierda) y el arraigo de los principios entre pares (abajo)**, tal como lo muestra la Figura 5. La conciencia ecológica se puede manifestar como un enfoque profundo que construye una visión novedosa del mundo, o expresarse de una forma más pragmática. Los principios entre pares pueden ser adoptados por empresas u organizaciones escogidas o incluso penetrar toda la sociedad de forma "neo-comunal".

En el escenario de arriba a la izquierda, *Startup Radicales*, las empresas startup lideran un pensamiento ecológico profundo y las prácticas entre pares, que luego empiezan a difundirse por toda la sociedad. En el escenario de abajo a la izquierda, los *Gigantes de la Tecnología Orientados al Valor* – o "tecnogigantes" – son grandes empresas tecnológicas que encuentran oportunidades económicas en problemas sociales, invierten en infraestructura energética completamente nueva y dominan la cultura global. Por estas razones, la vida vista desde adentro de los tecnogigantes es radicalmente diferente de cómo se ve en el resto de la sociedad. En el escenario de *Ingenieros Verdes Hazlo-tú-Mismo* (abajo a la derecha), olvidarse del cambio climático conduce a un colapso ecológico. Cuando la infraestructura global, las economías y los estados nación estén en la ruina, las personas empezarán a vivir localmente y apoyarse en soluciones prácticas y tecnologías rudimentarias. ¡El espíritu del Hazlo-tú-Mismo gana fuerza! En el escenario *Nueva Conciencia*, el desarrollo humano se eleva a un nivel completamente nuevo. El malestar social, los conflictos y la preocupación por el cambio climático propagan cambios profundos. Se aprovechan las tecnologías emergentes y se profundiza la cooperación entre las personas en tanto pares. El ritmo del cambio climático se desacelera.

Ecología Profunda



CONCIENCIA  
ECOLÓGICA



Ecología Práctica

### Startup Radicales 2050

Las startup radicales tienen un rol clave en la economía y la sociedad, y operan como comunidades de energía renovable. Las startup son conocidas por su cultura, valores y aspiraciones audaces. Se parecen más a tribus en red que a empresas. En ellas florece el espíritu de la colaboración abierta. No existen fronteras estrictas entre distintas empresas startup ni entre el trabajo y el ocio. Las startup radicales responden a problemas medioambientales y promueven estilos de vida profundamente ecológicos.

### Nueva Conciencia 2050

Energía renovable, tecnologías de la información y comunicación por todos lados, crisis ecológica y como si fuera poco, una Tercera Guerra Mundial híbrida, han dado nacimiento a una nueva conciencia. En vez de buscar la ganancia y el lucro, las personas se sienten profundamente conectadas a la naturaleza y a otras personas. Una sociedad neo-carbono se organiza a través de la cooperación. La energía, los recursos y la información se comparten de manera gratuita y global.

### Tecnogigantes Orientados al Valor 2050

La abundancia de energía limpia ha incrementado la potencia de corporaciones tecnológicas globales gigantes, que han suplantado a los estados nación. Estas gigantes tecnológicos usan las prácticas entre pares y encarnan el sueño de creatividad, libertad y código abierto de Silicon Valley. Dentro de los gigantes tecnológicos, los recursos se comparten libremente, pero el mundo está bastante polarizado. El poder de los gigantes tecnológicos domina la economía y la cultura mundial.

### Ingenieros Verdes Hazlo-tú-Mismo 2050

Después de una catástrofe ecológica y económica los ciudadanos descubren los ingenieros que llevan dentro y se organizan en comunidades autosuficientes. Para sobrevivir, los problemas ambientales reciben respuestas locales. El pensamiento práctico prospera en una economía del Hazlo-tú-Mismo, y la energía se produce localmente. La mentalidad comunitaria de la innovación frugal asegura una relativa abundancia. La vitalidad de los estados nación y las culturas nacionales se han marchitado.

Corporativo  
(Centralizado)  
Entre pares



ENTRE PARES



Neo-Comunitario  
(Distribuido)  
Entre pares

Figura 5. Cuatro escenarios transformativos que llevan a una sociedad neo-carbono en el 2050.



# STARTUP RADICALES 2050

Las startup radicales desempeñan un papel clave en la economía y la sociedad y operan como comunidades de energía renovable. Las startup son conocidas por su cultura, valores y aspiraciones audaces. Se parecen a tribus en red más que a empresas. No existen fronteras estrictas entre las distintas empresas startup o entre el tiempo de trabajo y el ocio. Las startup radicales resuelven problemas ambientales y promueven estilos de vida profundamente ecológicos. El espíritu de colaboración abierta florece en la sociedad.





Imagen:  
Katiya Makkonen y Maiju Kolisoja  
(Days Agency)

Los emprendedores de las startup son los abanderados de la destrucción creativa, en una forma positiva, ya que sus acciones crean nuevos procesos, servicios y productos. El crecimiento de las empresas startup requiere ser radical, perseverante, y una voluntad de observar los cambios medioambientales. Al hacerlo, las startup pueden proponer nuevos productos, hacer uso de tecnologías e identificar prácticas novedosas.

Las startup de energía solar son un ejemplo de dicho tipo de empresas. Las firmas, los inversionistas y las ciudades también tienen un rol importante en el escenario 2050 de las Startup Radicales. Contribuyen en la búsqueda de soluciones ágiles e innovadoras en temas de energía. En último término, las profundas concepciones ecológicas se convierten en la norma social generalizada. Después de la revolución de las startup, el sector privado ya no es percibido como un actor egoísta. El ethos emprendedor se construye sobre el hackeo y la programación de código abierto. Los medios, los “freelancers” o profesionales independientes y los consumidores también tienen un rol de soporte. El mundo de las empresas emergentes es un mundo de frenética actividad. La vida en las sociedades de las startup significa poder lidiar con el caos, la complejidad y las contradicciones.

## LA REVOLUCIÓN DE LAS STARTUPS

Las firmas startup y sus redes buscan frenéticamente nuevas actividades económicas, y en el proceso, dan lugar a un nuevo sistema económico. En el 2050, las startup están en todos lados. Han destronado a la primera generación de gigantes tecnológicos como Amazon, Apple, Google y Facebook. Tres tendencias han ayudado al auge de las startup. Primero, después de que Facebook y Google habían alcanzado una posición casi monopólica, una acción legal internacional exigió que las corporaciones tecnológicas liberen sus datos. Ya que la información es la moneda del futuro, esto abrió oportunidades para que las pequeñas empresas desarrollen nuevos productos y servicios. En segundo lugar, las personas quieren formar parte espontáneamente de ambientes de vida significativos y auténticos. También quieren una oportunidad de trabajar en donde deseen. A medida que la demanda de los consumidores siguió diversificándose, florecieron novedosos servicios y productos dirigidos a varios mercados de nicho especializados.<sup>51</sup> Las startup ágiles fueron capaces de responder a las demandas emergentes mejor que los grandes negocios. En tercer lugar, el sistema descentralizado de energía renovable ofrece energía limpia y casi gratuita, lo cual habrá ayudado al auge de las pequeñas empresas de todo el mundo.



### EVENTO CRÍTICO:

Los gigantes de la tecnología se ven obligados a proporcionar acceso abierto a sus datos en el 2023.

---

51 Las empresas tradicionales, a menudo, buscan llegar a las masas.

En los 2030, la automatización y la inteligencia artificial ubicuas, alimentadas con la electricidad de las fuentes de energía renovables, han empezado a hacerse cargo de la producción y la creación de valor.

Las percepciones del trabajo y de las funciones de las empresas han cambiado. Las empresas startup ahora tienen un papel central en la economía. Las startup pioneras buscaban crecimiento rápido exponencial, pero estas empresas startup son más conservadoras en sus expectativas de crecimiento. Quieren crear una disrupción en el mundo y en el comportamiento social y rara vez esperan obtener rentabilidad inmediata. Operan en un mundo de abundancia y de datos abiertos. Por lo tanto, se identifican como agentes culturales y sociales, no como actores económicos.

El valor de las startup se basa en el valor cultural y social: la habilidad de crear nuevas prácticas y su prestigio. Las startup responden a la demanda cambiante del consumidor con nuevas ideas, valores y eventos culturales, en los cuales se especializan. Estas empresas de las fases tempranas son radicales porque luchan continuamente por renovar la cultura y las formas de interacción social. Su éxito se mide por la novedad, eficiencia, atractivo e implicaciones ecológicas de una idea. Esto no significa que las consideraciones económicas sean descartadas. La economía del futuro es un híbrido entre la economía compartida y una economía monetaria en donde la utilidad, el valor de mercado y las implicaciones ecológicas están entrelazados. Los bienes y servicios escasos aún son intercambiados mediante el dinero, mientras que muchos productos básicos o *commodities* son abundantes y casi gratuitos.

El auge de las redes abiertas y el principio del código abierto han transformado el mundo. Durante el primer auge de las startup al inicio de los años 2000, muchas startup exitosas dejaron de crecer o fueron adquiridas por grandes negocios. En ecosistemas maduros de startup, éstas logran cada vez más a menudo prosperar por su cuenta apoyadas por la colaboración abierta con sus pares. Su poder en la sociedad se ha incrementado lentamente. El COVID-19 abrió la puerta a las soluciones de unas startups de tecnología. Al final de los años 2020 ya le darían forma a las relaciones sociales y a los valores en la sociedad. Las startup promueven los principios y prácticas de la cultura entre pares, y actúan como los epicentros alrededor de los cuales se empiezan a formar las comunidades entre pares. A medida que progresa la revolución de las empresas emergentes, transforman culturas enteras mientras que la sociedad se reorganiza en una red horizontal entre pares en donde las colaboraciones son constantes y eficientes. La cultura de la apertura hace que muchas de ellas sean comunitarias. Los colectivos de *startup* han apalancado el *ethos* de Silicon Valley en cuanto a emancipación individual, creatividad, comunitarismo y estilos de vida en red. Redes de startup densas y dinámicas crean un ecosistema entero de innovación. Sus empleados tienen un enorme nivel de independencia, pueden expresarse abiertamente y enfocarse en lo que consideren significativo. En dicha cultura organizacional, es fácil pedirle consejo a un colega. Estas firmas promueven la igualdad y evitan jerarquías y burocracia. De hecho, estos valores se han vuelto convencionales en la sociedad.



# LAS STARTUPS ROMPEN LAS BARRERAS ENTRE NEGOCIOS Y EL RESTO DE LA SOCIEDAD

Trabajar en una firma startup se parece al ocio, y los trabajadores son alentados a mencionar tanto sus hobbies como sus actividades de ocio en el contexto de trabajo. Las empresas emergentes pueden verse como comunidades que crean negocios en la búsqueda de la autenticidad, e ingenian productos y servicios cada vez más convincentes e innovadores mientras lo hacen. En la cultura de negocios emergente, las startups se alimentan y mejoran usando el potencial oculto de los individuos como conjuntos de capital humano y social. Una afición o *hobbie* se vuelve fácilmente una idea de startup novedosa. Por otro lado, la dedicación tiene sus desventajas, ya que el trabajo ocupa fácilmente una gran porción de las vidas de las personas.

Durante los años 2020, la frontera intelectual entre negocios y el resto de la sociedad se disuelve completamente. En las empresas, los consumidores buscan integridad, un núcleo ético y moral sólido, y anhelan la estética, y esperan estas virtudes los unos de los otros. La veracidad se vuelve la estrella guía de una nueva generación de empresas startup. Los nuevos emprendimientos están sólidamente posicionados detrás de sus convicciones. De muchas formas, las startups se parecen a los movimientos populares y de protesta del pasado; no tratan de seducir a todos. "*Hacer el bien en vez de tener éxito*" se ha vuelto el lema de muchos emprendedores. Reconocer las limitaciones de los indicadores económicos ha acelerado aún más la revolución de las startups. Las nuevas métricas del progreso se basan en el bienestar integral como función de la salud de la humanidad y del entorno.<sup>52</sup>

## POS-NORMALIDAD, EL ETHOS DEL HACKER Y EL MODELO DE FUENTE ABIERTA

Los proyectos de fuente abierta están usualmente en un estado de flujo continuo e involucran a muchas personas. Estos proyectos están al origen de vastos cambios societales. El potencial de estas prácticas empezó a en los años 2010 cuando Tesla, LinkedIn, Facebook y Microsoft las incorporaron como parte de sus modelos de negocio y desarrollo. La fuente abierta se expandió lentamente del mundo del software a prácticamente todos los sectores económicos. Un ejemplo de los pioneros de la fuente abierta fueron los festivales de cómputo, en donde cualquiera podía hacer las llamadas demos y ofrecer su pericia para proyectos de desarrollo abiertos. Como recompensa, los individuos recibían una parte de las ganancias que generaban los proyectos.

El ethos del hacker, a su vez, es un esfuerzo para comprender sistemas complejos, computadoras, código de programación, política o cualquier otra cosa. El objetivo del *hacking* es mejorar y modificar la práctica actual. El hacking tiene connotaciones positivas: puede cambiar estructuras establecidas, prácticas y maneras de pensar arraigadas. El ethos del hacker es una fuente importante de innovación, productividad y nuevas soluciones, como un motor que acelera el cambio de gran

---

52 El progreso es medido con el Happy Planet Index (HPI). En lugar del producto bruto interno (PBI), la métrica del HPI toma en cuenta el bienestar humano y los impactos medioambientales. Fue originalmente introducido por New Economics Foundation (NEF) en el 2006. Una métrica avanzada se habrá desarrollado para el 2050, es decir una que también incluya la libertad de expresión, los derechos humanos y el derecho a una vida laboral provechosa.



escala. El vigor de las startup es una razón por la cual las sociedades se han vuelto inestables y están en constante estado de turbulencia. El carácter radical de estas firmas proviene en parte de la aceptación de la incertidumbre. Una mentalidad radical significa una manera de pensar en donde las causas fundamentales de los fenómenos y los supuestos profundamente arraigados están en cuestionamiento constante.<sup>53</sup> La actitud prospectiva, que busca propósitos y se orienta al futuro de las empresas emergentes ha creado una sociedad en donde sólo algunas estructuras estables subsisten. Las startup basan su negocio en expectativas sobre un *tipo de futuro completamente nuevo* y las oportunidades relacionadas.

## LA ECONOMÍA FREELANCE Y LA NUEVA PRECARIEDAD LABORAL

La precariedad laboral, es decir, la incertidumbre acerca del empleo propio, domina en una sociedad en cambio constante. En el 2050, casi la mitad de la fuerza laboral está constituida por independientes, freelancers y subcontratistas, y la otra mitad trabaja para empresas y sociedades. Las firmas startup encuentran trabajadores talentosos y los freelancers obtienen ingreso regular gracias a la ayuda de plataformas novedosas. Luego están los freelancers que crean microempresas y quizás emplean a un puñado de trabajadores. Los espacios de trabajo colaborativo o co-working, los centros o hubs de innovación y los hoteles de oficinas<sup>54</sup> ofrecen a los freelancers una comunidad, apoyo y recursos. Sin embargo, tener una comunidad laboral estable, beneficios laborales y servicios de soporte se han vuelto lujos para sólo un puñado de personas.

Los efectos adversos causados por una mayor incertidumbre se pueden prevenir de formas novedosas. Los microcréditos, financiación colaborativa (*crowdfunding*), inversión de impacto y fondos de impacto social alimentan el ecosistema de los microempresarios. Los emprendedores y empleados de las startup a menudo generan ingresos de distintas fuentes, por lo cual las habilidades de relacionamiento serán incluso más importantes que en la actualidad. Afortunadamente, todos tienen derecho a un ingreso básico universal, lo cual quiere decir que el desempleo temporal o el fracaso en los negocios realmente no es algo tan grave. Existen medidas de precaución novedosas para mitigar la incertidumbre. La nueva actividad de negocio se puede establecer casi sin esfuerzo siempre que la economía compartida mantenga los costos bajo control. La inteligencia artificial y los robots aseguran que el uso de recursos esté bien organizado. Un sistema de energía altamente efectivo y limpio mantiene los costos de producción y los gastos de vida al mínimo.

Algunas empresas controlan la incertidumbre y el cambio constante con proyectos de largo plazo. Tomando en cuenta que el éxito de las startup está basado en expectativas sobre un “tipo diferente de futuro”, las empresas emergentes más ambiciosas se alimentan de las expectativas de escalas temporales muy largas. El reloj atómico de Jeff Bezos, llamado *The Clock*, diseñado para durar miles de años, es un ejemplo. Los inversionistas tienen un rol central en ver el panorama general y más allá del resultado trimestral de una empresa. Las compañías individuales pueden aparecer y desaparecer, pero los inversionistas se aseguran de avanzar hacia un objetivo de largo plazo. Muchas empresas

---

53 La palabra en latín *radex* significa "una raíz", *radicalis* significa "de o relacionado a una raíz".

54 Estos espacios también se llaman *living labs* (laboratorios para vivir) y *maker spaces* (espacios para hacedores).

de energía tradicionales del inicio de los años 2000 adoptaron el papel de inversionistas conscientes del futuro. Los fondos de inversión también crean estabilidad en el paisaje de rápida evolución. Las compañías financieras son esencialmente plataformas que gobiernan alianzas, conexiones y los flujos de información entre las empresas. Los *business angels* (inversores ángeles) no solamente invierten, sino que son mentores visionarios que ayudan a estas empresas con sus planes de negocio.

## LA ECOLOGÍA PROFUNDA COMO MOTOR DEL CAMBIO SOCIETAL

Para el 2050, los estilos de vida ecológico se han vuelto convencionales. La mayor parte de ciudadanos ha adoptado una visión del mundo profundamente ecológica, en donde todos los seres vivos tienen un valor inherente. Todos los seres y formas de vida son preciosos por sí mismos, y su valor no se basa en un valor instrumental para beneficio de los seres humanos. El vegetarianismo y especialmente el veganismo de los años 2010 fueron una señal débil de este tipo de postura porque introdujeron un conjunto de principios alternativos. Se entiende que la existencia de la vida depende de otras especies que todas forman partes del mismo ecosistema. Se piensa que en la naturaleza prevalece un equilibrio precario de relaciones complejas y que perturbarlo trae consecuencias.

En los años 2010, muchos estaban buscando una significación más profunda y un tipo novedoso de espiritualidad en sus vidas. La conciencia de la inminente crisis ecológica hizo que las opiniones ecológicas profundas ganasen popularidad. Al inicio, el pensamiento de la ecología profunda era sobre todo una herramienta de relaciones públicas y de marketing para que las empresas ganasen credibilidad y posicionamiento moral. Sin embargo, lentamente se volvió en parte integral de la cultura emprendedora, y las nuevas empresas consolidaron su posición a la vanguardia de actitudes profundamente ecológicas. Crearon nuevas maneras de pensar y desarrollaron nuevos estilos de vida. En los años 2030, las empresas emergentes y la sociedad civil empezaron a promover la apertura en todos los aspectos de la vida. Las startup no intentan ser propietarias de sus innovaciones sociales, sino más bien las difunden lo más ampliamente posible. La comunicación constante en las redes refuerza la impresión de que el futuro de un individuo está atado al de todos los demás. Al comprometerse con la naturaleza y ver su valor inherente, se reforzó el sentimiento de formar parte de algo mayor. Los impactos de la producción sobre el medio ambiente fueron integrados a los precios de bienes y servicios. Pero la revolución de mercado ocurrió cuando la inversión empezó a fluir con plena fuerza hacia las startup eco-inteligentes. Los sectores de la alimentación y la movilidad estuvieron a la vanguardia. En el pasado, los consumidores escogían productos y servicios ecológicamente amigables cuando eran prácticos y asequibles. En el mundo de las startup radicales, la sostenibilidad ecológica es de lejos el motor más importante que sustenta las decisiones. Los enfoques de neutralidad en carbono y neo-carbono son un estándar de negocios para la nueva generación de emprendedores.

Las startup del diseño han trazado el camino de una cultura visual que proyecta ecología. Amager Bakke, una planta de incineración de desechos en Copenhagen, Dinamarca, cuyo diseño incluye una pista de esquí, es pionera de esta nueva cultura visual. La apariencia de la planta no se asemeja a ninguna central eléctrica tradicional. Como efecto especial, su chimenea emite un anillo de humo por cada tonelada de dióxido de carbono liberada en la atmósfera como un recordatorio diario para los residentes locales. Arquitectónicamente, las nuevas centrales eléctricas son estéticamente

agradables y proporcionan experiencias de aprendizaje para los ciudadanos. La mayor parte de nuevas empresas tiene una mentalidad global, pero resuelven principalmente problemas ambientales locales y regionales. La ecología profunda incita a las personas a vivir de forma tan local como sea posible. Las ciudades se han vuelto centros para los ecosistemas de startup. Las ciudades que atraen a compañías ecológicamente innovadoras prosperan. Es por esto que la mayor parte de ciudades se especializan: algunas buscan atraer firmas creativas, otras trabajar con empresas emergentes de energía. Como actores políticos de peso medio relativamente independientes de las regulaciones nacionales, las ciudades han acelerado una revolución en la política, la cultura y la economía.

## UN MUNDO DE STARTUPS DE NEO-CARBONO

La proliferación de la energía renovable y el auge de las startup han transformado el sector energético. Los vigorosos esfuerzos de miles o incluso millones de startup alrededor del mundo han acelerado las mejoras en la eficiencia de las tecnologías renovables (así como otras tecnologías). El crecimiento de negocios de servicios en el sector de energía solar no ha tenido precedentes. La próxima frontera de batalla para muchas empresas ha surgido en las tecnologías de almacenamiento de la energía. Las empresas de energía radicales han invertido en tecnología de baterías, soluciones de almacenamiento neo-carbono, fotosíntesis artificial y cosecha de energía del medio ambiente. El mercado del almacenamiento de energía ha crecido, ya que los costos se han reducido y los beneficios han aumentado. Se han creado nuevas oportunidades de especialización, tales como las soluciones personalizadas de almacenamiento de energía. Las empresas colaboran y generan beneficios en numerosas cadenas de valor y agrupamientos para el almacenamiento de energía.

En un sistema energético bien descentralizado, un individuo o una startup actúa como productor-consumidor y produce la mayoría de energía que necesita. Los emprendedores han usado los datos abiertos para el desarrollo de recursos energéticos locales, lo cual ha acelerado la proliferación de soluciones energéticas de micro-escala. Los avances en los ecosistemas industriales han empezado a apoyar el uso de flujos residuales incluso en los pequeños negocios. En los días iniciales de la revolución energética, la falta de inversión en redes eléctricas causaba sobrecargas y los niveles crecientes de energía renovable intermitente confundían a los mercados eléctricos. Hoy, dispositivos eléctricos inteligentes, la tecnología automatizada avanzada y los nuevos métodos de fijación de precio son la base de la energía en tiempo real, incluso entre consumidores y productores de pequeña escala.

En el 2050 la movilidad de las personas y de los bienes se ha reducido en comparación con el inicio del milenio. La producción está cada vez más localizada y regionalizada, y el uso de las soluciones digitales inteligentes se ha generalizado. La nueva generación de emprendedores camina, corre, monta bicicleta y usa vehículos comunitarios para moverse en las ciudades. El uso de impresoras 3D en los hogares y la industria ayuda a tener una producción hiperlocal, especializada y efectiva, igual que la producción local de paneles solares. El nacimiento de las startup de la ecología futura ha sido una expresión del espíritu de la época.

## PREGUNTAS A CONSIDERAR

- ¿Por qué las personas quieren formar parte de las empresas startup?
- ¿Qué puede hacer que una firma startup sea radical? Pensar en distintos aspectos.
- ¿Cómo es que las empresas startup del futuro expresan y ponen en práctica su pensamiento profundamente ecológico?
- ¿Qué habilidades, redes y apoyo necesitan las empresas de la fase inicial por parte de los inversionistas nacionales o internacionales?
- ¿Cómo se puede escuchar el llamado de las startup radicales, cuando el lobbying corporativo es llevado a cabo sobre todo por grandes empresas?



Imagen:  
Katja Makkonen y Maiju Kolisoja  
(Days Agency)

# GIGANTES DE LA TECNOLOGÍA ORIENTADOS AL VALOR 2050

La abundancia de energía limpia, el desarrollo tecnológico, los bajos costos de producción y el marketing efectivo han incrementado la potencia de las gigantes corporaciones tecnológicas globales que han suplantado a los estados nación. Estos tecnogigantes son grandes empresas tecnológicas globales, que alimentan las prácticas entre pares y personifican el sueño de Silicon Valley de creatividad, libertad y código abierto. También usan su poder para dominar la economía y cultura mundial. Los recursos son compartidos libremente dentro de los gigantes de la tecnología, mientras que el mundo está bastante polarizado.



En el escenario de los tecnogigantes orientados al valor 2050, las corporaciones gigantes de tecnología dominan el mundo. Las potencias como Google, Facebook, Alibaba, Tencent, Apple and Amazon ya tenían un poder significativo en los años 2010. En la sociedad de la digitalización han asumido un rol líder y la misión de responder a las necesidades de las personas todo lo que puedan. La adopción de tecnologías de la información y la comunicación significó un enorme crecimiento para su negocio. En este escenario, siguen anticipando y respondiendo a los cambios en su entorno. Estos gigantes de tecnología global respiran cosmopolitismo e invierten en ambiciosos proyectos y tecnologías energéticos y ambientales. Sólo una exclusiva élite – es decir, los empleados corporativos<sup>55</sup> – disfruta de los dulces frutos del desarrollo. Una vez que las estrategias y acciones de estos gigantes empieza a tener un impacto en el desarrollo, incluso los estados nación se sienten amenazados.

## EL AUGE DE LOS GIGANTES TECNOLÓGICOS

Las raíces tempranas de muchas corporaciones tecnológicas nuevas se remontan a los años 1990 y al inicio de los años 2000, pero los signos de su verdadero poder societal se hicieron evidentes recién a partir de los años 2010. Se han vuelto pesos pesados económicos cuyas ganancias exceden los productos brutos internos de muchos países. En la economía de la información, sus actividades se han expandido para cubrir la mayor parte de los aspectos de la vida, incluyendo la esfera de lo privado. Lo que antes se conocía como una tienda en línea o un motor de búsqueda, se ha vuelto una parte integral de las ciudades inteligentes, de las soluciones de aprendizaje, del tiempo de ocio e incluso de la actividad industrial.

La libertad y la creatividad son parte vital de la identidad de los gigantes tecnológicos, que invierten fuertemente en estos atributos. Estas masivas corporaciones también usan sus considerables recursos para proyectos científicos audaces y experimentales. No existen preguntas inútiles. Cómo hacer coches sin conductor, encontrar soluciones contra el envejecimiento o viajar al espacio son parte de los rompecabezas a resolver. Los experimentos en sectores completamente nuevos, tales como combinar información geográfica con *big data* acerca de las emisiones climáticas y la inteligencia artificial, crean nuevos negocios. El sinigual poder y recursos de estos gigantes tecnológicos también causa preocupación. Su enorme tamaño afecta a la vida económica y cultural. Si bien predicen el bien común, se inmiscuyen cada vez más en la vida de los ciudadanos ordinarios. Adquieren, almacenan y analizan información detallada acerca del comportamiento de los ciudadanos, las firmas, organizaciones y diversos sistemas tecnológicos. Es en efecto esta riqueza y profundidad de datos lo que distingue a los gigantes tecnológicos de las corporaciones globales del pasado.

---

55 La producción entre pares a través de las redes de pares también puede ser organizada de forma "centralizada". Cualquier empresa puede usar los principios entre pares para brindarle a sus empleados la oportunidad de organizarse espontáneamente. Al mismo tiempo, estas empresas pueden colaborar abiertamente con otras empresas, intercambiando información (por lo menos la información no vital). Las empresas se benefician de las prácticas a nivel de pares ya que les resulta beneficioso aprovechar las distintas motivaciones de individuos con talento, y controlar el delicado equilibrio entre, por un lado, la motivación interna y social, y por otro el beneficio material. También se benefician de la aprobación social al proteger el conocimiento común, la identidad y un significado social que actúan como un pegamento que mantiene unidos a los grupos. Esta es la ventaja de una empresa que está basada en principios entre pares si se le compara a las redes ad hoc.

## LOS GIGANTES TECNOLÓGICOS ORIENTADOS AL VALOR COBRAN VELOCIDAD

En sus inicios, Facebook era una simple plataforma de redes sociales que alentaba a compartir abiertamente la información, las actualizaciones de status, los “me gusta” y los comentarios entre amigos. Más adelante, adquirió a Instagram y WhatsApp y se ha convertido en una combinación de múltiples plataformas. Esencialmente orientó su atención hacia el poder de las comunidades de pares. La corporación observó que estas comunidades alientan y movilizan la acción y las interacciones en los mundos físico y digital. En el 2017, el CEO de Facebook Mark Zuckerberg hizo público un manifiesto que describe la visión de Facebook. La visión retrata al gigante tecnológico como una estrella guía y a su plataforma como una herramienta que beneficia al mundo entero.

### El manifiesto también señala la misión de desarrollo de Facebook:

*“Nuestras mayores oportunidades son ahora globales – como difundir la prosperidad y la libertad, promoviendo la paz y la comprensión, ayudar a la gente a salir de la pobreza y acelerando la ciencia. Nuestros mayores desafíos también necesitan respuestas globales – como ponerle fin al terrorismo, luchar contra el cambio climático y evitar las pandemias. El progreso requiere ahora que la humanidad se una, no sólo bajo forma de ciudades o naciones, sino como una comunidad global.”*

La enorme expansión de Facebook se vio temporalmente detenida cuando se descubrió que el gigante tecnológico estaba en colaboración con una corporación de mala reputación llamada *Cambridge Analytica*. Los datos extraídos de Facebook habían sido mal utilizados, incluso para manipular procesos electorales alrededor del planeta generando una inesperada pérdida de confianza. Después de esto, la compañía tuvo que duplicar sus esfuerzos para probar sus intenciones en tanto fuerza del bien.

Otro gigante tecnológico, Amazon, empezó en los años 1990 como una librería en línea. En las décadas siguientes, se involucró en casi todo-venta minorista en línea, comestibles, asistentes personales activados por voz, la transmisión en línea (*streaming*) de videos, música y juegos, moda, estudios de producción, entregas de gran escala, entregas de alimentos y servicios de educación digital. Uno de sus activos eran sus servicios de cómputo en la nube.

Combinados con una infraestructura logística impresionante, la corporación estableció un paraguas para una enorme cantidad de actividades, desde industrias hasta actividad a nivel de las bases. En su plataforma, Amazon también permitió que casi todos pudieran vender casi de todo, por un precio.



### EVENTO CRÍTICO:

Los gigantes tecnológicos deciden emplear sus ganancias masivas para la investigación y para la promoción de tecnologías energéticas limpias al inicio de los años 2020.

Quizás la más ambiciosa de todas ha sido Google, con su empresa matriz Alphabet. La conquista de nuevas fronteras ha sido liderada por sus fundadores y directores. Han tenido manos libres gracias al modelo de gobernanza de Google, que limita los poderes de sus accionistas. En los años 2010 Google/ Alphabet se embarcó en proyectos ambiciosos de largo plazo. Se interesó en la inmortalidad, en aplicaciones de robótica avanzada, e incluso se interesó en las tecnologías energéticas emergentes. En el 2017, decidió enfocarse en inteligencia artificial. En las décadas siguientes, sus soluciones de IA se expandieron rápidamente. En el 2050, se ha vuelto parte de la vida cotidiana de la gente, como un segundo cerebro casi sobrehumano. La producción industrial sin los servicios de Google/ Alphabet sería imposible.

La pandemia de COVID-19 aumentó la inversión en estas empresas. Durante los años 2020 y 2030, el mundo empezó a ser cada vez más liderado por la tecnología. Al mismo tiempo, el enfoque de los gigantes tecnológicos en las comunidades originó sus crecientes intentos de influir en las relaciones sociales. Los gigantes tecnológicos empezaron a encargarse de actividades que antes realizaban el sector público y las pequeñas empresas.

En China, hogar de Alibaba y Tencent, un puñado de gigantes tecnológicos manejaban casi todos los pagos móviles del país. La acumulación de recursos, información y capital social pone a los gigantes tecnológicos en una posición privilegiada. Empiezan a utilizar los últimos avances tecnológicos, de la IA hasta las tecnologías de energía renovable. En los años 2050, los gigantes tecnológicos son el principal proveedor de servicios de salud, desde la prevención hasta el pos-cuidado, e incluso de servicios funerarios.

## EL SISTEMA ENTRE PARES INGRESA A LAS LIGAS MAYORES

Los gigantes tecnológicos adoptan las prácticas entre pares. En una economía creativa e inmaterial, la producción entre pares ha demostrado ser la forma más efectiva de organizar la producción. Los gigantes tecnológicos se conciben a sí mismos como centros de actividad constante en torno a ambiciosos planes y éxitos de negocios. Ya en los años 2000, los empleados de Google podían dedicar un día por semana a sus propios proyectos gracias a su llamada política de tiempo de trabajo del 20 por ciento.

Los gigantes tecnológicos ofrecen a sus empleados una libertad casi plena para perseguir sus propios intereses y una plataforma para sus proyectos de identidad. Antes, los ciudadanos se identificaban con sus culturas nacionales, pero el día de hoy la influencia cultural de los gigantes tecnológicos es mucho más potente.

Los campus de tecnología de los gigantes tecnológicos son una mezcla ecléctica de eficiencia, optimización, alegría, *gamificación*, vigilancia y libertad. Gran pericia se reúne en estos enormes campus que crean un suelo fértil para los proyectos espontáneos y auto-organizados. Los trabajadores del conocimiento de estas empresas llevan allí a sus familias para pasar un momento de recreo y ocio. Para los visitantes, son espacios semi-públicos con entretenimientos, que van desde áreas de juego infantiles hasta hoteles boutique para perros. En el 2050, los campus se han vuelto oasis similares a ciudades, que tienen decenas o incluso centenas de miles de habitantes. Con su propia legislación, toma de decisiones y entidades de gobernanza, son las ciudades-estado del siglo XXI.

A pesar de su cultura de toma de decisiones abierta, los gigantes tecnológicos no se rigen por los mismos principios democráticos que los estados nación. Los gigantes tecnológicos hacen el seguimiento de cada dato que usan sus empleados y la privacidad se ha vuelto un concepto arcaico. Los trabajadores que hacen su propio seguimiento cuantifican sus propias vidas, pero eso no les molesta. Como miembros de estas corporaciones, están profundamente comprometidos con ellas. Paradójicamente, los principios entre pares florecen, así como también una amplia vigilancia.

## DEL NACIONALISMO AL COSMOPOLITISMO

La cultura de los gigantes tecnológicos es cosmopolita y sus mercados son globales. El crecimiento de la clase media global les suministra trabajadores voluntariosos. La clase media valora la creatividad, la libertad y la independencia de su trabajo, pero también quiere estabilidad y una perspectiva futura predecible. Los gigantes tecnológicos ofrecen ambas. Las grandiosas declaratorias de misión de los gigantes tecnológicos son el opio del pueblo y una respuesta largamente esperada frente a culturas nacionales reblandecidas.

Las necesidades de los gigantes tecnológicos influyen fuertemente en la legislación nacional y sus acciones socavan la soberanía de los estados nación. Aun así, los estados logran actuar como una fuerza equilibrante. Los estados evitan que los monopolios cobren l auge, ofrecen capital y otorgan garantías para las empresas que se inician. Su modelo fundacional se parece a los préstamos de bajos intereses para estudiantes. Los estados nación también otorgan un ingreso universal básico, financiado mediante fuertes impuestos a las corporaciones. Aun así, permiten que los valores, la cultura y las prácticas sean dictadas por las corporaciones. La legislación otorga a los gigantes tecnológicos la garantía de los derechos intelectuales y de patentes, e impide que no sean respetados. Los estados nación son los vigilantes de los intereses de los gigantes tecnológicos.

En un mundo liderado por los negocios, el cosmopolitismo y la globalización también han dado forma a la esfera política. En el panorama mundial, los gigantes tecnológicos son quienes de hecho toman las decisiones. Los ejecutivos corporativos y sus redes de negocios se parecen a un gobierno local que respira, vive y se ha auto-elegido. El comercio mundial favorece a las corporaciones. Las tecnologías neo-carbono y sus componentes relacionados son comerciados libremente y están exentos de aranceles de importación en el futuro cercano. Las Naciones Unidas han perdido su lugar como entidad global, creando un vacío en el poder global. En un mundo regionalizado, los campus de tecnología de los gigantes tecnológicos ofrecen variedad frente a un cosmopolitismo por demás homogéneo.

Los mercados de electricidad están integrados globalmente. Se ha construido una súper red que acopia la electricidad variable generada por las fuentes de energía renovable. La energía descentralizada y libre de emisiones se comercializa globalmente, redundando en la eficiencia de los mercados y reduciendo el costo de la energía. La abundancia de energía asequible, la eficiencia mejorada de la producción y el crecimiento económico global rápido han tenido un serio efecto de rebote: la producción y el consumo materiales se han incrementado significativamente. Por esto la política ambiental del 2050 se concentra sobre todo en el consumo excesivo de recursos naturales.



## CRECIENTES DESIGUALDADES

La pobreza es relativa en el futuro, ya que las tecnologías avanzadas proporcionan a todos los ciudadanos una vida de abundancia. En términos de bienestar material, sólo existen países desarrollados. Aun así, de una forma u otra, aquellos que no están conectados a los gigantes tecnológicos se encuentran a menudo en posiciones menos privilegiadas. En el 2050, la proporción de la contribución de los empleados al producto bruto interno ha caído a un nivel nunca antes registrado, a pesar del ingreso universal básico. El mundo vive en una edad dorada, pero la riqueza y el estatus social se heredan. La brecha de ingresos entre los ricos y los pobres es amplia. La sociedad civil es libre, pero pequeña y pasiva.

Sin embargo, existen intentos de cuestionar el poder de los gigantes tecnológicos. Como reacción, los gigantes tecnológicos se han apropiado del término terrorismo para describir cualquier iniciativa que cuestione su liderazgo basado en valores. Los proyectos contraculturales de la sociedad civil tienen a menudo elementos de *hackeo*. El *crowdsourcing* y el *crowdfunding* son herramientas vitales en estos proyectos Hazlo-tú-Mismo. Las iniciativas de los centros de innovación que son independientes de los gigantes tecnológicos son una señal débil cuyos efectos son aún inciertos. Cualquier intento que parezca extravagante o revolucionario puede ser etiquetado como terrorismo. A pesar de que suene extraño, los gigantes tecnológicos a veces financian secretamente algunos de los proyectos contra la corriente. Después de todo, las virtudes de la curiosidad y el radicalismo también son necesarios en sus propios emprendimientos.

Al proporcionar financiamiento, los gigantes tecnológicos también pueden controlar cualquier elemento revolucionario. Sólo algunos rebeldes pueden permanecer leales a sus ideales y resistir la cooptación. La mayor paradoja de la era que se avecina es que los ciudadanos y las comunidades son aparentemente más independientes y prósperos que en cualquier época pasada y, sin embargo, viven a la sombra de sus "patronos".

Los desarrollos han creado una clase social de millonarios de la tecnología que son una fuerza progresista en la sociedad. Estos modernos Medici compran status social y cultural invirtiendo en proyectos arriesgados pero a menudo revolucionarios, así como en las artes y los medios. Los superricos invierten en cultura e innovación, lo cual los ayuda a incluir sus nombres en los anales de la historia. Financian, por ejemplo, la transferencia de energía solar del espacio a la superficie de la Tierra.

## GIGANTES TECNOLÓGICOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO

El comportamiento en la inversión empezó a cambiar en los años 2010. La experimentación en el sector energético comenzó a tomarse en serio y todo el sector empezó a prepararse silenciosamente para una transición. Las empresas ambientales empezaron a hacer sus primeras incursiones en China. La empresa de energía alemana E.ON dividió su negocio en operaciones de energía convencional y servicios de energía renovable. En los Estados Unidos, el conglomerado energético de Texas se reforzó y muchas empresas empezaron a desarrollar tecnologías de almacenamiento de energía. Los presidentes van y vienen, pero las iniciativas catalizan nuevas iniciativas. En visitas comerciales a países africanos, empresas de tecnología estadounidenses firmaron grandes contratos de suministro de energía solar. Los fabricantes de automóviles decidieron invertir en movilidad eléctrica. Los grandes negocios se vieron suficientemente alentados como para reevaluar sus modelos de negocio y estrategias.

Una vez que la pelota había empezado a rodar, no había forma de detenerla. En los años 2020 y 2030, el sector privado empezó a invertir en soluciones tecnológicas bajas en carbono y neo-carbono. Los gigantes tecnológicos se abalanzaron sobre el sector de la energía y desplazaron en gran medida a las actividades de las compañías energéticas antiguas. Se especializan en paquetes de servicio completo, que resuelven problemas tales como la escasez de agua y eliminación total de desechos como un solo problema ecológico. Sus servicios energéticos proporcionan tecnologías de almacenamiento de la energía, electricidad limpia y otras instalaciones de energía renovable, tales como los sistemas geotérmicos y mini-proyectos hidroeléctricos como servicios. Ya no se producen automóviles con motores de combustión interna.

Antes del *big data*, se sabía poco acerca del consumo energético del sector servicios. Ahora, los datos son la base de los productos y servicios energéticos proporcionados por los gigantes tecnológicos. Estos datos son luego usados para optimizar cualquier uso de energía, ya sea pequeño o grande. De forma aparentemente gratuita, los ciudadanos tienen que otorgarles permiso a los gigantes tecnológicos para usar sus datos personales. Los gigantes tecnológicos usan IA con tecnologías inteligentes para recolectar datos increíblemente detallados acerca del comportamiento, que se vende luego a terceras partes. Los perfiles de los consumidores también alimentan la personalización de los servicios de energía. Los gigantes tecnológicos ponen a trabajar las mentes más brillantes de sus equipos interdisciplinarios y también están involucrados en investigación y desarrollo de punta.

En el 2050, las soluciones tecnológicas basadas en la electricidad y los principios neo-carbono se usarán para neutralizar las emisiones de carbono. A pesar de las tecnologías inteligentes, la humanidad ha excedido de lejos su presupuesto de carbono y la demanda de energía es alta. Los ciudadanos no están muy comprometidos con los problemas energéticos, lo cual puede explicarse parcialmente por el carácter altamente automatizado de los sistemas energéticos. Las personas valoran los avances, pero no asumen que en algún lugar tiene que existir alguien con el know-how (saber hacer). También hay algunos que están más allá del alcance de las tecnologías inteligentes. La relativamente mala infraestructura que existe fuera de los campus de tecnología desperdicia energía.

Nunca se materializó una fantasía tecno-utópica temprana de la revolución de energía limpia como una revolución que deshace las estructuras de poder de las sociedades. Más bien, la revolución de la

energía limpia se volvió elitista y tecno-futurista. La descentralización, la electrificación y el *ethos* entre pares revolucionaron el mundo, pero sólo tecnológicamente. En el proceso, la vitalidad de las bases y las desigualdades fueron dejadas de lado.



## PREGUNTAS A CONSIDERAR

- ¿Qué grandes corporaciones te parece que son trabas para la transformación? ¿Por qué?
- ¿Qué grandes negocios han catalizado cambios sociales positivos con sus acciones? ¿Cómo?
- ¿Cómo asegurar que el sector privado actúe como agente de cambio y nos encamine hacia las transformaciones necesarias para un mundo libre de emisiones?
- Si las sedes de las grandes corporaciones de tecnología se vuelven ciudades-estado futuristas donde los empleados pasan incluso su tiempo libre, ¿qué sucede con el resto de la sociedad?
- ¿Si trabajaras para un gigante tecnológico orientado al valor, ¿qué iniciativa audaz propondrías para trabajar hacia una revolución de energía renovable?



# INGENIEROS VERDES HAZLO-TÚ-MISMO 2050

Luego de una catástrofe ecológica y económica global, los ciudadanos se organizan en comunidades auto-suficientes. Para sobrevivir, descubren a sus propios ingenieros internos. Una mentalidad de innovación frugal proporciona una abundancia relativa. En una economía Hazlo-Tú-Mismo, el pensamiento práctico florece y se improvisan soluciones futuristas. La energía se produce localmente y se inventan aplicaciones locales para responder a problemas ambientales. El orden establecido ha colapsado.





Imagen:  
Katja Makkonen y Maiju Kolisoja  
(Days Agency)

Los ciudadanos con mentalidad de ingenieros son los principales actores del escenario Ingenieros Verdes Hazlo-tú-Mismo, 2050. Se organizan localmente luego de colapsos económicos y ecológicos severos y respetan el duro entorno en el que se ven obligados a vivir. Después de perturbaciones severas, las comunidades aprenden a sobrevivir en medio de la conmoción. El pensamiento Hazlo-tú-Mismo (DIY, del inglés Do-It-Yourself) es identificado como una estrategia de supervivencia y una forma de arte y diversión. Las personas dependen de las aplicaciones neo-carbono localizadas, del trabajo conjunto y de las fuentes de energía renovables. La mayor parte de comunidades se apoyan entre sí en la era pos-catástrofe. El escenario tiene muchas similitudes con los tres otros escenarios y sus imágenes del futuro. Sin embargo, este escenario no expresa un futuro deseado. Imagina un mundo de supervivencia que ha sufrido una destrucción de proporciones épicas. No obstante, las personas son aún capaces de hacerle frente y vivir sus vidas localmente.

## LA RECETA PARA UNA CATÁSTROFE ECOLÓGICA

La explotación del gas natural y del petróleo han continuado. Se les busca a más profundidad, a costo creciente y en nuevas regiones. Cada nuevo descubrimiento de recursos hace subir las esperanzas de los políticos. Políticas cortoplacistas y una retórica nacionalista han prolongado el uso de combustibles fósiles. Se ignoró las alertas lanzadas por expertos y activistas. No hay plan B ante una catástrofe inminente. Las temperaturas están excediendo los límites seguros. El calentamiento global ha llevado a una crisis ecológica que se agrava y es irreversible, con repercusiones económicas terribles.

El mundo tal como lo conocemos ya no existe. Los efectos de la catástrofe son más severos incluso que lo que habían osado predecir los fatalistas. La temperatura global ha subido en +3 °C y el doble de rápido en las regiones polares. La nieve se ha escapado de los picos montañosos y el calentamiento y acidificación de los océanos han aniquilado los últimos arrecifes de coral. El Ártico y la Antártida están derritiéndose.<sup>56</sup> Además de la rápida acumulación de gases de efecto invernadero inducidos por los humanos, y de dióxido de carbono en particular, los investigadores han descubierto que el Sol está más activo que hace 8 mil años.<sup>57</sup>

La humanidad ha estado avanzando sonámbula hacia un desastre. Inicialmente, las personas notaron sólo cambios menores en su clima local. Algunos animales cambiaron de comportamiento o se trasladaron a nuevas áreas; los agricultores se quejaron acerca de lluvias impredecibles e inviernos menos rigurosos en países de climas fríos. En las décadas siguientes, estos fenómenos se exacerbarían. Los glaciares han retrocedido ante los ojos de locales y foráneos, los niveles del mar han subido y en las redes sociales circulan los videos del caos. El mundo está en una crisis humanitaria y ecológica, sufre escasez de alimentos y de epidemias. Hay sequías severas, aplastantes olas de calor<sup>58</sup>, y daños

---

56 El hielo del Ártico está retrocediendo y los patrones de hielos oceánicos antárticos son cada vez más inestables (NSIDC 2020).

57 Es difícil que la humanidad influya la cantidad de radiación que proviene del espacio. Según algunos investigadores, esto hace que sea difícil limitar el aumento de la temperatura promedio global en 1.5 grados. Ver Solanki et al. (2004).

58 El calor extremo ha sido la mayor causa de mortalidad relacionada al clima en los Estados Unidos durante los últimos 30 años (López et al. 2018).

a los bosques. Los inesperados colapsos de ecosistemas han llevado a la extinción de varias especies. Muchas partes del mundo se han vuelto inhabitables y decenas de millones de refugiados del cambio climático están en busca de áreas habitables. Cuando se encuentra una, se vuelve rápidamente sobrepoblada.

Las ruinas de ciudades desoladas son parte del imaginario colectivo de los ciudadanos del mundo. El comercio mundial atraviesa en su mayor recesión, se han perdido medios de subsistencia, han colapsado los negocios y la mayor parte de estados nación están paralizados.



## EVENTO CRÍTICO:

Una ola de calor global en el 2032 y una enorme ola migratoria causaron la pérdida de innumerables vidas. A último minuto, no se tomó ninguna acción.

## ENFOQUES LOCALES

Los ciudadanos desarrollan su vida a nivel local. El estilo Hazlo-tú-Mismo es la única estrategia viable para sobrevivir. La mayor parte de personas viven en comunidades autosuficientes en las áreas rurales. El Internet local imita a la tecnología bluetooth e inalámbrica y es altamente resistente a los shocks externos. Las comunidades son de alta densidad de construcción y tienen muchos espacios compartidos. Usualmente, están bien conectadas entre sí y cooperan de varias maneras, pero algunas se encuentran fuera de la red y son completamente auto-suficientes. Los peligros de salud se ven agravados por la caída de los servicios públicos y por un clima inhóspito en muchos lugares. El dióxido de carbono atmosférico sigue en aumento. Una pequeña minoría de la población vive en las ruinas de las ciudades, y no puede acceder a las cadenas tradicionales de producción de alimentos. En la jungla de concreto, la agricultura vertical proporciona los alimentos y se usan delgados paneles solares enrollables para producir energía.

Las familias crean comunidades cerradas dentro de las pequeñas comunidades. Las granjas abandonadas, las casas familiares y las casas de verano se convierten en residencias permanentes. Los viajes de larga distancia más allá de la comunidad vecina son escasos y el transporte aéreo es casi inexistente. Depender de una producción energética renovable, descentralizada y flexible es un estándar ampliamente aceptado. Todos los materiales son reciclados y casi no se generan desechos. La comida se produce estacionalmente y se consume localmente. Los principios de la “permacultura australiana” o “agricultura permanente” se han popularizado y utilizan a cabalidad. La permacultura combina la agricultura con la actividad social y usa modelos y características propios de los ecosistemas naturales. La permacultura y el biomimetismo, la tecnología que imita las estructuras y procesos de la naturaleza, se vuelven una sola unidad en los años 2030. Ha nacido un nuevo paradigma agroindustrial.

## LOS PRODUCTOS SON PERSONALIZADOS PARA MEJORARLOS

La frugalidad genera innovación en la sociedad. Los experimentos tipo Hazlo-tú-Mismo en biología sintética y en biotecnología crean cultivos que pueden dar muy altos rendimientos. La bioprospección, el uso comercial de nuevos productos bio-basados que dependen de información bioquímica y genética, son para muchos un medio de subsistencia. Luciérnagas artificiales iluminan el cielo nocturno, los materiales bio-basados y los hidrocarburos sintéticos se usan para producir plásticos, químicos, medicinas y materiales de construcción, tales como los ladrillos orgánicos. Uno de los mayores progresos que ha contribuido a la revolución Hazlo-tú-Mismo es la adopción del grafeno. Este nanomaterial extremadamente flexible y duradero ahora contribuye a la producción de bio-productos e incluso al almacenamiento de energías de todo tipo.

En 2020, los efectos de la pandemia COVID-19 enseñaron al mundo las estrategias de supervivencia en las comunidades. En los años 2030, los llamados costos marginales de la producción han decrecido fuertemente. Reducir los costos marginales significa que después que se ha desarrollado una solución, sus costos de producción son bastante bajos. Una economía circular extremadamente efectiva es particularmente importante en la economía Hazlo-tú-Mismo porque significa que se necesitan nuevos recursos sólo de forma ocasional.

Las comunidades no sólo reciclan materiales y productos existentes, sino que hacen upcycling, lo cual significa que se mejoran los productos y se les encuentran nuevos usos. Uno de los beneficios de combinar la creatividad y el ethos Hazlo-tú-Mismo es que los nuevos productos que usan materiales reciclados son de mejor calidad y más atractivos que los originales.

## LOS INGENIEROS HAZLO-TÚ-MISMO DAN LAS SOLUCIONES

Una vida de difíciles condiciones ha demandado una nueva alianza de habilidades técnicas, pensamiento práctico y espíritu de comunidad. Cada día, se necesita resolver problemas usando equipos con las piezas y repuestos disponibles. Aprender haciendo e imitando a nuestros pares son los principales modos de educación. Por momentos, las comunidades también intentan entrenar a sus propios expertos técnicos; mientras que la capacitación formal en instituciones se ha vuelto poco frecuente. Las nuevas tecnologías emocionan a los niños y a los jóvenes, y sus ágiles mentes conciben innovadoras soluciones en el campo de la energía. Los ingenieros Hazlo-tú-Mismo son artistas *amateur*. Las habilidades requeridas, los accesorios y la pericia se definen individual y conjuntamente. Como el desafío es común, cada uno recurre a sus propias habilidades para enfrentarlo.

Las personas hacen frente relativamente bien incluso a las situaciones más sombrías. Muchas comunidades han desarrollado tecnologías prácticas, asequibles y relativamente simples, desde materiales de construcción hasta medicina y producción de energía. Invierten especialmente en lo que consideran esencial. Compartir bienes y servicios resulta útil porque permite hacer más con los recursos disponibles. En las comunidades donde los recursos son escasos, compartir es una mejor opción que la propiedad privada, que fácilmente origina desacuerdos. Los “bio-bots”, robots de tejidos vivos, ayudan en la búsqueda de sobrevivientes en caso de accidentes o desastres, frecuentes



en las comunidades. Cada uno ocupa su propio lugar en la comunidad y no hay desempleo. La actitud emprendedora está interrelacionada con la identidad propia. Los esfuerzos de emprendimiento responden a las necesidades locales y las soluciones que se crean a menudo también encuentran demanda en las comunidades vecinas. Las comunidades comercian entre sí y a menudo intercambian sus mejores prácticas.

## LA AYUDA MUTUA ENTRE LOS NÓMADES COMUNITARIOS

A diferencia de las comunidades rurales tradicionales, estas comunidades no están encerradas en su parcela de tierra. Las personas del tipo Hazlo-tú-Mismo son nómades comunitarios, que desarrollan continuamente nuevos proyectos y se ayudan mutuamente. La actitud de supervivencia es fuente de emoción y orgullo, incluso en entornos hostiles. Las comunidades Hazlo-tú-Mismo son dueñas de sus propias fuentes de energía.

Las casas antiguas han sido renovadas con la ayuda de la tecnología para hacer frente a condiciones climáticas inesperadas. Las personas viven a menudo en una abundancia relativa, ya que la energía y los materiales son mayormente renovables. La vida cotidiana de un humano hazlo-tú-mismo en su comunidad es muy activa. Los miembros de la comunidad innovan juntos, luchan con determinación contra los desechos y diseñan entornos de alta calidad, imbuidos de un espíritu de mejora continua. Cuando todos los esfuerzos se combinan, los individuos tienen mejores oportunidades de supervivencia. Muchas comunidades parecen oasis verdes, refugios seguros sin preocupaciones en medio de un mundo externo malévolo. Esta actitud se inspira de la filosofía japonesa *kaizen*, que implica adoptar una actitud decidida orientada hacia el logro del bien. La movilidad local consume pocos recursos e incluso la energía cinética se almacena mayormente, ejemplo esclarecedor de cuán responsable se ha tornado el uso de recursos. Ocasionalmente viajeros errantes visitan las comunidades de los pobladores. Esto aventureros nómades documentan los cambios del ambiente, intercambian conocimiento y a veces llevan a cabo misiones peligrosas.

## LOS ARTISTAS AFICIONADOS COMBINAN BELLEZA Y ALEGRÍA

La mente de un aficionado o amateur<sup>59</sup> emocionado y curioso combina el carácter práctico con la belleza y la alegría. En el umbral del apocalipsis, la belleza estética y el juego nos recuerdan la santidad de la vida. *Homo faber* (lat. *Hombre que Hace*) y *Homo ludens* (lat. *Hombre que Juega*) son considerados como ideales equivalentes. Todo lo que se produce tiene una utilidad y función, pero a menudo las soluciones también ofrecen entretenimiento, alegría y placer. Los símbolos culturales significan la alegría de nuevas ideas y la resiliencia en medio de un duro clima. La tecnología es considerada como una manifestación del arte y la cultura, y una extensión de las habilidades y la percepción. La mentalidad tecno-cultural se percibe como fruto del desarrollo.

Los ojos del mundo se han tornado hacia África, el continente que fue conocido durante mucho

---

59 Del latín “amator”.

tiempo por sus hábiles inventores aficionados. Ahora, las soluciones Hazlo-tú-Mismo son muy apreciadas. Después de todo, las narrativas populares acerca del arte y las culturas visuales de la región usualmente se enfocan en la artesanía. La influencia de las culturas africanas es especialmente visible en el diseño de nuevas herramientas y objetos. Las obras de arte africanas tienen a menudo una función práctica, por ejemplo, como parte de una ceremonia o ritual, que simboliza la unión de ciencia, arte y herramientas. El empoderamiento inesperado del continente africano es un activo político y económico significativo a nivel planetario.

## **INSPIRACIÓN DE LAS SOLUCIONES AUTOSUFICIENTES NEO-CARBONO**

En el mundo pos-apocalíptico, hay miles de sistemas eléctricos de pequeña escala que dependen principalmente de recursos locales. Los estados nación ya casi no existen y las redes de alto voltaje o las enormes estructuras regionales serían de todas formas poco fiables en condiciones climáticas extremas. Las decisiones de inversión en nuevas soluciones energéticas las toma la comunidad, y no se basan en la demanda del mercado. Los ingenieros Hazlo-tú-Mismo experimentan y optimizan soluciones neo-carbono de pequeña escala en sus propios grupos. Compartir información localmente refuerza el compromiso con varias decisiones acerca de energía. La producción de energía tiene un valor cultural y se atesora la eficiencia energética para utilizar el mínimo posible de energía. El desperdicio de energía y recursos son un tabú total.

Existe una diversa gama de fuentes de energía y de soluciones energéticas porque las comunidades están geográficamente dispersas y las soluciones tienen que estar adaptadas a las condiciones locales, a pesar de lo cual los precios en general son razonables. La producción de energía eólica y solar local y un uso sostenible de la biomasa son las fuentes de energía más importantes. Debido a la escasez, las comunidades controlan con cuidado la capacidad de la biomasa de renovarse. Los desechos también se usan para producir energía a pesar de que en general se reciclan los materiales. La escasez refuerza la identidad de la comunidad. Las comunidades están orgullosas de su producción de baterías Hazlo-tú-Mismo a partir de las baterías recicladas de computadoras portátiles y cada hogar almacena su propia energía.

## **SOBREVIVIMOS UNIDOS**

Antes, el pensamiento Hazlo-tú-Mismo era una necesidad únicamente en algunas partes del mundo o en tiempos de crisis. Las condiciones extremas han dado nacimiento a una nueva manera de actuar juntos. Al construir sobre lo que ya ha sido aprendido, el ejemplo se ha vuelto un método de aprendizaje cotidiano. A pesar de que muchos experimentos fracasan son una fuente valiosa de información sobre lo que funciona y lo que no. Estas experiencias y nuevos códigos de acción se comparten con otros miembros de la comunidad. Diferentes escenarios alternativos son imaginados para encontrar oportunidades nuevas, inexploradas y para prepararse para varias amenazas. Un nuevo tipo de supervivencialismo es una combinación del espíritu de lucha, la autosuficiencia y la frugalidad creativa e inteligente.



El *ethos* del supervivencialismo nació cuando colapsó el orden tradicional. Los estados nación, las empresas y los científicos luchaban por subsistir. Cuando se desató el caos, nacieron las prácticas Hazlo-tú-Mismo casi por necesidad. Se empezó a valorar la preparación para las emergencias, las habilidades para asegurar la supervivencia, las combinaciones tecnológicas novedosas se empezaron a enseñar y desarrollar como materias y habilidades básicas. La unión del biomimetismo y la permacultura encajó bien con la actitud del Hazlo-tú-Mismo, y ayudó a darle forma al entorno con herramientas autoproducidas.

El principal objetivo es preservar y reforzar a la comunidad y al grupo, por necesidad y por el deseo de encontrar mejores perspectivas. Los estilos de vida localizados no significan que se vea a otras comunidades como una amenaza.

El desarrollo de la catástrofe se debatió en la opinión pública, redes sociales y programas populares en los medios. La población desarrolló un catálogo colectivo de desastres. El siglo XX ya no era una historia de guerras, estados soberanos y desarrollo social, sino más bien la historia de un caos surreal creado por la humanidad. Con el tiempo, la catástrofe ecológica sería documentada en los textos de historia. Cuando la gente mirase al pasado, se vería el cambio climático como una mala práctica sostenida, una receta para accidentes, conflictos y desastres.

La escasez de recursos y el nuevo orden mundial forzaron a la gente a adaptarse a maneras de pensar nuevas y radicalmente diferentes. Los problemas globales y las amenazas más pequeñas debían ser resueltos juntos en base a habilidades individuales en redes eléctricas comunitarias y en redes de información.

El *ethos* del supervivencialismo se volvió una mezcla de creatividad y colaboración. Después de las devastadoras consecuencias de la crisis, la opinión popular empezó a exigir mejor preparación para el futuro. Las personas empezaron a preguntarse continuamente "¿y qué pasa si ... ?"



## PREGUNTAS A CONSIDERAR

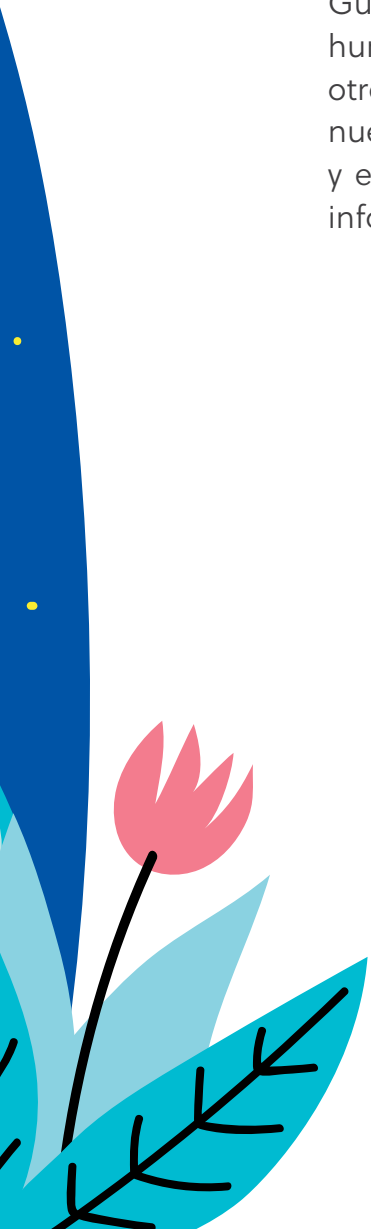
- ¿Te consideras a ti mismo como un ingeniero Hazlo-tú-Mismo o conoces a algunos inventores aficionados inteligentes que se parezcan a los personajes de este escenario?
- ¿Cómo podría hacer la sociedad para apoyar la creación y difusión de soluciones ecológicas basadas en el Hazlo-tú-Mismo?
- ¿Cómo se podrían promover el desarrollo de habilidades de un “ingeniero Hazlo-tú-Mismo” con mentalidad ecológica a partir de los niveles iniciales de educación?
- ¿Qué iniciativas podrían promover una mentalidad Hazlo-tú-Mismo en los barrios, ciudades y distritos, especialmente para aprovechar la energía renovable?
- ¿Qué significa para ti una cultura de la experimentación? Piensa en ejemplos prácticos.



Imagen:  
Katja Makkonen y Maiju Kolisoja  
(Days Agency)

# NUEVA CONCIENCIA 2050

Las ubicuas tecnologías de la información y la comunicación, energía renovable, pensamiento ecológico y las cicatrices de la Tercera Guerra Mundial dan nacimiento a un nuevo nivel de conciencia humana. Las personas se sienten profundamente conectadas con otros seres humanos y se ven como parte de la naturaleza. En la nueva conciencia social neo-carbono, la búsqueda de la ganancia y el beneficio personal es secundaria. La energía, los recursos y la información son compartidos abierta y globalmente.



En el escenario de la Nueva Conciencia 2050, la conciencia creciente del uso de las redes de tecnología de la información y la comunicación lleva al auge de un profundo pensamiento ecológico. Gradualmente, las sociedades y las personas empiezan a cambiar. Es difícil identificar un actor único o un grupo de agentes responsables de los profundos cambios en el escenario. La información fluye de forma cada vez más libre y entre fronteras globales, lo cual ha invitado a los ciudadanos del mundo a unirse en la lucha contra el cambio climático.

Los ciudadanos ya forman sin esfuerzo nuevas comunidades, redes y movimientos sociales enteramente nuevos. Innumerables flujos de información y comunicación están incrementando la conciencia en cuanto a problemas globales y soluciones nuevas e inexploradas. A la larga, el cambio climático y las preocupaciones ambientales desencadenarán una transformación radical global con nuevos y múltiples modelos económicos y sociales que operan dentro de los límites de lo que puede ofrecer el planeta e internalizan el cambio climático. La lucha por el bien común lleva a las personas a construir vidas llenas de significado, creatividad y productividad. En el proceso, una nueva lógica económica gana terreno.

## LA VIDA EN LAS REDES GLOBALES

En el 2050 se da por hecho que los seres humanos están profundamente conectados entre sí y con su entorno natural. Los humanos y la naturaleza no son dos entidades separadas. La conciencia e identidad no están limitadas por el cuerpo humano: se conectan con la sociedad, las tecnologías, la naturaleza e incluso el espacio. La idea de una conciencia compartida no se percibe como un misticismo o como espiritualidad “nueva era”. La ciencia ha probado que el ego humano se forma a través de interacciones con el mundo físico y virtual del entorno. Los seres humanos se han transformado en ciborgs pos-humanos en el sentido tecnológico y metafórico, como lo expresó Donna Haraway ya en 1984.

Las identidades están en un estado de cambio permanente. Los entornos virtuales en particular permiten constantes transformaciones. La identidad no está definida por nuestro entorno físico inmediato, sino por una red de influencias relacionadas con muchas partes del mundo. La idea de un ego inmutable e independiente se ha vuelto irremediamente obsoleta, y se interpreta como una idea de las épocas de la Ilustración y de la Industrialización. De hecho, la economía inmaterial exige apertura y la liberación del ego. Una personalidad abierta ayuda a que un individuo enfrente el mundo cambiante. La automatización, las inteligencias artificiales y la robotización han hecho que muchos rasgos masculinos tales como la racionalidad y la fuerza física hayan perdido importancia.

La empatía y la apertura emocional, antes vistas como atributos femeninos, son ahora la norma. Los aspectos negativos del comportamiento masculino han desaparecido en gran medida, la sociedad industrial de la era moderna se apoyaba en la economía de mercado y se concentraba en el crecimiento material y en individuos independientes dirigidos a la ganancia.

Aprovechar la energía renovable del mundo ha contribuido a la llegada de un sistema económico pos-capitalista, basado en la creatividad y la abundancia. En sí, la lógica de fuentes de energía renovables descentralizadas ha empezado a modificar la comprensión que tienen las personas de su propia ubicación.

Si la producción de energía solía ser casi invisible para los ciudadanos, en el sistema de la energía renovable es comunitaria, descentralizada e interactiva. Cada ciudadano, hogar y empresa reconoce su rol en la sociedad. La conciencia del individuo acerca de su rol significa la internalización de la responsabilidad personal localmente, regionalmente y como parte de un sistema energético renovable global. Los individuos egoístas independientes y ambiciosos encajan mal en este molde. No se han abandonado todas las tradiciones; a algunas se les ha atribuido un nuevo valor.

## EL PRELUDIO DE LA NUEVA CONCIENCIA

La transición hacia una conciencia compartida empezó a acelerarse en los años 2010. Además de los fenómenos expuestos precedentemente, ciertos cambios fundamentales se sustentaron en una mayor conciencia de la amenaza de la crisis ecológica y numerosos enfrentamientos. Los conflictos de la guerra híbrida se acumularon y empezaron a parecerse a una verdadera guerra mundial. Las sequías y los huracanes alrededor del planeta en una misma década fueron un prelude de los efectos cada vez más graves del cambio climático y que sacaron a la luz las tensiones sociales subyacentes. Para despertar a las antiguas generaciones de su sueño con los ojos abiertos, los jóvenes expresaron sus preocupaciones. Los niños en edad escolar alrededor del mundo hicieron huelgas, inspirados por la adolescente sueca Greta Thunberg. Ni siquiera el Papa católico pudo seguir guardando silencio más tiempo.

Los seres humanos se dieron cuenta de que vivían en medio de un caos intelectual, cultural y político. La pandemia de COVID-19 mostró la interconexión del mundo. Los efectos del calentamiento global empezaron a sentirse antes de lo que predecían los modelos climáticos. Súbitamente, incluso los escenarios distópicos adquirían una relevancia sin precedentes. Los colapsos ecosistémicos locales crearon escasez de alimentos, y las inundaciones y tsunamis destruyeron comunidades e islas enteras. La catástrofe de una amenaza ecológica empezó a entenderse como un problema sistémico – un síntoma cultural de la búsqueda incesante de los individuos por incrementar su satisfacción. Simultáneamente, la amenaza militar y geopolítica se vio alimentada tanto por actores estatales como no estatales, con sus interminables ataques que movilizaban tanto a los medios de la guerra tradicional como a los de la guerra híbrida.

El sentimiento creciente de una catástrofe climática inevitable finalmente despertó un nuevo tipo de sentimiento de conexión y dependencia entre las personas. Los individuos demandaban seguridad emocional, solaz y acciones rápidas. Diferentes comunidades religiosas empezaron a expresar la urgencia de la transformación en un lenguaje comprensible para las personas. Esta vez, las personas decidieron no recurrir al nacionalismo o al populismo. Entendieron que actuar solas las hacía simplemente demasiado débiles. Empezaron a buscar a otros más allá de las fronteras culturales y nacionales porque se tenía que hacer algo.



## LA TERCERA GUERRA MUNDIAL: TSUNAMI DE LA TRANSFORMACIÓN

En los años 2010 y 2020, el mundo estaba lleno de conflictos *glocales*, en otras palabras, conflictos que eran simultáneamente globales y locales. Los efectos de estos conflictos parecían ser una inundación sin fin: la guerra civil en Siria, el terrorismo y la intención de ISIS de establecer un estado islámico fundamentalista a costa de vidas inocentes, los movimientos separatistas en muchos países apoyados principalmente por Rusia y los disturbios en muchos países plagados por el conflicto.

El mundo ya casi no podía seguirles el paso a los conflictos. Las dificultades causadas por la salida del Reino Unido de la Unión Europea impactaron fuertemente a ambas partes. Las políticas de poder parecían regresar a la escena internacional. China consideraba que los despliegues de poder regionales eran importantes y Corea del Norte continuó con su pomposo desafío. Y por si no fuera suficiente, la división interna de los Estados Unidos llevó a la imprevisibilidad y al intento de reforzar su poder militar internacional. Esto fue como echarle combustible a las llamas. Y eso no fue todo – las noticias falsas, los hurtos de identidad digital y el ciber terrorismo alimentados por los nacionalistas, ensombrecieron el humor social. Los ciberataques contra estados y empresas se volvieron cada vez más comunes.

Al final de los años 2020 este caos aparentemente interminable fue apodado la "Tercera Guerra Mundial". A diferencia de la primera y segunda guerras mundiales, en este conflicto híbrido, ninguna nación declaró simplemente la guerra a otro estado. Muchos ciudadanos normales estuvieron involucrados en las batallas de una forma o de otra, por ejemplo, como blancos de la guerra informática y de ataques en línea. Los blancos más populares para los ataques eran los sistemas de energía digitales. En medio de operaciones militares híbridas, las personas encontraron chivos expiatorios y era común la difamación. Imágenes y audios falsificados se compartían en los servicios de mensajería de las redes sociales, y se volvió borrosa la frontera entre lo real y la ficción. La gota que finalmente derramó el vaso fue el colapso del sistema financiero global. Por demasiado tiempo, se había desatendido las alertas acerca de profundas fallas en el sistema económico global. A medida que la inestabilidad de la economía mundial empeoraba, se atizaba el fuego de la hoguera política mundial. El espíritu de la época se volvió hostil y paranoico.

Así como sucede a menudo con las guerras, esta Tercera Guerra Mundial eventualmente plantó las semillas del cambio. Al final de los años 2020 la conectividad había alcanzado un nuevo nivel. Todo estaba literalmente conectado con todo, con las demás personas, organizaciones, empresas, artículos y objetos. Era prácticamente imposible separar las esferas pública y privada de la vida. Enormes masas de información, inteligencia artificial, realidad aumentada y sistemas de información geográfica avanzados facilitaron la vigilancia y la manipulación. Los seres humanos empezaron a buscar paz en comunidades cerradas, del tipo grupos de conversación, en donde las experiencias personales e íntimas eran compartidas entre amigos, entre pares. La identidad de un individuo se volvió incluso más abierta y moldeable cuando las comunidades de pares del mundo virtual empezaron a interactuar de forma más estrecha que antes.

De forma curiosa, las tensiones globales terminaron en una proliferación de empatía. La situación trajo a colación los movimientos de paz globales que habían surgido después de las guerras anteriores. Los mileniales, los representantes de la generación "Y" nacidos en los años 80 y 90 fueron los pioneros



de la nueva empatía. Eran más tolerantes y solidarios que sus padres como consecuencia de haber usado computadoras e Internet a lo largo de toda su vida. Se veían entre sí como iguales, formaban parte de numerosos grupos de pares, y poseían múltiples identidades. Fueron la primera generación que prefirió auténticamente la participación y la transparencia por encima de la privacidad, y la colaboración creativa por encima de la competencia. Quizás fue porque habían nacido en un mundo que les parecía global e interdependiente. De manera acorde, valoraban los esfuerzos internacionales que se enfocaban en resolver desafíos globales a través de la colaboración.

La generación que vino después de los mileniales fue un grupo tan heterogéneo que es difícil citar eventos únicos o instancias que los puedan definir. Alcanzaron la mayoría de edad después de los ataques del 11 de septiembre, de la revolución digital y de la presidencia de Obama. En general, los representantes de esta generación confían en sí mismos y en sus acciones más que en las instituciones, y por lo tanto están incluso más alineados colectivamente dentro de sus esferas que los mileniales. Este grupo de edad "pos-generación" vive en un mundo en donde los aparatos electrónicos digitales son ubicuos.

Ellos mismos están definidos por la naturaleza en red del Internet: diversidad, flujos de comunicación multidireccionales, apoyo a la globalización, individualización, personalización y libertad de elección. Dan por sentado los derechos igualitarios en temas como la raza, el género, la orientación sexual y el estilo de vida. Cuando las personas con identidades diferentes dejaron de ser percibidas como "los otros", se desarrolló gradualmente una conciencia compartida donde la nueva conciencia, los valores y las prácticas de la era del Internet definen tanto la realidad material como la digital. La información es considerada como la unidad de base de todo, que une todo el espectro de la vida. El hipertexto, la estructura de las conexiones entre los sitios web, es la metáfora dominante de la cultura como un todo. El sistema de energía se ha vuelto como un Internet de la Energía con sus flujos multidireccionales de electricidad a partir de las energías renovables.

## **LA ECOLOGÍA PROFUNDA DESPUÉS DEL ECO-CATACLISMO**

Las ideas de la ecología profunda le sientan bien a la visión del mundo de la nueva conciencia. Los problemas se consideran interconectados y pueden resolverse en las redes. En la economía lineal, los humanos usaban enormes cantidades de energía y dejaban detrás de ellos un rastro de desechos plásticos. Se descubrían plásticos incluso en los excrementos humanos. Se tomó conciencia de que las relaciones de los humanos con la naturaleza, los animales y con ellos mismos tenía que revisarse. La optimización parcial y las soluciones tecnológicas aisladas no eran suficientes para superar enormes problemas ambientales y sociales. Una vez que se llegó al punto de quiebre, no tomó mucho para que las ideas y los valores de la ecología profunda navegaran en las carreteras digitales. En el pensamiento ecológico profundo, todo está en la naturaleza y todo está interconectado. El auge de la conciencia ecológica significó que las personas empezaran a verse a sí mismas como parte inseparable de sus entornos. La naturaleza debía tener sus propios derechos universales, así como los humanos.

Biofilia significa una orientación hacia la naturaleza y la tendencia característica de enfocarse en

la vida y los procesos vivos.<sup>60</sup> Todo lo que existe es considerado vida que se representa a sí misma. En la nueva ideología biofílica, la separación de la tecnología y la naturaleza parecía artificial. Ya por un largo tiempo, las personas habían usado metáforas biológicas basadas en la naturaleza, para las computadoras y los dispositivos periféricos: corriente, ratón, nubes, memoria, virus, gusanos, *streaming* y *surfing*. Incluso el ADN en sí es una pieza de código digital. Se descubrió que los seres humanos reaccionaban a los entornos de realidad virtual como si estuvieran al exterior en la naturaleza real. Las tecnologías de comunicación digital se volvieron el Gran Unificador entre los seres humanos y la naturaleza. En vez de apagar la computadora, tomarse sabáticos o desintoxicarse de las redes sociales, las personas empezaron a pensar en estos elementos como elementos de una sola vida en un solo mundo.

La nueva conciencia empezó a transformar profundamente el comportamiento humano. La espiritualidad fue redefinida y empezó a representar un principio convencional según el cual todo está interconectado. Tiene menos que ver con ideas religiosas o con una creencia en un poder superior y más bien la nueva espiritualidad se presentó como la experiencia de estar integrado a algo más grande que uno mismo, que trascendiera las fronteras del ego. El budismo y las ideologías asociadas se volvieron una filosofía y una visión líderes en el mundo. La humanidad dejó que la naturaleza se recuperara siempre que esto fuera posible. El estado del medio ambiente y el bienestar social mejoraron de una forma que no podría haber sido alcanzada a través de soluciones tecnológicas o políticas.

La economía mundial había estado luchando en tiempos de inestabilidad, pero se vio finalmente revigorizada. Las inversiones en fuentes de energía renovable y para construir un sistema de energía descentralizado basado en la electricidad pasaron por un período de crecimiento explosivo. Las experiencias en regiones pioneras tales como California y África Oriental, así de países como Alemania, Finlandia, Japón, Chile y Costa Rica<sup>61</sup> se estudiaron cuidadosamente. Se reconoció que las acciones de pioneros en los años 2010 y 2020 habían empezado a abrir el camino para las transformaciones venideras. El sistema de energía renovable que surgió de los años 2030 en adelante fue considerado más que un sistema tecnológico sino más bien como una metáfora para toda una nueva era. Las monedas solares fueron adoptadas como la nueva moneda virtual global. Esto creó las bases para una economía mundial, que era mucho más sostenible que sus predecesoras. Se abrió la puerta a una era pos-petróleo.

---

60 El concepto de biofilia fue creado originalmente por el psicólogo social alemán Erich Fromm, y luego desarrollado por el biólogo estadounidense E. O. Wilson (1984). Se ha probado que estar en contacto con la naturaleza reduce la presión arterial, alivia el estrés e incluso ayuda a recuperarse después de una cirugía.

61 En Arabia Saudita, la empresa petrolera estatal más grande del mundo, Saudi Aramco, ha considerado invertir miles de millones de dólares en proyectos de energía solar y eólica.



¿!i?

## EVENTO CRÍTICO:

La inteligencia artificial general y la nueva conciencia empiezan a fusionarse en el 2035 y disipan a las formas de "ser" antiguas que competían entre sí.

En el 2050, Inteligencias *Biofílicas Unidas* ha reemplazado a las Naciones Unidas. El gobierno global es elegido por elecciones mundiales. En los animados debates políticos se combinan formas de democracia directa e indirecta a nivel global, regional y local. El trabajo que prepara y anticipa la toma de decisiones a nivel global está abierto a todos. El Internet de la Energía se optimiza a escala global en tiempo real. Cada segundo se produce energía renovable ahí donde es más asequible y la información se procesa en los centros de datos que consumen menos energía.

## LA ERA POS-CAPITALISTA

El mundo es visto como una suerte de utopía de Viaje a las Estrellas o un socialismo verdaderamente funcional. La transformación ha sido tecnológica, política y cultural. Compartir propiedades y recursos ayuda a usarlos de forma óptima. La nueva conciencia y la interconexión global significan que se necesitan menos fondos que antes para comprar armamento, lo cual ha liberado recursos para aliviar la pobreza, para la investigación y para actividades innovadoras de punta. La sociedad considera que una tributación exigente es beneficiosa ya que se la considera como apoyo para nuestros pares. Los sistemas de salud y educación públicos de alta calidad, junto con una distribución igualitaria de la riqueza, han contenido el crecimiento demográfico. En una democracia tecnológicamente avanzada, casi perfecta, en donde están satisfechas las necesidades de todos, la sociedad puede ser descrita como un "comunismo de lujo plenamente automatizado".

Los robots extremadamente avanzados y las inteligencias artificiales se ocupan de la producción esencial. Las personas se enfocan en sus propios intereses sin las limitaciones del trabajo. El tiempo de ocio y de trabajo se han vuelto uno solo. El trabajo y la economía en el sentido industrial de estas palabras han perdido su significado. La noción de emprendedurismo es un anacronismo total ubicado en la era equivocada. El "creadurismo" innato emerge en su lugar. Las personas crean comunidades productivas sin objetivos o incentivos económicos aparentes. Los miembros de estas comunidades obtienen gran placer al realizar tareas complicadas y en seguir objetivos creativos. En el modo de trabajo de la nueva conciencia, la mayor parte de personas medita y se enfoca en objetivos espirituales. El nuevo sistema energético permite una forma de vida extremadamente móvil. El mundo es una aldea global, como lo imaginó originalmente en los años 1960 Marshall McLuhan, a pesar de que algunas personas prefieren permanecer en comunidades hiper-locales. Las personas pueden vivir en cualquier lugar del mundo y moverse según sus necesidades ya que la mayor parte de entorno construido es una co-propiedad. Gracias a la realidad virtual avanzada, los mundos físicos y virtuales son inseparables el uno del otro. En este sentido, la sociedad es independiente de su ubicación. La realidad virtual simula todos los sentidos, no sólo la vista, de forma realista. Los

ciudadanos cosmopolitas también viajan, en el sentido tradicional de la palabra, incluso más que antes. Los combustibles neo-carbono se usan en aviones y la aviación ya no provoca emisiones de dióxido de carbono. A menudo, las reuniones se llevan a cabo en una realidad virtual holográfica.

En dicho escenario, la producción y la economía tienen que ser muy eficientes. La automatización hace que la producción material de este mundo sea mucho más eficiente que nunca. Los nuevos materiales y la introducción de la informática cuántica han proporcionado un nuevo poder explicativo a la Ley de Moore.<sup>62</sup> La mayor parte de la producción es inmaterial y de alto valor agregado. En un mundo profundamente espiritual, la producción tampoco consume tanta energía como lo haría en una economía basada en valores materiales.

## LA FILOSOFÍA NEO-CARBONO GENERA UNA NUEVA CONCIENCIA

En general los ciudadanos están muy comprometidos con los temas energéticos y con cualquier decisión de alto nivel acerca de política energética. Es evidente que la energía es un tema muy personal. Después de todo, se entiende que la energía limpia es la fuente de toda vida, una entidad casi sagrada. Los ciudadanos son sumamente conscientes de la energía y no la usan en cantidades excesivas. Cuando se habla de política energética, todas las partes se reúnen abiertamente, sin importar su estatus social. Los impactos de largo plazo de cualquier problema reciben una atención especial. El principio de apertura en los procesos de preparación y toma de decisiones lleva al compromiso y a un sendero de desarrollo, que es consistente y predecible para todas las partes.

La energía se obtiene en todos los entornos habitados por las personas. La energía solar, eólica y cinética se usan de manera incluso más versátil que antes. La información acerca de innovaciones energéticas es compartida globalmente y se prueban continuamente nuevas tecnologías. Se usa tan poca biomasa como sea posible en la producción de energía, y la deforestación ha sido detenida. Los bosques ya no son talados para obtener energía, pero la biomasa y la biomasa sintética se siguen usando como materiales. El desarrollo tecnológico y las industrias relacionadas son financiadas y gobernadas a través de un esfuerzo global compartido. Las decisiones de inversión se toman en base a razones sociales, casi como el planeamiento centralizado y los monopolios de estado.

La demanda de energía es muy alta en el escenario de la nueva conciencia a pesar de la muy avanzada eficiencia energética. Millones de redes globales en constante interacción son en realidad, la principal fuente de consumo de energía. La energía es consumida por una significativa cantidad de viajes, inteligencia artificial y realidades virtuales extremadamente avanzadas, que forman parte del uso diario. Las realidades virtuales de punta requieren un enorme poder de procesamiento y de enfriamiento en centros de datos. A pesar de que el nuevo sistema energético genera cero emisiones de dióxido de carbono, el gran consumo energético – principalmente el consumo de electricidad – aún causa impactos ambientales.

---

62 Gordon E. Moore, el fundador de Intel, se dio cuenta ya en los años 1960 que la cantidad de transistores en los circuitos integrados asequibles se duplica cada dos años. La llamada Ley de Moore es un principio general que sostiene que la capacidad informática de las computadoras se duplica aproximadamente cada 1,5 años. La Ley de Moore se ha mantenido vigente por décadas, pero es debatible si será válida también en el futuro.

## PREGUNTAS A CONSIDERAR

- ¿Cómo se puede aprovechar el interés de los ciudadanos por experimentar con nuevas tecnologías para divulgar las experiencias y el aprendizaje tanto como sea posible?
- ¿Cómo pueden usarse la inteligencia artificial y el big data para hacer avanzar la energía renovable y la electrificación?
- ¿Cómo puede ayudar el conocimiento acerca de las fuentes de energía renovables para hacer avanzar la causa del pensamiento ecológico profundo? ¿Qué otros medios son necesarios?
- ¿Qué significan para ti los límites del planeta? ¿Cómo es que el consumo de energía afecta tu vida diaria?
- ¿Puede la humanidad en conjunto transformarse sin catástrofes? ¿Cómo?

El capítulo siguiente considera cuáles son las posibilidades de que surjan estos escenarios. El final de la era de la energía fósil se presenta a través de escenarios, anticipando sorpresas e identificando factores que requieren atención especial. El capítulo examina cómo los desarrollos alternativos pueden tomar en cuenta los elementos sorpresivos y la seguridad energética como objetivo general.

## PRINCIPALES FUENTES Y LECTURAS RECOMENDADAS

Breyer, Christian – Heinonen, Sirkka & Ruotsalainen, Juho (2017) New Consciousness: A societal and energetic vision for rebalancing humankind within the limits of planet Earth. *Technological Forecasting and Social Change* 114: 7–15.

Dator, James (2009) Alternative futures at the Manoa School. *Journal of Futures Studies*. 14 (2): 1–18. <http://www.jfs.tku.edu.tw/14-2/A01.pdf>

Folke, Carl et al. (2010) Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. *Ecology and Society* 15:4.

<https://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20/>

Heinonen, Sirkka – Karjalainen, Joni – Ruotsalainen, Juho & Parkkinen, Marjukka (2015) Neo-Carbon Core Concepts in Exploring Transformative Energy Futures. Neo-Carbon Energy WP1 Working Paper 1/2015. Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC), Universidad de Turku. <http://www.neocarbonenergy.fi/wp-content/uploads/2015/03/NeoCarbon-WP1-1-2015.pdf>

Heinonen, Sirkka – Ruotsalainen, Juho & Karjalainen, Joni (2017) Transformational Energy

Futures 2050 - Neo-Carbon Energy Societal Scenarios. FFRC eBOOK 10/2017, Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC), Universidad de Turku. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019052116254>

Heinonen, Sirkka (2018) Scenarios as Stairways to Resilient Futures. Blog del Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC). 27.4.2018. <https://ffrc.wordpress.com/2018/04/27/scenarios-as-stairways-to-resilient-futures/>

IIASA (2015) What would it take to limit climate change to 1.5 C? Phys.org, 21.5.2015. <https://phys.org/news/2015-05-limit-climate.html#jCp>

Karjalainen, Joni & Heinonen, Sirkka (2018) The Pioneers of Renewable Energy are Around the World – What Can We Learn from Them? Journal of Futures Studies 22 (4): 83–100. <http://jfsdigital.org/wp-content/uploads/2018/06/06n-Glocal-Insights-Karjalainen-Heinonen.pdf>

Kolbert, Elizabeth (2015) La sexta extinción: Una historia nada natural. Drakontos.

Miller, Riel (ed.) (2018) Transforming the Future: Anticipation in the 21st Century. Routledge. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000264644>

NASA (2020) Arctic Sea Ice Minimum at Second Lowest On Record. Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA). 21.9.2020. <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2020/2020-arctic-sea-ice-minimum-at-second-lowest-on-record/>

ONU (2019) Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

Pouru, Laura (2018) Repairing humankind's relationship with nature. En Pouru, Laura – Wilenius, Markku – Holstius, Karin & Heinonen, Sirkka (eds.) Pentti Malaska – A Visionary and Forerunner. Serie de futuros

9. Sociedad Finlandesa de Estudios Futuros, p. 71–88. [https://www.tutuseura.fi/wp-content/uploads/2018/04/Futures-Series\\_9\\_Pentti-Malaska.pdf](https://www.tutuseura.fi/wp-content/uploads/2018/04/Futures-Series_9_Pentti-Malaska.pdf)

Proyecto Half-Earth. Explore the Half-Earth Map. Half-Earth Project: Map of Life, E. O. Wilson Biodiversity Foundation y Vizuality. <https://www.half-earthproject.org/maps/>

Scheffer, Marten (2009) Critical Transitions in Nature and Society. Princeton University Press.

UNESCO (2019) Educación y sensibilización sobre el cambio climático. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://es.unesco.org/themes/educacion-y-sensibilizacion-cambio-climatico>

Wilson, Edward O. (2016) El Sentido de la existencia humana. Gedisa S.A.: Barcelona.

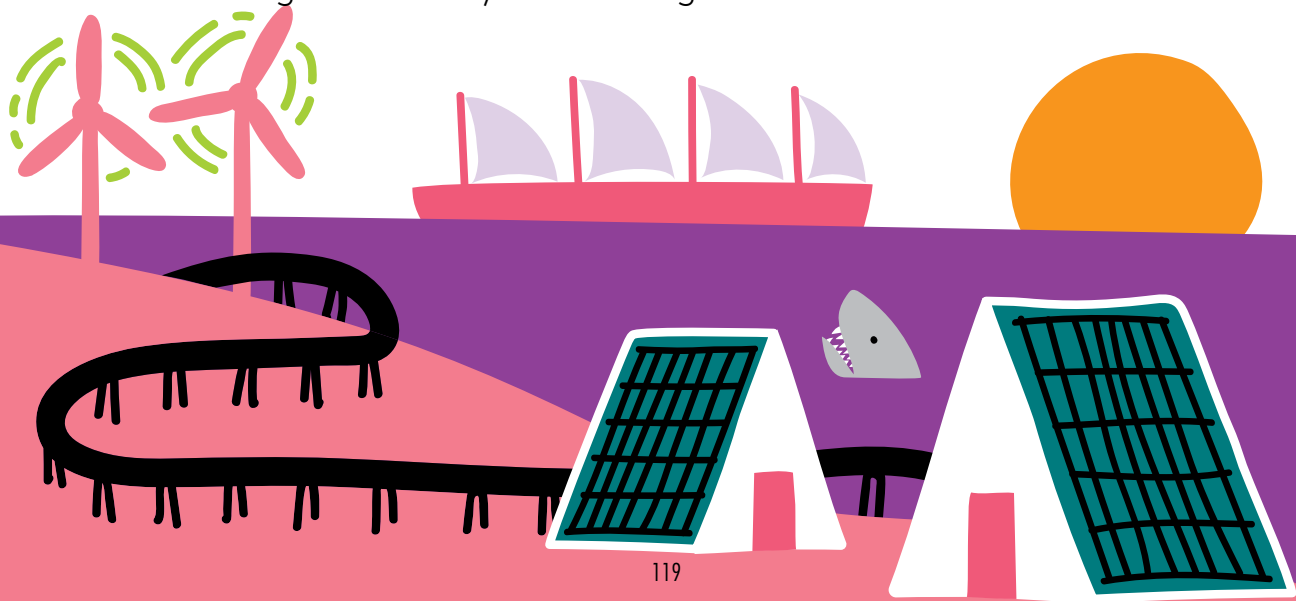
WWF (2020) Informe Planeta Vivo 2020. Sociedad Zoológica de Londres & WWF. [https://www.wwf.es/informate/biblioteca\\_wwf/](https://www.wwf.es/informate/biblioteca_wwf/)



Imagen:  
Katja Makkonen y Maiju Kolisoja  
(Days Agency).

# 6 LAS SORPRESAS SON LA NUEVA NORMALIDAD – SEGURIDAD ELÉCTRICA

La proliferación y la creciente demanda de energía renovable se sitúa en la transición de una sociedad y cultura modernas tradicionales hacia una sociedad y cultura pos-industriales. Entre estos cambios, eventos sorprendentes—como una pandemia—y sus repercusiones dan forma a la sociedad. Cuando la velocidad del cambio se incrementa, las sorpresas se vuelven "la nueva normalidad". A la luz de la historia, las sorpresas remueven las bases de la sociedad y las transformaciones resultantes son casi inevitables. Según Nassim Nicholas Taleb, las sorpresas tienen un impacto en la sociedad incluso mayor que las tendencias. En vez de resistirse al cambio, es posible aprender a anticipar las transformaciones y aprovecharlas. Necesitamos desarrollar una resiliencia frente a los futuros, una suerte de tolerancia frente a los cambios y los choques que trae el futuro. Vale la pena asumir una perspectiva de largo plazo también porque la energía está interconectada con muchos tipos de intereses y políticas. Este capítulo mapea los primeros pasos del final de la energía fósil. También ponderamos cómo prepararse para desarrollos sorprendivos en el triunfo de la energía renovable y de la nueva gran electrificación.





**“El mundo cambia sobre todo mediante sorpresas.”**

NASSIM TALEB

## LOS RECUERDOS MEJORAN CON EL PASO DEL TIEMPO

Las eras históricas son caracterizadas como períodos relativamente consistentes. Se las representa como predecibles, incluso estacionarias, y dirigidas por tradiciones. El sentido de continuidad nos habla de la idea de normalidad en períodos donde la economía crece establemente, la gente vive en comunidades estables, se siente que la vida tiene significado y el futuro es más o menos seguro. Pero, a través de la historia, las personas también han tenido que hacer frente a la incertidumbre y adaptarse a eventos súbitos, dramáticos e impredecibles. La pandemia de coronavirus es un ejemplo de tal evento. Las feroces disrupciones que se aproximan son difíciles de notar, si seguimos simplemente las tendencias. Después de todo, la idea de una tendencia sugiere continuidad. Es mejor cuestionarlas e interpretarlas: podemos preguntar cuánto van a durar las tendencias, cómo y por qué van a terminar y qué podría reemplazarlas. Adicionalmente, es posible buscar discontinuidades y coyunturas críticas como esos momentos en los que se subvierte una orientación dominante.

Las últimas décadas han traído muchos tipos de transformaciones de gran alcance, muchas de las cuales continúan y siguen evolucionando. En la era actual, la tecnología ha permeado muchos aspectos de nuestra vida. El enfoque principal ha estado en las redes sociales, que están en constante mutación, como reflejo de los desarrollos de la tecnología de la comunicación y de los cambiantes estilos de vida. Si los capítulos anteriores han tratado sobre todo de la energía y transporte, existen presiones de cambio también en muchos otros sectores, tales como la salud, la educación, la producción de alimentos y la vivienda. Los cambios en un sector se expanden con facilidad a otros sectores. En el futuro, se pueden esperar ciclos de innovación y cambio económico cada vez más rápidos, en detrimento de los tomadores de decisiones. De hecho, los eventos extremos y sus consecuencias de gran alcance son un síntoma de estas transformaciones.

## LOS INDIVIDUOS Y GRUPOS TIENEN ALGO QUE DECIR

La era moderna se ha descrito como una era pos-normal debido al acelerado ritmo del cambio (Sardar 2010). La pos-normalidad, tal como se interpreta aquí, está íntimamente relacionada con la erosión de jerarquías tradicionales. Muchas instituciones modernas significativas ya se encuentran bajo ataque. Las profesiones tradicionales están desapareciendo con la transformación del trabajo. Las identidades nacionales están fluctuando: algunas defienden el estado-nación con feroz patriotismo, mientras otras sienten que el uso de símbolos nacionales ya expiró. Cuando se cuestiona posiciones de poder profundamente arraigadas, las personas descubren que existe más de una forma de vivir y pueden explorar identidades múltiples. Nuevos actores y centros de poder emergen a su lado.

Nuestro mundo actual es un mundo donde se pronuncian múltiples voces. Casi cualquier actor tiene hoy en día las posibilidades de expresar su opinión y de involucrarse en conversaciones sociales con la ayuda de la tecnología. Aunque no sea el caso en todo el mundo, el ideal tan solo está alterando las sociedades. El carácter multifacético de la sociedad, sus muchas desigualdades y contradicciones, se pueden sentir de manera más genuina que antes. Esto hace que las instituciones tradicionales reaccionen a estos cambios. Mientras van mejorando los niveles educativos, se vuelve más difícil que un soberano propague historias simplistas. Quienes detentan el poder deben decidir si harán caso omiso de los temas emergentes o aprender escuchando las nuevas narrativas. Las mentalidades

cambiantes también abren nuevas oportunidades para que las autoridades construyan una relación recíproca con sus administrados. De hecho, los ciudadanos empoderados y los distintos grupos son los expertos para sus propias vidas.

Los cambios rápidos y los eventos extraordinarios también hacen que la sociedad sienta incertidumbre. Una pandemia ha paralizado el mundo.<sup>63</sup> Súbitamente, el mundo puede parecer caótico o incluso totalmente impredecible. A pesar de que muchos individuos pueden adaptarse, muchos otros van a añorar la cohesión y la continuidad. Para estos últimos, la búsqueda de comunidades estables, seguras y con un tejido social muy cerrado es más deseable. Sienten que algunos cambios son simplemente abrumadores. Paradójicamente, esta resistencia está sucediendo en un mundo que tiene múltiples valores, necesidades e identidades. Las redes digitales permiten el auge de nuevas comunidades de pares, pero también crean burbujas sociales y permiten las "falsas noticias". La vida en dichas burbujas resulta en una interacción fragmentada en donde las posibilidades de mantener un diálogo de sordos se incrementan, y la discusión pública se polariza. Algunos pierden incluso su confianza en el conocimiento de los expertos.

La adopción de la energía limpia puede entenderse como parte del continuo de un proceso duradero y gradual de transformación cultural. De forma similar, se cuestiona al sistema energético antiguo y unidireccional, ya que se van a establecer los principios del nuevo sistema energético y una nueva cultura de consumo de energía. En este sentido, **la proliferación de las fuentes de energía renovable puede ser examinada como una tendencia histórica, pero también con una perspectiva orientada al futuro.** Esto significa que ya necesitamos pensar profundamente acerca de las transformaciones que vamos a enfrentar en el futuro.<sup>64</sup> Al menos, habrá sorpresas que estén conectadas a cambios sociales y eventos políticos. Proponemos una nueva perspectiva en el debate de la transición energética, una perspectiva que por el momento ha recibido relativamente poca atención. Al anticipar desarrollos alternativos, es posible prepararse para cambios que aún no son perceptibles en el mundo de hoy.

## ¡ADIÓS, ENERGÍA DE CARBONO!

Una nueva visión corta los lazos materiales, sociales y culturales con la antigua infraestructura, una transición hacia un sistema de energía limpia hace que la infraestructura antigua sea obsoleta. La primera industria en sentir los efectos es la industria del carbón que está perdiendo su competitividad. Como se menciona en el Capítulo 3, la nueva energía a base carbón es más costosa que la energía solar o eólica, y esto se incrementa a medida que la energía solar y eólica se vuelven más baratas. A mediados de los años 2010 casi la mitad de los empleos de la industria del carbón de los Estados Unidos se esfumaron en sólo cinco años (Fox 2018). Muchos pequeños pueblos han sido construidos en base al carbón, petróleo y gas. La historia económica y social de Estados Unidos lo pone en evidencia. Las huelgas de los trabajadores del carbón son incidentes políticos a pesar de que el sector emplea menos personas de lo que se piensa a menudo (Dannreuther 2017). La industria de carbón local es un actor principal al menos en Australia, Sudáfrica y China. Otros países, como Japón, India y Corea del Sur, han sido grandes importadores de carbón (ITC 2019).

---

63 Y lo que es más la pandemia nos hace darnos cuenta de la importancia de la previsión.

64 Muchos tipos de sorpresas desde distintas direcciones pueden relacionarse con el sector energético (Heinonen et al. 2017c).

La falta de un plan alternativo crea un escenario precario, incluyendo para quienes colaboran con actores energéticos (Trencher et al. 2020). Si aumenta el riesgo causado por el carbono, se podría crear una burbuja de carbono ya que a medida que pasa el tiempo, aumenta el riesgo financiero de invertir en sectores intensivos en carbono. Los activos pueden perderse por completo si los mercados reflejan el perjuicio de las emisiones de dióxido de carbono. Los activos perdidos, así como los portafolios de inversión que pierden su valor, llevarían a pérdidas financieras severas para inversionistas institucionales, tales como los fondos de pensión de propiedad del estado y pequeños inversionistas alrededor del mundo. Existen campañas de concientización. Los estudiantes universitarios están pidiendo que las universidades retiren ciertas inversiones. El Banco Mundial ha cambiado su énfasis de desarrollo e incorpora el riesgo de carbono en el financiamiento de proyectos. El Fondo de Petróleo de Noruega, uno de los fondos más grandes del mundo, ha retirado sus inversiones de algunos sectores intensivos en carbono. Más y más bancos y fondos de inversión buscan oportunidades de inversión bajas en carbono para aliviar el riesgo de mercado y responder a la demanda de los consumidores.

## EL ESTABLISHMENT SE DEFIENDE

Las dimensiones sociales y políticas de la energía son cruciales en los esfuerzos de resolver el desafío climático (Burke & Stephens 2018). Los argumentos económicos son un medio retórico efectivo, tal como lo recuerdan las elecciones políticas recientes. En las elecciones presidenciales de Estados Unidos en el 2016 y 2020, la campaña de Donald Trump se dirigió a los trabajadores de carbón del Medio Oeste de los Estados Unidos y apeló a la nostalgia del sueño americano. El alza de los pasajes del metro desencadenó las protestas públicas en Chile. En Francia, el movimiento de los “chalecos amarillos” protestó contra los incrementos del impuesto al combustible, que consideran favorables para las clases acomodadas. En el 2019, los grandes incendios en la selva del Brasil y los grandes incendios forestales en Australia muestran cómo la política afecta la salud de la ecología. Los movimientos sociales y los emprendedores de las startup actúan con el futuro en mente. Por lo contrario, los líderes tradicionales se ven a sí mismos como los defensores de lo establecido. El “imperio fósil” no cederá sin librar una pelea antes, a pesar de que según el objetivo final de la energía no tenga futuro.<sup>65</sup>

Los líderes transformacionales son visionarios y ven más allá de lo convencional. Después de todo, los senderos de las transformaciones pocas veces se conocen con antelación o claramente. Las acciones pioneras atraerán seguidores a unirse a su causa e incitarán más ideas. Las acciones crean reacciones y surgirán contrapesos. Las disrupciones en la era pos-normal se entretrejen con diversas tensiones. Los valores progresistas y conservadores se confrontan y los sentimientos nacionalistas siguen enfrentándose con el globalismo. Las progresiones generan novedades y alimentan la impredecibilidad. ¡Quién habría pensado que la división política en los Estados Unidos llevaría al país al caos y al mundo al borde de guerras comerciales internacionales de gran escala! Por lo tanto, una transformación puede parecerse a un movimiento de freno y avance o a una serie de olas que van de adelante para atrás.

---

65 Para más información al respecto, consultar Heinonen et al. (2017a; b; e).

La multiplicidad de intereses y factores culturales a veces se deja de lado cuando se analizan las transiciones, quizás porque su interacción no es sencilla y directa. Algunos sectores, estados nación y culturas están más abiertos a la transformación, mientras otros tratan más firmemente de resistirse a los cambios. La revolución energética está llegando, pero también esperamos que sea una revolución justa (Swilling & Annecke 2012). El desafío del cambio climático revela dilemas morales. ¿Qué pensaríamos si, de repente, se instalasen grandes cantidades de energía renovable recurriendo a métodos autoritarios? o, ¿qué pasaría si los inversionistas de las tecnologías de energía renovable dirigieran sus ganancias hacia paraísos fiscales internacionales? Hay razones por las cuales los frutos de la revolución energética deben ser compartidos tan ampliamente como sea posible.

## LOS ESTADOS COMO AGENTE DE CAMBIO

Los estados nación son muchos y diversos: los hay jóvenes y viejos, pequeños y grandes, pobres y ricos. Algunos de ellos son mediterráneos, otros costeros y otros son estados insulares. Algunos son grandes exportadores de energía, mientras que otros dependen de las importaciones para cubrir sus necesidades energéticas. Sin embargo, para muchos de ellos, existe algo en común. Muchos estados ven, tradicionalmente, el planeamiento del sector energético (producción, distribución e infraestructura) desde un punto de vista centralizado. Este enfoque tiene algunas limitaciones.

Existen países cuyas economías dependen fuertemente de un solo producto básico, tal como el petróleo. Cuando el precio del petróleo global fluctúa, todas las economías se ven afectadas, pero especialmente las economías que dependen del petróleo. Pueden enfrentar distintos tipos de desafíos. La maldición de la abundancia de recursos puede hacer que la economía enfrente dificultades. Venezuela gastaba ingentemente cuando el precio del petróleo era alto, pero cayó en la bancarrota cuando colapsó, dando lugar a una catástrofe humanitaria. ¿Casi todo el presupuesto nacional de Nigeria proviene de los ingresos del petróleo y el gas, pero muchos de sus 200 millones de ciudadanos no tienen electricidad! Las economías petroleras incluyen a muchos estados del Medio Oriente y del Asia Central. También existen productores de petróleo más recientes, por ejemplo, en África.

La visión de la energía renovable abre nuevas posibilidades. ¿Qué haría que Rusia, por ejemplo, se interesara en el desarrollo del sistema de energía renovable? Después de todo, tiene una abundante energía eólica y podría verse afectada negativamente por el cambio climático, más aún si se derrite el permafrost de Siberia. Arabia Saudita está buscando incrementar radicalmente su producción de energía solar y diversificar su economía. Algunos países han empezado a invertir su riqueza en construir una economía resistente al carbono. ¿Qué harán otros países y por qué?

## BROTOS DE UNA NUEVA INFRAESTRUCTURA

La geopolítica aporta una perspectiva totalmente nueva a la visión basada en los principios entre pares y a la nueva gran electrificación. En principio, todos los estados nación tienen algunos recursos de energía renovable.

Un portafolio diversificado de fuentes de energía y un sistema de energía distribuido promueven

la autosuficiencia y la seguridad del suministro. En comparación con el sistema energético global del presente, en el futuro un gran número de países se volverán productores y consumidores de electricidad. De hecho, el incremento en la producción de energía renovable podría aliviar las tensiones geopolíticas y crear países de prosumidores (Scholten & Bosman 2016). Los países van a tener que cooperar, por ejemplo, para comerciar electricidad para manejar la producción y consumo de energía renovable. Algunos países comenzarán a producir combustibles sintéticos a partir de energías renovables.

A lo largo del tiempo, el equilibrio de poder puede cambiar. Cuando haya un mayor enfoque en nuevos recursos energéticos y se implementen nuevas tecnologías, las estrategias energéticas existentes tendrán que ser reevaluadas (Vazquez et al. 2018). En el futuro, se sustituirá la producción de combustibles fósiles (York & Bell 2019) y los combustibles sintéticos se producirán donde brille el Sol o donde sople un viento particularmente intenso. Las nuevas infraestructuras de producción se construirán para producir petróleo diésel y gas natural sintéticos, ahí donde la energía renovable sea abundante como en la Patagonia argentina y en el Cuerno de África (Heinonen et al. 2016; Fasihi et al. 2018). El gas natural sintético puede incluso ser enviado a través del océano, como el gas natural. De esta forma, los combustibles sintéticos que son producidos con energía renovable empezarán a competir con sus contrapartes fósiles, y gradualmente las reemplazarán.

## LA SEGURIDAD ELÉCTRICA EN UN MUNDO DIGITAL

Debemos entender anticipadamente una amplia gama de fenómenos. En el siglo pasado, y en la era del petróleo barato, los expertos en defensa se enfocaban en el flujo de petróleo del Medio Oriente y analizaban las amenazas relacionadas. Casi un quinto de todo el petróleo usado diariamente en el mundo pasa por el Estrecho de Ormuz. Se puede aplicar análisis similares y adaptarlos al sistema de energía del futuro. Con previsión, uno puede identificar riesgos futuros y mejorar la resiliencia del sistema de energía renovable. Al hacer esto, la capacidad de recuperarse mejora en caso de interrupciones o incluso catástrofes.

Un sistema de energía renovable suficientemente flexible puede equilibrar los picos y las depresiones de la producción de energía. La producción de energía renovable variable también cambia los mercados de la energía y el comercio energético (Salovaara et al. 2016). Los países temen las fluctuaciones de los precios globales de las materias primas, pero pronto se preocuparán cada vez más por la disponibilidad y precios del litio, cobalto y de los metales denominados tierras raras (ver Bardi 2014). Luego, está la digitalización, que ha transformado prácticamente todos los sectores que ha tocado y ha aportado sus propios principios operativos. Los ataques contra el Internet de la Energía no tendrán como blanco las centrales eléctricas físicas. No existen suficientes fuerzas militares o hackers malévolos para destruir cada central eléctrica solar o cada vehículo eléctrico. Más bien, se enfatiza la lógica de la ciberseguridad.

En el mundo virtual, no se declaran las guerras. Empiezan. En el futuro, los crackers y los terroristas podrían intentar atacar miles de millones de dispositivos eléctricos y al Internet de la Energía. En caso de un ciberataque, un sistema energético descentralizado que depende fuertemente de la energía solar y eólica podría probablemente recuperarse más fácilmente que nuestro sistema de energía

actual. Adicionalmente, los desarrollos tecnológicos están trayendo prácticas más descentralizadas, que pueden diversificar más aún los riesgos. Es bueno recordar que, a pesar de algunas amenazas, el sistema de energía renovable en sí, promueve la seguridad energética, y busca preservar el clima, el medio ambiente y la humanidad. En contraste, el sistema de energía actual genera mucho estrés sobre la ecología, la infraestructura y las futuras generaciones.<sup>66</sup>

## Caminando adormecidos hacia el colapso y la crisis energéticos

Una historia cuenta el caso de una rana que colocan en un recipiente de agua fría. Al inicio la rana disfruta del agua. Cuando se enciende la hornilla y el agua se calienta, la rana no lo nota y se cocina lentamente hasta morir. Esta metáfora es una advertencia de la amenaza del cambio lento.

Un misterio rodea el colapso de la civilización de la Isla de Pascua. A menudo, la causa se atribuye parcialmente a la deforestación. Se argumenta que una razón tenía que ver con la gestión de la tierra y los pastizales comunes. Cuando la vida se hizo difícil en la Isla de Pascua, el resultado fue una isla sin árboles y el colapso de una civilización próspera (Diamond 2006). Cuando todos tenían derecho a los recursos comunes, nadie estaba encargado de que se le diera uso sostenible (Hardin 1968; Ostrom 2000). Ugo Bardi (2018) ha escrito todo un libro acerca de los colapsos. Lo llama el efecto Séneca, según el cual el ritmo del crecimiento es lento pero el colapso ocurre súbitamente.<sup>67</sup>

Las crisis energéticas son eventos imprevistos que comprometen la disponibilidad de la energía. Múltiples factores llevaron a la crisis petrolera internacional de 1973. Las tensiones políticas crecientes en el Medio Oriente ocasionaron que los países árabes cierren sus oleoductos, lo cual causó una escasez internacional de petróleo. Las medidas de ahorro energéticas significaron que las velas y solo algunos alumbrados públicos estuviesen prendidos y que la intensidad de los radiadores fuera reducida en los países fríos. Las crisis energéticas también pueden ser causadas por catástrofes. El ciclón Idai en Mozambique y los huracanes tropicales como Vilma, Irma y Dorian en el Caribe han provocado que naciones enteras pierdan acceso al suministro de energía. A veces se prolongan las crisis energéticas. Sudáfrica, por ejemplo, ha sufrido una crisis eléctrica durante años, y ocasionalmente encuentra soluciones temporales. Ejemplos de desastres energéticos reales son los derrames de petróleo del Exxon Valdez en Alaska (1989) y del Deepwater Horizon en el Golfo de México (2010), así como los accidentes nucleares de Three Mile Island (1979), Chernóbil (1986) y Fukushima (2011). Las crisis energéticas y las catástrofes hacen que los ciudadanos y el sector energético reevalúen su propia relación con la energía.

---

66 Adicionalmente, se sospecha que los efectos secundarios del cambio climático pueden causar malestar social y migraciones.

67 Bardi se refiere al filósofo y autor romano clásico Séneca. Según Séneca, las ciudades se edifican lentamente pero pueden colapsar súbitamente. Ver más información acerca de las ideas de Séneca sobre la relación de la humanidad con la naturaleza y la tecnología en Heinonen (2000).

## EL ACELERADO RITMO DEL CAMBIO

En el futuro, la inteligencia artificial y los tentáculos del Internet de las Cosas que llegará a los lugares más recónditos de la sociedad consumirán grandes cantidades de electricidad. El *big data*, la biología sintética y las nuevas tecnologías ambientales serán de uso generalizado. Considerando las decenas, o quizás centenas de brotes de desarrollo tecnológico (Linturi & Kuusi 2019), se debe prestar atención a su consumo energético desde sus fases más tempranas. Las tecnologías radicales liberan nuevas prácticas, productos y servicios que hacen más fácil la vida cotidiana, pero que también posibilitan muchos efectos secundarios desconocidos. Podemos tener transporte público más eficiente, cuidar mejor nuestra salud y mejorar la calidad del aire, pero también darle oportunidades a los “matones” y alborotadores digitales espontáneos.

La idea del ser humano también está cambiando. La singularidad tecnológica es el momento en el que la inteligencia artificial alcanza la inteligencia humana e incluso la sobrepasa. Ray Kurzweil (2012) anticipa que esto puede pasar alrededor del 2045. La singularidad, la fusión de lo humano y de la máquina, sería una progresión liderada por la tecnología.<sup>68</sup> En las sociedades permeadas por la tecnología, el acceso a la tecnología puede dividirnos. Aquellos que tienen muchísimas tecnologías a su alcance pueden estar mejor posicionados que quienes no las tienen. También existen otras amenazas. Sin controles y contrapesos, es posible que los algoritmos empiecen a manipular la realidad de manera inaudita. En vez de o junto con la singularidad tecnológica, necesitaríamos singularidad humana, un entendimiento profundo de que somos parte de la naturaleza. La singularidad humana ve la tecnología como nuestra extensión, no como el *primus motor*. La singularidad humana implica también una seria reflexión acerca de las múltiples trayectorias futuras para la humanidad en este nexo de humanos, naturaleza y tecnología.

El ecosistema “emprededurista” de Silicon Valley en California dio lugar a la tecnología de la información y a los muchos servicios que disfrutamos hoy. Pronto, la era del pensamiento analógico llegará a su fin, y los bits y electrones digitalizarán la industria energética basada en fósiles y átomos. El sistema de energía renovable, sus principios y los muchos cambios que se relacionan con él son una idea pionera. En una verdadera revolución neo-carbono la electrificación reemplazaría el uso de energía basada en procesos de combustión. Desaparecerían los vehículos con motores de combustión interna y las centrales eléctricas a partir de combustibles fósiles. La lógica descentralizada y los principios entre pares podrían definir nuestras vidas de manera más íntima que antes. **Podríamos empezar a hablar de una nueva lógica, aquella de la revolución industrial entre pares.**

---

68 La tradición transhumanista promueve la adopción de tecnologías futuras para mejorar la calidad de vida y las funciones del cuerpo humano.



## LA ERA DE LA COMBUSTIÓN SE APAGA

Una discontinuidad significa el fin de ciertas cosas y el inicio de algo nuevo. Las discontinuidades son procesos graduales, duraderos y profundos de transformación, interconectados con tendencias, señales débiles y temas completamente nuevos que caracterizan a los sistemas complejos. Con la ayuda de los escenarios, las muchas discontinuidades anticipadas en este libro describen un futuro que se ve muy diferente de hoy. Como explicamos, anticipar el futuro es un reto a causa de la aceleración del cambio y de los desarrollos no lineales en un mundo que es cada vez más complejo.

Las fluctuaciones políticas y los efectos del cambio climático son sólo algunas de las cosas que influyen en los escenarios presentados en el Capítulo 5. Es improbable que la vida sea un lecho de rosas incluso en un futuro libre de emisiones. Aunque resolvamos la crisis ecológica, si enfrentamos la desigual distribución de la riqueza material, y aseguramos una vida de abundancia para todos, otros posibles factores pueden hacer surgir ganadores y perdedores. La sociedad entre pares será, a su propia manera, inestable e impredecible, y el sentido de inseguridad puede seguir sin resolverse. De cualquier forma, a la luz de la historia las transformaciones inimaginables son casi inevitables. Más aún, es posible aprender a vivir con incertidumbres y usarlas para salir adelante bien preparados.

¿Existe alguien que tildaría a la sociedad actual de estable y aburrida? En el futuro, la multiplicidad de posibilidades que abre la tecnología traerá nuevo suspenso, entretenimiento y experiencias a nuestras vidas diarias. Una energía limpia y casi gratuita puede ayudar a profundizar los sentimientos pos-normales. Sin embargo, cuando el nuevo sistema energético esté al fin listo, nos podemos imaginar una nueva era de estabilidad y continuidad. Una vida consciente profundamente ecológica, en la que los miembros de la humanidad en redes actúan como pares y entienden su lugar en el mundo, sería parte del inicio de una pos-humanidad en la cual los seres humanos vivirían mejor y durante más tiempo con abundancia. La revolución industrial entre pares, a su vez, funcionaría con energía renovable y detendría la combustión de fuentes de energía fósiles. Esto sería toda una sorpresa.

### Cartas comodín y cisnes negros

En un mundo de cambio acelerado, el futuro es más incierto, riesgoso y está lleno de sorpresas. En el pensamiento prospectivo, el objetivo no es superar estos factores, sino prepararse a ellos y mejorar la resiliencia frente a los futuros. Crear la habilidad de sobrevivir sin importar qué sorpresas pueda traer el futuro. Los “comodines” se refieren a una serie de eventos sorprendentes y muy poco probables. Nassim Taleb (2008) se refiere prácticamente al mismo tipo de sorpresas con la metáfora de los “cisnes negros” que son eventos no solo poco frecuentes e inesperados, sino que tienen también efectos dramáticos. Las consecuencias del vuelo de los cisnes negros pueden ser positivas o negativas, lo cual quiere decir que el color negro de un cisne significa el grado de sorpresa, no la negatividad.

El mito acerca de la blancura de los cisnes en Europa fue superado en el siglo XVII cuando se descubrió que en Australia también había cisnes negros. Un cisne negro también cuestiona el conocimiento existente y puede cambiarlo para siempre. La capacidad de previsión también incluye la habilidad para descifrar dónde emprenden vuelo los cisnes negros, qué efectos tienen y cómo deberíamos prepararnos para su vuelo. Muestran que el futuro no progresa de una manera lineal y

predecible, sin importar cuanta información tengamos. El verdadero conocimiento prospectivo nace de reconocer las discontinuidades y anticipar posibles “cisnes negros”. Los ejemplos de eventos de este tipo son los ataques terroristas del 2001 en el World Trade Center, la crisis de las hipotecas de alto riesgo en Estados Unidos como preludio de la crisis financiera global del 2008, y la erupción de un volcán en Islandia en el 2010 que causó caos en la industria de la aviación europea.

Se puede deliberar acerca de la posibilidad de estos tipos de eventos en el sector energético. Podemos tratar de prepararnos para los cisnes negros que puedan llegar y sus eventos, mirando más allá de lo evidente. Podemos imaginar el colapso de una superpotencia, la reacción violenta de la tambaleante industria fósil, un motín de robots, un ciberataque contra el Internet de la Energía, el derretimiento del permafrost que libere el metano subterráneo, y un avance en la energía limpia (Heinonen et al. 2017b; c; f). En vista de los escenarios planteados en el libro, ¿existen algunos que serían más resilientes que otros a varios cisnes negros, y por qué?



## PREGUNTAS A CONSIDERAR

- ¿Qué discontinuidades—fenómenos o eventos que parecen desaparecer en el "horizonte pasado"—se te ocurren? ¿Cuáles de ellas han sido sorpresas?
- ¿Cuáles son los factores que explican por qué las cosas están cambiando a un ritmo acelerado?
- ¿Por qué se predice que la muerte de la industria del carbón acaecerá primero? ¿De qué manera esta disrupción será diferente de la desaparición de otros combustibles fósiles tales como el gas natural o el petróleo?
- Piensa en una sorpresa positiva o negativa que es indetectable y que aceleraría la transición hacia el sistema energético renovable.
- ¿Qué tipo de lecciones se han aprendido de la pandemia con respecto a las sorpresas?<sup>69</sup>

---

69 Puede familiarizarse sobre los efectos de la pandemia en un informe con tres escenarios: “Three Futures of the COVID-19 Pandemic in the United States - January 1, 2022: Implications for all of us”. <http://www.millennium-project.org/covid-19/>

## PRINCIPALES FUENTES Y LECTURAS RECOMENDADAS

Bardi, Ugo (2018) *The Seneca Effect – Why Growth is Slow but Ruin is Rapid*. Springer.

Comité para el Futuro (2013) (ed.) *Black Swans – What Will Change the World Next?* Parlamento de Finlandia: Publicaciones del Comité para el Futuro 5/2013. [https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj\\_5+2013.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_5+2013.pdf)

Dannreuther, Roland (2017) *Energy Security*. Polity Press.

Diamond, Jared (2006) *Colapso: por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen*. Debate: Barcelona.

Friedman, Thomas L. (2018) *Gracias por llegar tarde: Cómo la tecnología, la globalización y el cambio climático van a transformar el mundo los próximos años*. Deusto.

GCGET (2019) *A New World: The Geopolitics of the Energy Transformation*. Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) y Comisión Global sobre Geopolítica de la Transformación Energética. <https://www.geopoliticsofrenewables.org/Report>

Goodall, Chris (2018) *The economics of power to fuels*. Carbon Commentary, 23.8.2018. <https://www.carboncommentary.com/blog/2018/8/23/theeconomics-of-power-to-fuels>

Heinonen, S. – Karjalainen, J. – Ruotsalainen, J. & Steinmüller, K. (2017c) *Surprise as the New Normal – Implications for Energy Security*. *European Journal of Futures Research* 5: 12. <https://doi.org/10.1007/s40309-017-0117-5>

Heinonen, S. (2020) *The Pandemic Triggered a Futures Tsunami*. Blog del Centro de Investigación en Futuros de Finlandia, 22.10.2020. <https://ffrc.wordpress.com/2020/10/22/the-pandemic-triggered-a-futures-tsunami/>

Kurzweil, Raymond (2012) *La Singularidad está cerca: Cuando los humanos transcendamos la biología*. Lola Books: Berlín.

Meadows, Donella H. (2008) *Thinking in Systems: A Primer*. Ed. Diana Wright. Sustainability Institute, Chelsea Green.

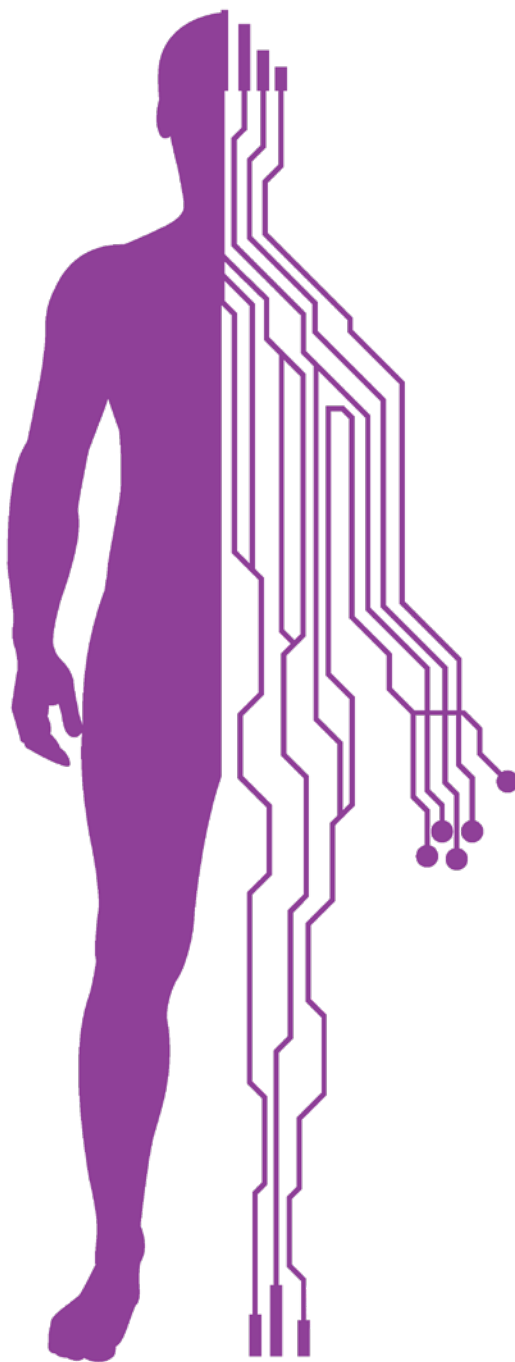
Millennium Project (2020) *Three Futures of the COVID-19 Pandemic in the United States - January 1, 2022: Implications for all of us*. A report by The Millennium Project Covid Scenarios Team. <http://www.millennium-project.org/covid-19/>

Noura, L. (ed.) (2020) *The Regulation and Policy of Latin American Energy Transitions*. Elsevier Science: Ámsterdam, Oxford, Cambridge, Massachusetts.

Scoones, Ian – Leach, Melissa & Newell, Peter (eds.) (2015) *The Politics of Green Transformations*, Routledge: Londres & Nueva York.

Taleb, Nassim Nicholas (2008) *El cisne negro: el impacto de lo altamente improbable*. Ediciones Paidós Ibérica.





En el futuro, la humanidad y las máquinas  
producirán y consumirán energía sin emisiones.

# 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este libro se ha concentrado en los principios de la electrificación y la neocarbonización, y ha reflexionado sobre la transformación que puede acarrear un sistema energético renovable. El nacimiento de un sistema de energía renovable y la electrificación integral de la sociedad se apoyan en modelos emergentes entre pares. La contradicción entre la lógica jerárquica y la lógica en red se desactivará cuando se fortalezca la lógica entre pares, y cuando los modelos que existen a nivel de las bases se usen cotidianamente. Se necesitan acciones para respaldar los modelos entre pares y hacer avanzar la revolución energética. Esto puede ayudar a crear el sistema energético del futuro, tal como lo ejemplifican innumerables plataformas digitales para compartir. Adicionalmente, se necesitará nuevas prácticas innovadoras y responsables, y liderazgo visionario para llevarnos a la sociedad entre pares. El futuro de la energía renovable será descentralizado cuando florezcan las actividades de las bases.



**“La mejor manera de predecir el futuro  
es creándolo.”**

PETER DRUCKER

## LA COLUMNA VERTEBRAL TECNOLÓGICA DE LA ENERGÍA RENOVABLE

Eventos extremos a menudo nos hace pensar en alternativas. **Crear un sistema energético neo-carbono electrificado que alimenta una sociedad entre pares equivale a erigir un nuevo paradigma tecno-económico.** Este tipo de sistema energético futuro también apoyaría y crearía nuevos modelos colaborativos y prácticas sociales, y cambiaría la forma en que las personas se relacionan con la energía. El sistema energético renovable puede electrificar al mundo y usar las emocionantes oportunidades que ofrece el enfoque neo-carbono. En consecuencia, se detendrían muchas de nuestras prácticas energéticas no sostenibles. El nuevo sistema energético, basado en fuentes de energía renovables, maximizaría el potencial del Sol y el viento prácticamente inexplorado. Las personas vivirían sus vidas usando el Internet de la Energía en medio de una abundancia de energía libre de emisiones. Los principios de la economía compartida y circular también crean interesantes oportunidades de negocio. La transformación incluiría nuevos servicios inteligentes de energía, movilidad eléctrica, soluciones de almacenamiento de energía y mucho más, incluso para satisfacer necesidades industriales. A largo plazo, los cambios conducirían a la eliminación total del uso de combustibles fósiles.

## LOS CAMINOS HACIA UN FUTURO LIBRE DE EMISIONES

No se puede construir una visión de forma dictatorial. Se debe atraer a la gente de distintos contextos y entornos que tienen distintas visiones del mundo. Los cuatro escenarios presentados en este libro muestran cómo la transformación hacia un sistema de energía renovable se entrelaza con los principios entre pares y las preocupaciones ecológicas de muchas maneras distintas. Las transformaciones pueden ser híper locales y profundamente globales, incluso cuando las premisas tecnológicas son las mismas. Todas las sociedades tienen preocupaciones únicas. Por lo tanto, parece probable que la revolución energética asumiría distintas formas alrededor del mundo. Quienes toman decisiones tienen que prepararse para atravesar múltiples transformaciones simultáneas e incluso competitivas (ver también Scoones et al. 2015).

A nuestro juicio, la combinación inicial de apertura, actividades a nivel de las bases y principios entre pares es la manera más responsable y segura de promover la visión de energía renovable descrita en el Capítulo 2 y que tratamos en el libro. Una razón es que compartir información de forma activa y abierta y la experimentación crean conciencia. Los ciudadanos tienen derecho de criticar, aprender, participar y probar antes aceptar cualquier promesa abstracta. En cualquier caso, muchos actores presentes tienen que participar y se necesita abrir espacio para actores totalmente nuevos – para iniciar la transformación de la era pos-fósil. No existe atajo hacia el paraíso energético.

Los pioneros hacen que posible alcanzar una visión, mientras que trabajar entre pares aumenta la emoción de experimentar con principios novedosos. La visión puede ganar impulso cuando se comparten el conocimiento y las experiencias. Se abren oportunidades para las organizaciones no gubernamentales y grupos de interés, y pueden crearse grupos totalmente nuevos. Sus esfuerzos pueden incrementar la aceptabilidad de la visión y enfocarse en los aspectos éticos y la transparencia de las decisiones relacionadas. Un beneficio crucial de elaborar una visión ambiciosa es que podemos



entender mejor las fuentes y tecnologías de la energía renovables, y de las oportunidades que surgen de esta transformación. Para hacer progresar la visión también es necesario poder anticipar el cambio.


## APOYAR LAS TRANSFORMACIONES Y LOS ENFOQUES ENTRE PARES

Los nuevos valores, estilos de vida y prácticas, y sus combinaciones sorprendentes son signos que indican una transformación. Guiar a los ciudadanos, a las empresas y a otros actores entusiastas hacia prácticas en red puede acelerar la transformación energética. Los principios entre pares ya son dominantes en la sociedad civil, en la tecnología, y se están expandiendo al sector privado, pero el sector energético está al comienzo de su camino. Los nuevos principios darán forma a cómo se entiende la energía y también influenciarán otros campos tales como el transporte, la construcción y la comida. A menos que los actores del sector privado y público anticipen el futuro de forma abierta hoy y evalúen sus propias actividades, el mundo futuro de la energía podría tomarlos por sorpresa.

La anticipación trata de identificar transformaciones, pero la práctica se queda corta si no va acompañada de interpretaciones y conclusiones. En el sector energético, la transformación se muestra en visiones, estrategias y planes. Es posible apuntalar la lógica entre pares para adaptarla a niveles

locales, regionales y nacionales. Ciudadanos que comparten y almacenan energía, empresas *startup* con sus innovaciones radicales, colaboraciones intersectoriales y cambios en el mercado marcan el inicio de este camino.

Las disrupciones en el trabajo y la economía están remeciendo el statu quo mientras que las disrupciones tecnológicas tales como la inteligencia artificial, los autos eléctricos y los vehículos auto-conducidos aportan nuevos servicios y estilos de vida. ¿Cómo es que las tecnologías emergentes satisfarán las exigencias del medioambiente respetando los principios entre pares? Es fundamental entenderlo para repensar cualquier actividad de negocios.



*"El problema más grande que enfrenta la humanidad debería formar parte del corazón de la formulación de políticas."*

MARI PANTSAR

*Directora de Economía Circular  
Neutra en Carbono en Sitra, Fondo  
de Innovación de Finlandia*

## PIONEROS QUE ALCANZAN LA CRESTA DE LA OLA

El prosumerismo, los principios entre pares y el Internet de la Energía buscan hacer que estas acciones tengan cada vez más sentido. Dado lo diferentes que son nuestras sociedades, transitar hacia una sociedad entre pares plantea un desafío. De hecho, las transformaciones descritas no suceden por sí solas. Muchos ya están dando cotidianamente la batalla por el cambio climático, pero los ciudadanos van a necesitar ayuda para que esta visión se concrete. Más específicamente, un

entorno y una cultura favorables alientan a los ciudadanos a actuar. Incluso pueden buscar maneras de crear un futuro completamente nuevo, si tienen el espacio y las herramientas necesarios. En este esfuerzo, las corporaciones de la energía pueden ayudar. Tendremos que ver si se permite que los ciudadanos asuman el liderazgo, si las empresas y los políticos dictan el rumbo a tomar, o si será la tecnología la que trace el camino hacia adelante. Adicionalmente, ¿quién tratará de intervenir, en qué punto y sobre qué base?

Los pioneros son exploradores decididos que buscan nuevas oportunidades. Los pioneros de la nueva gran electrificación son muchos. La energía renovable es promovida por activistas, empresas, funcionarios públicos, artistas y muchos ciudadanos ordinarios. Ya están haciendo uso del pensamiento creativo, social y ecológico con futuros alternativos en mente. Están listos para labrar el camino hacia nuevas prácticas y usar nuevas tecnologías e innovaciones para crear sociedades futuras a prueba de clima. La conciencia precede los esfuerzos de construir un nuevo sistema energético para la humanidad. Ya que lo virtual y lo físico se combinan en las sociedades futuras, analizar alternativas sigue siendo una tarea crítica.

Las semillas de las transformaciones por venir están en todos lados. A veces, iniciativas y experimentos aparentemente pequeños pueden volverse precursores para sus sucesores. Una gran cantidad de nuevas ideas surgen en los barrios, centros de trabajo o como proyectos científicos piloto. Tanto los éxitos como las fallas crean nuevas historias y debates de las cuales se debe aprender. Se necesita desarrollar aún más las ideas más prometedoras entre pares y adaptarlas a la medida.<sup>70</sup> Una manera de hacer avanzar el futuro sistema energético es colisionar a actores de múltiples campos. Sólo se necesita un par de pioneros para encender la chispa de la transformación, pero una sola persona no puede escribir una saga heroica. Los pioneros necesitan ayuda sistemática. De esta forma, la pasión y la mentalidad de los pioneros se puede maximizar con el espíritu del liderazgo visionario.

## **ESTAMOS APURADOS, PERO NO DEBERÍAMOS APRESURARNOS SIN TENER UN OBJETIVO**

Las iniciativas pioneras son los esfuerzos tempranos para responder a la enorme brecha entre la visión y la práctica actual. A pesar de muchas promesas para luchar contra el cambio climático, las ideas acerca de lo que podría ocurrir en el futuro a menudo no son muy radicales. Si se siguieran los planes actuales, los sistemas eléctricos casi no se transformarían, o sólo muy lentamente. ¡Sabemos que transformar el sistema energético toma tiempo, así que para hacer de la visión una realidad tenemos que empezar ahora! La misión de cualquier visión se define por la magnitud de los cambios propuestos. Al mismo tiempo, debemos recordar que los cambios súbitos atemorizan a la población. El sentido de urgencia y premura no debería generar un movimiento de avances y retrocesos.

---

70 Todos los países tienen sus propias características. Algunos son tecnológicamente avanzados y otros no lo son. Algunos países tienen inviernos fríos y cuatro estaciones, mientras que en muchos países cálidos la vida está marcada por las estaciones secas y lluviosas. En la colaboración del sector energético internacional, puede ser difícil comprender circunstancias que difieren de las nuestras y las prácticas que derivan de estas circunstancias.

Deberíamos buscar prospectiva y cambio guiado por metas, de manera tranquila y a la vez decidida.

Entonces la pregunta para cualquier encargado de tomar decisiones sigue siendo si es posible estimular estos avances sin apurarse. Existen muchos medios disponibles. Necesitamos escoger los más adecuados. Las prácticas que se centran en los ciudadanos son importantes para promover la energía eólica que tiende a crear más sospechas y críticas que otras formas de energía. En algunos países, los consumidores reciben apoyo financiero para instalar fuentes de energía solar. Si los autos eléctricos estuviesen libres de impuestos y se ampliase la infraestructura de recarga, el parque vehicular podría electrificarse mucho más rápido. En muchas naciones, los ciudadanos estarían interesados en soluciones energéticas alternativas, pero no cuentan con los actores innovadores que ofrecen estos servicios.

Será muy interesante observar cómo se promueven los principios entre pares. Si aprendemos de los países precursores, veremos cómo las nuevas habilidades han creado servicios fluidos y han cambiado las percepciones de los consumidores de forma fundamental. Se han acelerado nuevas inversiones a través del financiamiento colaborativo y de fondos concursables que operan nacional e internacionalmente. ¿Cómo usar estas lecciones y qué más necesitamos aprender?

También podemos aprender las lecciones de muchos programas no exitosos de apoyo a las tecnologías energéticas. El optimismo ciego, olvidarse de los usuarios, un excesivo control gubernamental y un enfoque puramente tecnológico han sido recetas para el fracaso (Lauttamäki 2018). Se puede usar medidas de políticas suaves y estrictas, y combinarlas puede tener mejor efecto para promover la transformación que se busca. Las leyes obsoletas pueden reemplazarse por nuevas normas. Los incentivos financieros y la tributación pueden cambiarse, y se puede alentar a los ciudadanos a familiarizarse con nuevas prácticas. Mientras más radicales sean las medidas propuestas, más diálogo se necesitará para conseguir su aprobación. Si florece una perspectiva liderada por los ciudadanos, los ciudadanos tomarán la conducción para diseñar el futuro energético que desean.

## **ES HORA DE MODERNIZAR LOS PLANES NACIONALES**

Los debates políticos permiten a muchos actores expresar sus intereses. Los líderes y los políticos tienen la oportunidad de mostrarse como expertos en estos asuntos emergentes. Se necesita determinar objetivos de manera firme, redireccionar la inversión y un liderazgo visionario para apoyar al sistema energético futuro. La energía es un tema prospectivo urgente para los gobiernos en todos los países. Las elecciones otorgan una voz a los ciudadanos y los resultados proporcionan a los gobiernos un mandato para actuar sobre la energía, el clima y las políticas relacionadas. La política también da forma a las políticas. Adicionalmente, los funcionarios públicos pueden anticipar y observar una escala temporal más larga que un período electoral, a medida que múltiples transformaciones interconectadas crean una disrupción en el sector energético. La visión también puede promover oportunidades de colaboración regional.

Las estrategias energéticas y climáticas nacionales usualmente se concentran en la producción de energía. También podemos determinar objetivos para incrementar la cantidad de autos eléctricos, desarrollar los mercados eléctricos, mejorar la flexibilidad de la oferta y demanda eléctricas y la

eficiencia energética a nivel del sistema. Sin embargo, de muchas maneras la transformación se trata también de poner nuevas ideas en práctica. Nuevas estrategias energéticas pueden aportar las ventajas de un enfoque descentralizado y los principios entre pares. La visión del Internet de la Energía y la significancia de los datos pueden ser aceptados como ingredientes del futuro sistema energético. Las políticas públicas pueden ser aprovechadas para apoyar estos desarrollos transformativos (ver también Schot & Steinmüller 2018).<sup>71</sup> Además de estas medidas, los procesos de producción de conocimiento y de prospectiva ayudan a mantener visiones actualizadas, mientras que las hojas de ruta y los planes de acción ayudan a concretar las ideas.

En el pasado, los actores del sector energético carecían de datos para hacer que su relación con los clientes fuese verdaderamente interactiva. En las visiones de una nueva energía, el consumidor aparece bajo una nueva luz. La visión presentada en este libro hace un llamado a un nuevo conocimiento y pericia para incrementar la creatividad y productividad en los negocios y en la sociedad civil. Muchos pioneros innovadores ya ocupan un lugar en el sector energético. Se están abriendo nuevas oportunidades en una gama de campos desde los componentes de autos eléctricos hasta la nueva tecnología de carga, así como también en software y servicios relacionados. La electrónica para la eficiencia, automatización y los sistemas operativos inteligentes pueden convertirse en mercados crecientes. Adicionalmente, los cambios en el sector energético van a expandirse a otros sectores.

## SUMERJÁMONOS EN EL FUTURO DESDE AHORA

Tenemos que hacer preguntas profundas sobre cómo entendemos nuestros sistemas energéticos, los temas emergentes dan forma a los prospectos del futuro, desafían verdades pasadas y las suposiciones acerca de los escenarios energéticos. La energía renovable ya ha empezado a influir en los mercados de electricidad y energía, pero todavía no conocemos todos los efectos de la transformación. La gran electrificación y la neo-carbonización podrían alterar fundamentalmente nuestra manera de concebir la energía. En el 2050, el uso de combustibles fósiles podría ser prohibido o estar rigurosamente regulado. El nuevo paisaje del mercado y el riesgo político podrían hacer que su uso no sea en absoluto rentable. La posible evolución que se ha presentado afecta el planeamiento, las políticas e incluso los esfuerzos de modelamiento de energía. ¿Estamos listo para una revolución de energía entre pares? Podemos esperar un animado debate al respecto.

El pensamiento en escenarios y el trabajo visionario ayudan a dibujar futuros alternativos. Una mente abierta apoya el aprendizaje continuo y colectivo. Si no se contemplan los futuros alternativos, podríamos dejar de considerar alternativas importantes y estratégicas. **Los escenarios son una manera segura de poner a prueba distintos caminos de desarrollo para acumular experiencia y practicar sin perder de vista el futuro.** Con estas actividades, podemos obtener conocimientos acerca de relaciones emergentes de causa-efecto, nuevas conclusiones y ponernos de acuerdo acerca de los desarrollos futuros. La práctica del pensamiento anticipatorio debe incluirse sistemáticamente en el planeamiento y la toma de decisiones a todo nivel, a la vez que se invita a todas las partes a

---

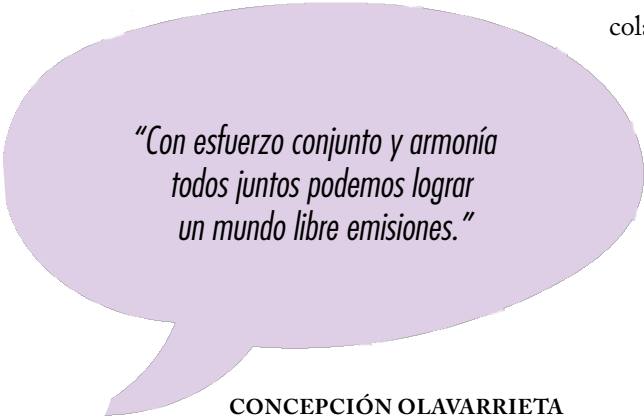
71 Después de todo, la innovación en sí se está moviendo hacia la sostenibilidad y la inclusividad, tal como lo muestra la búsqueda de soluciones para enfrentar desafíos globales.

unirse abiertamente a la discusión. ¡De hecho, la capacidad de anticipar es útil para quien quiera incrementar su conocimiento sobre los futuros posibles y usarlo para mejorar su trabajo estratégico!

Para contar con un sistema energético de cero emisiones para el 2050, el diseño y el financiamiento tienen que empezar ahora, y su construcción tan pronto como sea posible. Mientras más esperemos, más difícil será frenar el cambio climático. Por ello, lo que hagamos ahora es tan importante ya que los próximos 10 o 20 años que definirán en gran medida cómo se mitigará el cambio climático. Invertir en la transformación imaginada es una enorme oportunidad financiera, tanto ahora como en las décadas por venir. Las inversiones y obligaciones de largo plazo también son importantes ya que sin ellas es difícil alcanzar el futuro que preferimos. Es poco probable que todos los pasos que tomemos a partir de ahora nos lleven siempre hacia adelante y ninguno nos haga retroceder, ya que la incertidumbre erosiona los caminos prometedores que se labran en el encuentro con lo nuevo.

## LA ACCIÓN NOS LLEVA AL FUTURO

En este libro hemos descrito una visión del futuro, cuatro escenarios diferentes que nos llevan hacia dicho destino, y hemos explorado las pre-condiciones para esta transformación. Hemos analizado los principios de una nueva gran electrificación y de la neo-carbonización, a la luz de los conceptos y del lenguaje usados en el campo de las transiciones energéticas. El sistema de energía renovable y el Internet de la Energía constituyen la columna vertebral tecnológica. Los principios entre pares pueden ser considerados como un nuevo tipo de organización social y describen la dirección de la transformación a largo plazo. Es interesante señalar que el apoyo a las fuentes de energía renovable cimienta estos principios. En una sociedad entre pares, las personas se organizan y producen energía de forma espontánea y colaborativa. Anticipamos que los factores económicos, tecnológicos y culturales difundirán la colaboración y la producción entre pares, según nuestra perspectiva de análisis del sistema actual y cómo podría ser el sistema futuro.



*“Con esfuerzo conjunto y armonía todos juntos podemos lograr un mundo libre emisiones.”*

**CONCEPCIÓN OLAVARRIETA**

*Presidenta del Nodo Mexicano del Proyecto del Milenio (Millennium Project)*

Nuestro objetivo también ha sido promover el debate acerca de las precondiciones de la transformación venidera. Una conversación activa es parte esencial de cualquier transformación, porque sin ella, no entendemos hacia donde nos estamos dirigiendo. Fijamos nuestras actitudes y valores según la tecnología. Esto también es profundamente cierto en el sector energético. Por lo tanto, tenemos el tipo de futuro que merecemos.

Tenemos el sistema energético que merecemos. Además de los pioneros, necesitamos liderazgo visionario que dirigirá nuestros ojos al horizonte del futuro lejano, para comprender la naturaleza sistémica del mundo y la interconexión. Simultáneamente, estos líderes visionarios abren el camino con su propio ejemplo

hacia un mundo nuevo y mejor (Hoyle 2006).

Las soluciones energéticas del futuro emergen por una parte de los cambios en la sociedad y por otra parte del desarrollo tecnológico. Por esto el sistema de energía futuro difiere de cualquier modelo pasado y tampoco se asemeja a los que lo sucedieron. Una senda hacia la electrificación que propone una revolución energética neo-carbono cuestiona las prácticas establecidas. La visión entre pares presentada es una proclamación de creatividad, tecnología y nuevos estilos de vida. Cuando podamos imaginar qué está detrás del horizonte de futuros visibles, nuestras mentes serán liberadas respecto de lo que es posible. Si pensamos aún más allá, por ejemplo, posteriormente de los siguientes 100 años, podemos imaginarnos futuros energéticos bastante inusuales.

En general, nos preocupa la transformación de la sociedad global en una civilización ecológica que encuentre equilibrio entre el bienestar de la humanidad y la biósfera. Dennis Meadows (2016), uno de los autores de *Los Límites del Crecimiento*, la publicación original del Club de Roma, hace un llamado a la educación en sistemas como pre-condición para el sorprendente objetivo de transformar nuestra civilización. La pelota de la energía está ahora en nuestro campo de juego, y el lugar a donde decidamos lanzarla decidirá del futuro de este planeta. Con una educación sistémica en prospectiva y la aceptación del cambio climático, entenderemos a los seres humanos como parte de la naturaleza, a la energía como parte de la sociedad, así como la interconexión de todo.

Sólo una cosa parece certera, y es la urgencia de actuar. Por consiguiente, el Club de Roma propone un Plan de Emergencia Climática en su nuevo programa. Dentro de un par de generaciones, el mundo en conjunto será diferente del actual de muchas formas. Por el momento, los pasos que podrían prevenir los problemas han sido muy lentos. Los informes más recientes alertan sobre la aceleración del cambio climático y sobre las amenazas que plantea de forma más intensa que nunca. El futuro común como sociedades entre pares combina humanidad, naturaleza y tecnología, mientras hace posible una vida que sea segura y significativa. **Invitamos a todos a desarrollar y diseminar esta narrativa y usarla para tomar acción.**

Los enfoques neo-carbono y bajos en carbono comparten una agenda ya que ambos buscan construir una sociedad que pueda seguir funcionando dentro de los límites establecidos por el cambio climático y los límites planetarios.

## PREGUNTAS A CONSIDERAR



- ¿Qué tipos de acciones políticas promoverían mejor la producción entre pares en el sector de la energía y la transición hacia un sistema de energía renovable? ¿Qué tendría que cambiar en el entorno actual de políticas?
- ¿En qué aspectos tu país podría actuar como pionero? ¿Cómo, exactamente?
- ¿Cómo puede una gama de actores promover el sistema de energía renovable y el Internet de la Energía a escala internacional?
- Las visiones olvidan a menudo que el cambio ocurre gradualmente. ¿Cómo podemos promover de forma decidida objetivos de largo plazo, cuando el mundo alrededor nuestro cambia constantemente?
- ¿Cómo notamos que una nueva fase de desarrollo societal está en proceso, y cómo podemos participar en darle forma al futuro?

## PRINCIPALES FUENTES Y LECTURAS RECOMENDADAS

Club de Roma (2020) Planetary Emergency 2.0: Securing a new deal for people, nature and climate. Club de Roma & Potsdam Institute for Climate Impact Research. [https://club-ofrome.org/wp-content/uploads/2020/09/COR-PEP\\_Sep2020\\_A4\\_16pp-v2.pdf](https://club-ofrome.org/wp-content/uploads/2020/09/COR-PEP_Sep2020_A4_16pp-v2.pdf)

Dryzek, John S. (2010) Foundations and frontiers of deliberative governance. Oxford University Press, Oxford.

Fuerth, Leon S. & Faber, Evan M.H. (2012) Anticipatory governance. Practical upgrades. Project on Forward Engagement. [http://www.gwu.edu/~igis/assets/docs/working\\_papers/Anticipatory\\_Governance\\_Practical\\_Upgrades.pdf](http://www.gwu.edu/~igis/assets/docs/working_papers/Anticipatory_Governance_Practical_Upgrades.pdf)

Heinonen, Sirkka et al. (2017e) Final Neo-Carbon Energy Countdown – Ready for Renewables. FFRC eBOOK 11/2017. Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC), Universidad de Turku. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019052116257>

Hoyle, John R. (2006) Leadership and Future-Making. Making Visions Happen. Corwin Press. Thousand Oaks, California.

Meadows, Dennis (2016) Why Didn't We

Learn? Will We? Presentación en la Conferencia del Club de Roma, Berlín, 11.11.2016, 26 ppt. <https://www.slideshare.net/AndreasHuber14/dennismeadows-69500256>

ONU. Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. Objetivos de desarrollo sostenible: Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainable-development/es/energy/>

Ostrom, Elinor (2000) El gobierno de los bienes comunes la evolución de las instituciones de acción colectiva. México: Fondo de Cultura Económica; Cuernavaca: UNAM, CRIM; Instituto de Investigaciones Sociales.

Poli, Roberto & Valerio, Marco (eds.) (2019) Anticipation, Agency and Complexity. Anticipation Science 4, Springer, Cham.

Schot, Johan & Steinmüller, W. Edward (2018) Three Frames for Innovation Policy: R&D, Systems of Innovation and Transformative Change. Research Policy 47: 9, 1554–1567. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.011>

Secretan, Lance (2006) One. The Art and Practice of Conscious Leadership. Caledon, Ontario, Canadá.

# REFERENCIAS

- Proyecto Energía Neo-Carbono: Hallazgos claves. <https://urly.fi/WDs>
- Proyecto Energía Neo-Carbono: Internet de la Energía. Universidad Tecnológica de Lappeenranta (LUT). <http://www.neocarbonenergy.fi/internetofenergy/#>
- AfDB – ADB – EBRD – BID (2018) *The Future of Work: Regional Perspectives*. Banco Africano de Desarrollo, Banco Asiático de Desarrollo, Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo, Banco Interamericano de Desarrollo. Washington D.C. <https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Publications/The-Future-of-Work-regional-perspectives.pdf>
- Agora Energiewende (2014) *Comparing the Cost of Low-Carbon Technologies: What Is the Cheapest Option? An Analysis of New Wind, Solar, Nuclear and CCS Based on Current Support Schemes in the UK and Germany*. Berlín. [http://www.prognos.com/uploads/tx\\_atwpubdb/140417\\_Prognos\\_Agora\\_Analysis\\_Decarbonisationtechnologies\\_EN\\_01.pdf](http://www.prognos.com/uploads/tx_atwpubdb/140417_Prognos_Agora_Analysis_Decarbonisationtechnologies_EN_01.pdf)
- AIE (2015a) *Energy and Climate Change – World Energy Outlook Special Report*. Agencia Internacional de la Energía (AIE/IEA): París. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>
- AIE (2015b) *Re-powering markets*. Agencia Internacional de la Energía (AIE/IEA): París. <https://webstore.iea.org/repowering-Markets>
- AIE (2018) *Key World Energy Statistics 2018*. Agencia Internacional de la Energía (AIE/IEA): París. [https://webstore.iea.org/download/direct/2291?fileName=Key\\_World\\_2018.pdf](https://webstore.iea.org/download/direct/2291?fileName=Key_World_2018.pdf)
- Alizon, Fabrice – Shooter, Steven B. & Timothy W. Simpson (2009) Henry Ford and the Model T: lessons for product platforming and mass customization. *Design Studies* 30: 5, 588–605. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2009.03.003>
- Alvaredo, F. – Chancel, L. – Piketty, T. – Saez, E. & Zucman, G. (2018) *Informe sobre la Desigualdad Global 2018: Resumen ejecutivo*. World Inequality Lab. <https://wir2018.wid.world/files/download/wir2018-summary-spanish.pdf>
- Amara, Roy (1981) *The Futures Field. Searching for Definitions and Boundaries*. *The Futurist* 15(1), 25–29.
- Andrae, Anders S. G. (2017) *Total Consumer Power Consumption Forecast*. Conference: Nordic Digital Business Summit, Helsinki, 5.10.2017. [https://www.researchgate.net/publication/320225452\\_Total\\_Consumer\\_Power\\_Consumption\\_Forecast](https://www.researchgate.net/publication/320225452_Total_Consumer_Power_Consumption_Forecast)
- Apajalahti, Eeva-Lotta (2018) *Large energy companies in transition – From gatekeepers to bridge builders*. Universidad Aalto: Tesis doctorales 112/2018. <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/31613>
- Atlas de Justicia Ambiental (2018) *Lake Turkana Project in Indigenous Territories, Kenya*. Atlas de Justicia Ambiental. <https://ejatlas.org/country/kenya?translate=es>
- Barbosa, Larissa de Souza Noel Simas – Bogdanov, Dmitrii – Vainikka, Pasi & Breyer, Christian (2017) Hydro, wind and solar power as a base for a 100% renewable energy supply for South and Central America, *PLoS ONE* 12(3): e0173820, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173820>
- Bardi, Ugo (2018) *The Seneca Effect – Why Growth is Slow but Ruin is Rapid*. Springer.
- Bardi, Ugo (2014) *Extracted: How the Quest for Mineral Wealth is Plundering the Planet*. Chelsea Green Publishing.
- Bauwens, Michel (2005) *The political economy of peer production*. *CTheory J*. <http://www.ctheory.net/articles.aspx?id=499> (21.9.2016)
- Bauwens, Michel (2007) *The Peer To Peer Manifesto: The Emergence of P2P Civilization and Political Economy*. *Master New Media* 3.11.2017. [http://www.masternewmedia.org/news/2007/11/03/the\\_peer\\_to\\_peer\\_manifesto.htm](http://www.masternewmedia.org/news/2007/11/03/the_peer_to_peer_manifesto.htm)
- Benkler, Yochai (2002) *Coase's Penguin, or Linux and the Nature of the Firm*. *The Yale Law Journal* 112(3): 429. <http://www.yale.edu/yalelj/112/BenklerWEB.pdf>



- Benkler, Yochai (2015) *La riqueza de las redes: Cómo la producción social transforma los mercados y la libertad*. Barcelona: Icaria.
- Benkler, Yochai (2017) Peer production, the commons, and the future of the firm, *Strat. Org.* 15(2), 264–274. <https://doi.org/10.1177/1476127016652606>
- Benyus, Janine M. (2012) *Biomimesis: Innovaciones inspiradas por la naturaleza*. Tusquets Editores S.A.
- Biggs, C. (2016) A resource-based view of opportunities to transform Australia's electricity sector, *Journal of Cleaner Production* 123, 203–217. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.006>
- Bloomberg (2016) Chile Has So Much Solar Energy It's Giving It Away for Free. (eds.) Vanessa Dezem & Javiera Quiroga. Bloomberg 1.6.2018. <http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-06-01/chilehas-so-much-solarenergy-it-s-giving-it-away-for-free>
- BNEF (2019) Clean Energy Investment Exceeded \$300 Billion Once Again in 2018. Bloomberg New Energy Finance. 16.1.2019. <https://about.bnef.com/blog/clean-energy-investment-exceeded-300-billion-2018/>
- Boucher, Martin (2015) Decentralized Energy: Prospects, Justice, and Transition. *Energy Research & Social Science* 11, 288–293. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.10.006>
- Breyer, Christian – Heinonen, Sirkka & Ruotsalainen, Juho (2017a) New Consciousness: A societal and energetic vision for rebalancing humankind within the limits of planet Earth. *Technological Forecasting and Social Change* 114:7–15 <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.029>
- Breyer, Christian et al. (2017b) On the role of solar photovoltaics in global energy transition scenarios. *Progress in Photovoltaics Research and Applications* 25 (8): 727–745. <https://doi.org/10.1002/pip.2885>
- Brown, T. W. – Bischof-Niemz, Tobias – Blok, Kornelis – Breyer, Christian & Mathiesen, Brian Vad (2018) Response to 'Burden of proof: A comprehensive review of the feasibility of 100% renewable-electricity systems'. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 92: 834–847. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.113>
- Burke, Matthew J. – Stephens, Jennie C. (2018) Political power and renewable energy futures: A critical review. *Energy Research & Social Science* 35: 78–93. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.018>
- Castells, M. (1999) *La Era de la Información. Vol. I: La Sociedad Red*. Siglo XXI Editores.
- Child, M. et al. (2018) Sustainability Guardrails for Energy Scenarios of the Global Energy Transition. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 91: 321–334. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.079>
- Christensen, C. M. (1999) *El dilema de los innovadores: Cuando las nuevas tecnologías pueden hacer fracasar a las grandes empresas*. Ediciones Granica, S.A.
- Club de Roma (2020) *Planetary Emergency 2.0: Securing a new deal for people, nature and climate*. Club de Roma & Potsdam Institute for Climate Impact Research. [https://clubofrome.org/wp-content/uploads/2020/09/COR-PEP\\_Sep2020\\_A4\\_16pp-v2.pdf](https://clubofrome.org/wp-content/uploads/2020/09/COR-PEP_Sep2020_A4_16pp-v2.pdf)
- Cordeiro, José (2016) The Future of the Future: Technological Singularity, 17.6.2016, Global Innovation Day. <https://es.slideshare.net/innobasque/the-future-of-the-future-the-technological-singularity>
- Dannreuther, Roland (2017) *Energy Security*. Polity Press.
- Dastbaz, Mohammad – Pattinson, Colin & Akhgar, Babak (2015) (ed.) *Green Information Technology: A Sustainable Approach*. Morgan Kaufmann: Waltham, MA.
- Davidsson, S. & Höök, M (2016) Material requirements and availability for multi-terawatt deployment of photovoltaics, *Energy Policy* 108: 574–582 <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.06.028>
- DW (2018) Is the IEA underestimating renewables? *Deutsche Welle*, 26.3.2018. <https://www.dw.com/en/is-the-iea-underestimatingrenewables/a-43137071>
- Diamond, Jared (2006) *Colapso: por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen*. Debate: Barcelona.
- van Dijk, Jan (2012) *The Network Society*. 3rd edition. Sage Publications, Londres.
- Dinerstein, E. et al. (2019) A Global Deal For Nature: Guiding principles, milestones, and targets. *Science Advances* 5: 4. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaw2869>
- Euroobserver (2020) *Latest Renewable Energy Sources barometers*. <https://www.eurobserv-er.org/>
- Fasihi, Mahdi – Bogdanov, Dmitrii & Breyer, Christian (2018) *Techno-Economic Assessment of Power-to-Liquids (PtL) Fuels Production and Global Trading*

Based on Hybrid PV-Wind Power Plants. *Energy Procedia* 99: 243–268. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.10.115>

Fattah, H.M. (2002) P2P: How Peer-to-Peer Technology is Revolutionizing the Way We Do Business. Chicago: Dearborn Trade Publishing, a Kaplan Professional Company.

Ferguson, Niall (2018) La plaza y la torre: Redes y poder: de los masones a Facebook. *Debate*.

Forbes (2018) How A Startup Plans To Make Edible Protein From Air And Electricity. *Forbes*, 26.11.2018. <https://www.forbes.com/sites/lanabandoim/2018/11/26/how-a-startupplans-to-make-edible-protein-from-air-andelectricity/>

Fox, Justin (2018) The Great Coal Mining Jobs Boom Has Been Postponed. *Bloomberg*, 2.2.2018. <https://www.bloomberg.com/view/articles/2018-02-02/the-great-coal-mining-jobs-boom-has-been-postponed>

Fox, S. (2014) Third Wave of Do-It-Yourself (DIY): Potential for resumption, innovation, and entrepreneurship by local populations in regions without industrial manufacturing infrastructure. *Technology in Society* 39: 18–30. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2014.07.001>

Frey, C.B. & Osborne, M.A. (2013) The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? *Oxford Martin School Working Paper*, Oxford University, 17.9.2013. [http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)

Geels, F.W. (2007) Transformations of large technical systems: a multilevel analysis of the Dutch highway system (1950–2000) *Sci. Technol. Hum. Values*, 32 (2), 123–149. <https://doi.org/10.1177/0162243906293883>

Glenn, Jerome, Florescu, Elizabeth and the Millennium Project Team (2017) *State of the Future 19.1*. Washington D.C.

Glenn, Jerome and the Millennium Project Team (2019) *Future of Work/Technology 2050 Scenarios and Actions*. Millennium Project: Washington D.C. <http://www.millennium-project.org/projects/workshops-onfuture-of-worktechnology-2050-scenarios/>

GOGLA (2019) *Off-Grid Solar: A Growth Engine for Jobs*. Global Off-Grid and Lighting Alliance. [https://www.gogla.org/sites/default/files/resource\\_docs/gogla\\_off\\_grid\\_solar\\_a\\_growth\\_engine\\_for\\_jobs\\_web\\_opt.pdf](https://www.gogla.org/sites/default/files/resource_docs/gogla_off_grid_solar_a_growth_engine_for_jobs_web_opt.pdf)

Grandell, Leena – Lehtilä, Antti – Kivinen, Mari – Koljonen, Tiina – Kihlman, Susanna & Lauri, Laura S. (2016) Role of critical metals in the future markets of clean energy technologies, *Renewable Energy* 95: 53–62, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.03.102>

GSMA (2017) *Catching up with the first energy grantees of the Mobile for Development Innovation Fund*. GSM Association 15.5.2017. <https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/programme/m4dutilities/catching-up-with-the-first-energy-grantees-of-the-mobile-for-development-innovation-fund/>

GSMA (2019) *Mobile-enabled energy for humanitarian contexts: The case for pay-as-you-go solar home systems in Kakuma Refugee Camp*. GSM Association. <https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/resources/mobile-enabled-energy-for-humanitarian-contexts/>

Hardin, Garrett (1968) *Tragedy of the Commons*. *Science*: 162: 3859, p. 1243–1248. <http://science.sciencemag.org/content/162/3859/1243>

Havas, Attila & Weber, Matthias K. (2017) *The role of foresight in shaping the next production revolution*. En OCDE (ed.): *The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business*. París: Publicaciones de la OCDE, p. 299–324. <https://doi.org/10.1787/9789264271036-en>

Heinberg, Richard (2006) *Se acabó la fiesta: Guerra y colapso económico en el umbral del fin de la era del petróleo*. Barrabès Internet, S.L.

Heinberg R. & Friedly, D. (2016) *Our Renewable Future: Laying the Path for One Hundred Percent Clean Energy*. Washington D.C.: Island Press.

Heinonen, Sirkka (2000) *Prometheus Revisited – Human Interaction with Nature through Technology in Seneca*. Tesis doctoral. Universidad de Helsinki. *Commentationes Humanarum Litterarum* Vol. 115, La Sociedad Finlandesa de Ciencias y Letras, Helsinki.

Heinonen, Sirkka (2019) *Neo-Growth as Cradle for Eco-Civilization*, p. 22–24 En: *Human Futures Magazine*. <https://view.joomag.com/human-futures-epetember-2019/0922687001568174220>

Heinonen, Sirkka – Ruotsalainen, Juho – Karjalainen, Joni & Parkkinen, Marjukka (2016) *Peer-to-peer work in the digital meaning society 2050*, *European Journal of Futures Research* 4: 10. <https://doi.org/10.1007/s40309-016-0092-2>

- Heinonen, Sirkka – Kuusi, Osmo & Salminen, Hazel (eds.) (2017) How do we explore futures? *Acta Futura Fennica* 5, Sociedad Finlandesa de Estudios Futuros, Helsinki.
- Heinonen, Sirkka – Karjalainen, Joni – Helle, Aino & Nisula, Sakari (2016) Argentinian Energy Landscapes: Case Study of the Neo-Carbon Energy Project. FFRC eBOOK 12/2016, Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC), Universidad de Turku. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019052116288>
- Heinonen, Sirkka – Karjalainen, Joni – Parkkinen, Marjukka & Ruotsalainen, Juho (2017a) Clean Disruption for Abundant Futures. Neo-Carbon Energy Futures Clinique III. FFRC eBOOK 2/2017, Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC), Universidad de Turku. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019052116244>
- Heinonen, Sirkka – Karjalainen, Joni – Parkkinen, Marjukka – Ruotsalainen, Juho & Zavialova, Sofia (2017b) Surprising Energy Futures. Neo-Carbon Energy Futures Clinique V. FFRC eBOOK 4/2017, Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC), Universidad de Turku. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019052116246>
- Heinonen, S. – Karjalainen, J. – Ruotsalainen, J. & Steinmüller, K. (2017c) Surprise as the New Normal – Implications for Energy Security. *European Journal of Futures Research* 5: 12. <https://doi.org/10.1007/s40309-017-0117-5>
- Heinonen, Sirkka – Ruotsalainen, Juho & Karjalainen, Joni (2017d) Transformational Energy Futures 2050. Neo-Carbon Energy Societal Scenarios. FFRC eBOOK 10/2017. Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC), Universidad de Turku. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019052116254>
- Heinonen, Sirkka et al. (2017e) Final Neo-Carbon Energy Countdown – Ready for Renewables. FFRC eBOOK 11/2017. Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC), Universidad de Turku. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019052116257>
- Heinonen, Sirkka – Vähäkari, Noora & Karjalainen, Joni (2017f) Neo-Carbon Energy World: What Opportunities for Chile? FFRC eBOOK 11/2017. Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC), Universidad de Turku. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019052116245>
- Heinonen, Sirkka – Karjalainen, Joni (2019) Pioneer Analysis as a Futures Research Method for Analysing Transformations. En: Poli R., Valerio M. (eds) *Anticipation, Agency and Complexity. Anticipation Science*, vol 4. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03623-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03623-2_5)
- Hindustan Times (2018) Mumbai bans plastic: A list of items you can and can't use. *Hindustan Times*, 24.6.2018. <https://www.hindustantimes.com/mumbainews/mumbai-bans-plastic-a-list-of-items-youcanand-can-t-use-from-today/>
- Hosseini, Seyed Ehsan (2020) An outlook on the global development of renewable and sustainable energy at the time of COVID-19. *Energy Research & Social Science* 68: 101633. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101633>
- Huang, Ping – Negro, Simona O. – Hekkert, Marko P. & Bi, Kexin (2016) How China Became a Leader in Solar PV: An Innovation System Analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 64: 777–89. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.061>
- IPBES (2019) Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas. Díaz, S. et al. (eds.) IPBES Secretariat, Bonn, Alemania. <https://ipbes.net/global-assessment>
- IPCC (2018) Calentamiento Global de 1,5 °C: Resumen para responsables de políticas. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf)
- Iraki, X. N. (2018) The Fourth Industrial Revolution is Africa's to Lose. *Journal of Futures Studies* 23(1): 101–104. [https://doi.org/10.6531/JFS.201809\\_23\(1\).0008](https://doi.org/10.6531/JFS.201809_23(1).0008)
- ITC (2019) Trade statistics for international business development: monthly, quarterly and yearly trade data. Centro de Comercio Internacional. <https://www.trademap.org/Index.aspx>
- Jevons, William Stanley (1865) *The Coal Question: An Enquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal-mines*. Macmillan.
- Kapitza, Sergei (2006) *Global Population Blow-up and After: The Demographic Revolution and Information Society*, Un Informe al Club de Roma y al Global Marshall Plan Initiative, Tolleranza, Hamburgo.
- Karjalainen, Joni & Heinonen, Sirkka (2017) Using deliberative foresight to envision a neo-carbon energy innovation ecosystem – a case study of Kenya. *African*

Journal of Science, Technology, Innovation and Development, p. 1–17. <http://dx.doi.org/10.1080/20421338.2017.1366133>

Karjalainen, Joni & Heinonen, Sirkka (2018) The Pioneers of Renewable Energy are Around the World – What Can We Learn from Them? *Journal of Futures Studies* 22 (4): 83-100. <http://jfsdigital.org/wpcontent/uploads/2018/06/06n-Glocal-Insights-Karjalainen-Heinonen.pdf>

Karjalainen, Joni – Heinonen, Sirkka – Balcom Raleigh, Nicolas – Salminen, Hazel & Shaw, Morgan (2018) New Great Electrification as Cultural Transformation for Post-Oil Era – Everybody on Board! Neo-Carbon Energy WP1 Working Paper 1/2018. Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC), Universidad de Turku. <https://futuresconference2018.files.wordpress.com/2018/08/neocarbon-wp1-1-2018.pdf>

Karjalainen, Joni – Vähäkari, Noora & Heinonen, Sirkka (2020). Foresight for Chile's energy transition – unleashing societal transformations. En Noura, Lucas (ed.) *The Regulation and Policy of Latin American Energy Transitions*. Elsevier Science: Amsterdam, Oxford, Cambridge, MA, p. 263-282. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819521-5.00015-2>

Katwala, Amit (2018) The spiralling environmental cost of our lithium battery addiction. *Wired*, 5.8.2018. <https://www.wired.co.uk/article/lithium-batteriesenvironment-impact>

Kelly, Kevin (1997) New Rules for the New Economy. *Wired*, 5.9.1997. <https://www.wired.com/1997/09/newrules/>

Kuhn, Thomas S. (1971) *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica.

Kurki, Sofi & Wilenius, Markku (2016) Trust makes this organisation unique. Looking at the future of work through two human-centric organisations. *European Journal of Futures Research*, 4:23. <http://dx.doi.org/10.1007/s40309-016-0095-z>

Kurzweil, Raymond (2012) *La Singularidad está cerca: Cuando los humanos transcendamos la biología*. Lola Books: Berlín.

Köhler, J. et al. (2019) An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 31: 1-32. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.01.004>

Lang, Merja – Karjalainen, Joni & Heinonen, Sirkka

(2016) *Glocal Insights to Neo-Carbon Energy and Its Forerunners*. Neo-Carbon Energy WP1 Working Paper 4/2016. Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC), Universidad de Turku. <https://research.utu.fi/converis/portal/Publication/18576394>

Langlois, G. (2014) *Meaning in the age of social media*. Palgrave MacMillan, Nueva York.

Larsen, J.N. et al. (2014) Polar Regions. En *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge & Nueva York, p. 1567–1612. [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap28\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap28_FINAL.pdf)

Lavers, J. L. – Dicks, L. – Dicks, M. R. & Finger, A. (2019) Significant plastic accumulation on the Cocos (Keeling) Islands, Australia. *Nature Scientific Reports* 9: 7102. <https://www.nature.com/articles/s41598-019-43375-4>

Lebreton, L. – Slat, B. – Ferrari, F. – Sainte-Rose, B. – Aitken, R. – Marthouse, S. et al. (2018) Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Nature Scientific Reports* 8:4666 <https://www.nature.com/articles/s41598-018-22939-w>

Lopez, Hosmay – West, Robert – Dong, Shenfu–Goni, Gustavo – Kirtman, Ben– Lee, Sang-Ki & Robert Atlas (2018) Early emergence of anthropogenically forced heat waves in the western United States and Great Lakes. *Nature Climate Change* 8, 414–420 <https://www.nature.com/articles/s41558-018-0116-y>

Linturi, Risto & Kuusi, Osmo (2019). *Societal transformation 2018–2037: 100 anticipated radical technologies, 20 regimes, case Finland*. Helsinki, Parlamento de Finlandia: Publicaciones del Comité para el Futuro 10/2018. [https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/NETTI\\_TUVJ\\_10\\_2018\\_Societal\\_transformation\\_UUSI.Pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/NETTI_TUVJ_10_2018_Societal_transformation_UUSI.Pdf)

Lord, Barry (2014) *Art & Energy: How Culture Changes*. The AAM Press, Arlington.

Lösch, Andreas & Schneider, Christoph (2016) *Transforming power/knowledge apparatuses: the smart grid in the German energy transition*.

- Innovation: The European Journal of Social Science Research 29 (3), 262-284. <https://doi.org/10.1080/13511610.2016.1154783>
- Malaska, Pentti (2010) A more innovative direction has been ignored. En Grönroos, Riitta (ed.) *Understanding Neo-Growth: An Invitation to Sustainable Productivity*. TeliaSonera Finland Plc, p. 200–210. [http://www.sonera.fi/media/13069ab55806de22e8955bc2a3f1afeab17b28bd/Understanding\\_Neogrowth.pdf](http://www.sonera.fi/media/13069ab55806de22e8955bc2a3f1afeab17b28bd/Understanding_Neogrowth.pdf)
- Marshall, Alfred (1920/1890) *Principles of Economics*: 8a edición. Londres: Macmillan & Co. [http://files.libertyfund.org/files/1676/Marshall\\_0197\\_EBk\\_v6.0.pdf](http://files.libertyfund.org/files/1676/Marshall_0197_EBk_v6.0.pdf)
- Martin, Chris J. (2016) The sharing economy: A pathway to sustainability or a nightmarish form of neoliberal capitalism? *Ecological Economics* 121, 149–159, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.11.027>
- Mason, Paul (2016) *Postcapitalismo: hacia un nuevo futuro*. Ediciones Paidós Iberica: Barcelona.
- Mazzucato, Mariana (2013) *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*, First Edition. Anthem Press, Londres; Nueva York.
- Mazzucato, Mariana (2018) *Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union: A problem-solving approach to fuel innovation-led growth*. Un informe para la Comisión Europea. <https://publications.europa.eu/en/publicationdetail/-/publication/5b2811d1-16be-11e8-9253-1aa75ed71a1/language-en>
- McKinsey (2018) *Lithium and cobalt – a tale of two commodities*. McKinsey & Company: Metals and mining. <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/lithium-and-cobalt-a-tale-of-two-commodities>
- McDonough, William & Baungart, Michael (2005) *Cradle to Cradle (De la cuna a la cuna): Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. McGraw-Hill: Madrid.
- McDonough, William & Baungart, Michael (2013) *The Upcycle: Beyond Sustainability – Designing for Abundance*. North Point Press: Nueva York.
- McNeill, J. R. & McNeill, W. H. (2010) *Las redes humanas: Una historia global del mundo*. Biblioteca de Bolsillo.
- Meadows, Dennis (2016) *Why Didn't We Learn? Will We?* Presentación en la Conferencia del Club de Roma, Berlín, 11.11.2016. <https://www.slideshare.net/AndreasHuber14/dennismeadows-69500256>
- Metcalfe, Bob (2009) *Enernet: Internet Lessons for Solving Energy*. Presentación 20.5.2009, Universidad Stanford. <https://web.stanford.edu/class/ee380/Abstracts/090520-slides.pdf>
- Millennium Project (2018) *Future of Work/Technology 2050 Global Scenarios*. Millennium Project: Washington D.C. <http://www.millennium-project.org/future-work-technology-2050-global-scenarios/>
- Millennium Project (2020) *Three Futures of the COVID-19 Pandemic in the United States – January 1, 2022: Implications for all of us*. A report by The Millennium Project Covid Scenarios Team. <http://www.millennium-project.org/covid-19/>
- Monge, Carlos (2020) *Coronavirus y petróleo en América Latina: la urgencia de la diversificación económica y la transición energética*. Natural Resource Governance Institute (NRGI). <https://resourcegovernance.org/analysis-tools/publications/coronavirus-petroleo-america-latina-diversificacion-transicion-energetica>
- Monyei, C. G. et al. (2019) Justice, poverty, and electricity decarbonisation. *The Electricity Journal* 32: 1, p. 47–51. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2019.01.005>
- Naam, R. (2011) *Smaller, cheaper, faster: Does Moore's law apply to solar cells?* *Scientific American*, <http://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/smallercheaper-faster-does-moores-law-apply-to-solar-cells/>
- New York Times (2019) *Carnival Cruises to Pay \$20 Million in Pollution and Cover-Up Case*. The New York Times. 4.6.2019. <https://www.nytimes.com/2019/06/04/business/carnival-cruise-pollution.html>
- Nkulu, C. B. L. et al. (2018) Sustainability of artisanal mining of cobalt in DR Congo. *Nature Sustainability* 1 (9): 495. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0139-4>
- NREL (2015) *Power Systems of the Future: A 21st Century Power Partnership Thought Leadership Report*. U.S. Department of Energy, National Renewable Energy Laboratory: Denver. <https://www.nrel.gov/docs/fy15osti/63278.pdf>
- NSIDC (2020) *Sea Ice Index: Arctic- and Antarctic-wide changes in sea ice*. National Snow and Ice Data Center. Universidad de Colorado, Boulder. <https://www.nsidc.org/>

- nsidc.org/data/seaice\_index [Visitado 28 Febrero 2020]
- Nussbaum M. C. (2011) *Creating capabilities: the human development approach*. Harvard University Press: Cambridge & Londres.
- OACI (2018) ICAO Council reaches landmark decision on aviation emissions offsetting. OACI/ICAO, 27.6.2018. <https://www.icao.int/Newsroom/Pages/ICAO-Council-reaches-landmark-decision-onaviation-emissions-offsetting.aspx>
- OCDE (2014) *Policy Challenges for the Next Fifty Years*, OECD Economic Policy Papers 9. <https://doi.org/10.1787/5jz18gs5fckf-en>
- Orsi, C. (2009) Knowledge-based society, peer production and the common good. *Cap Class* 33: 31–51. <https://doi.org/10.1177/030981680909700103>
- Ostrom, Elinor (2000) *El gobierno de los bienes comunes la evolución de las instituciones de acción colectiva*. México: Fondo de Cultura Económica; Cuernavaca: UNAM, CRIM; Instituto de Investigaciones Sociales.
- Perez, Carlota (2016) *Capitalism, Technology and a Green Global Golden Age: The Role of History in Helping to Shape the Future*. En Mazzucato, M. y Jacobs, M. (eds.) *Rethinking Capitalism: Economics and Policy for Sustainable and Inclusive Growth*. Wiley Blackwell, p. 191–217.
- Perez, Marc & Perez, Richard (2015) *Update 2015 – A Fundamental Look at Supply Side Energy Reserves for the Planet*. IEA-SHCP-Newsletter 62. <https://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/2015-11-A-Fundamental-Look-at-Supply-Side-Energy-Reserves-for-the-Planet.pdf>
- Piketty, Thomas (2014) *Capital in the Twenty-First Century*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA. Proyecto E-Ferry. <http://e-ferryproject.eu/>
- Proyecto Energía Neo-Carbono. *Fuel can be made from air*. <http://bit.ly/2zj7Yt>
- Quartierstrom (2020) “Quartierstrom” – field test of Switzerland’s first local electricity market successfully completed. Walenstadt/Zurich, Comunicado de prensa, 6.2.2020. [https://quartier-strom.ch/wp-content/uploads/2020/02/Press-release-Quartierstrom\\_Feb-2020.pdf](https://quartier-strom.ch/wp-content/uploads/2020/02/Press-release-Quartierstrom_Feb-2020.pdf)
- Ram, M. et al. (2017) *Global Energy System based on 100% Renewable Energy – Power Sector*. Universidad Tecnológica de Lappeenranta (LUT) & Energy Watch Group. Lappeenranta, Berlín. <http://energywatchgroup.org/wp-content/uploads/2017/11/Full-Study-100-Renewable-Energy-Worldwide-Power-Sector.pdf>
- Reuters (2018) Billions in U.S. solar projects shelved after Trump panel tariff. Reuters, 7.6.2018. <https://www.reuters.com/article/us-trump-effect-solar-insight/billions-in-u-s-solar-projects-shelved-aftertrump-panel-tariff-idUSKCN1J30CT>
- Rifkin, Jeremy (2011) *La Tercera Revolución Industrial: Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo*. Paidós: Barcelona, Buenos Aires, México.
- Rifkin, Jeremy (2014) *La sociedad de coste marginal cero: El Internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*. Ediciones Paidós Iberica: Barcelona.
- Rosillo-Calle, Frank & Walter, Arnaldo (2006) *Global market for bioethanol: historical trends and future prospects*. *Energy for Sustainable Development* 10: 1, 20–32. [https://doi.org/10.1016/S0973-0826\(08\)60504-9](https://doi.org/10.1016/S0973-0826(08)60504-9)
- Ruotsalainen, Juho (2016) *Internet of Energy – Beyond the Smart Grid*. Neo-Carbon Energy Working Paper 20.5.2016. Centro de Investigación en Futuros de Finlandia (FFRC), Universidad de Turku.
- Ruotsalainen, Juho – Karjalainen, Joni – Child, Michael & Heinonen, Sirkka (2017) *Culture, values, lifestyles, and power in energy futures: A critical peer-to-peer vision for renewable energy*. *Energy Research & Social Science* 34: 231–239. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.08.001>
- Salovaara, Kaisa – Makkonen, Mari – Gore, Olga & Honkapuro, Samuli (2016) *Electricity Markets Framework in Neo-Carbon Energy 2050 Scenarios*. Neo-Carbon Energy WP1 Working Paper 3/2016. Universidad Tecnológica de Lappeenranta (LUT), Lappeenranta. <https://research.lut.fi/converis/portal/Publication/2673486>
- Sardar, Ziauddin (2010) *Welcome to Postnormal Times*. *Futures* 42 (5): 435–44. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2009.11.028>
- Scholten, Daniel & Bosman, Rick (2016) *The geopolitics of renewables; exploring the political implications of renewable energy systems*. *Technol. Forecast. Soc. Change* 103: 273–283. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.10.014>

- Van der Schoor, T. & Scholtens, B. (2015) Power to the people: local community initiatives and the transition to sustainable energy, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 43: 666–675. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.089>
- Schot, Johan & Steinmüller, W. Edward (2018) Three Frames for Innovation Policy: R&D, Systems of Innovation and Transformative Change. *Research Policy* 47: 9, 1554–1567. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.01>
- Schröder, Patrick – Anantharaman, Manisha – Anggraeni, Kartika – Foxon, Timothy J. (toim) (2019) *The Circular Economy and the Global South: Sustainable Lifestyles and Green Industrial Development*. Routledge.
- Schwab, Klaus (2016) *La Cuarta Revolución Industrial*. Debate.
- Schwab, Klaus (2018) *Shaping the Fourth Industrial Revolution*. Foro Económico Mundial.
- Schwartz, Peter (1996) *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World*. Currency Doubleday.
- Scoones, Ian – Leach, Melissa & Newell, Peter (eds.) (2015) *The Politics of Green Transformations*, Routledge: Londres & Nueva York.
- Seba, Tony (2016) *Disrupción Limpia de la Energía y el Transporte: Cómo Silicon Valley Hará Obsoletos al Petróleo, Gas Natural, Carbón, Energía Nuclear, Empresas Eléctricas y Vehículos Convencionales para 2030*. Clean Planet Ventures. <https://tonyseba.com/wp-content/uploads/2016/08/Disrupcion-Limpia.pdf>
- Smelik, Anneke - Toussaint, Lianne & van Dongen, Pauline (2016) Solar fashion: An embodied approach to wearable technology. *International Journal of Fashion Studies* 3: 2, 287–303. [https://doi.org/10.1386/inf.3.2.287\\_1](https://doi.org/10.1386/inf.3.2.287_1)
- Smil, Vaclav (2010) *Energy Transitions: History, Requirements, Prospects*, Praeger: Oxford.
- Smil, Vaclav (2014) *Making the Modern World: Materials and Dematerialization*. Wiley.
- Smil, Vaclav (2017) *Energy and Civilization. A History*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Solanki, Sami K. – Usoskin, Ilya G. – Kromer, Bernd – Schüssler, Manfred & Beer, Jürg (2004) Unusual activity of the Sun during recent decades compared to the previous 11,000 years, *Nature*, 28.10.2004. <https://doi.org/10.1038/nature02995>
- Sovacool, Benjamin K. (2016) How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions. *Energy Research & Social Science* 13: 202–215. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.020>
- Steffen, Will et al. (2015) Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347: 6223. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Stern, Nicholas (2006) *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press.
- Susskind, Richard & Susskind, Daniel (2015) *The Future of the Professions: How technology will transform the work of human experts*. Oxford University Press, Oxford.
- Swilling, Mark & Annecke, Eve (2012) *Just Transitions: Explorations of Sustainability in an Unfair World*, United Nations University Press, Tokio.
- Sy, Amadou (2014) *Jobless Growth in Sub-Saharan Africa*. Brookings. <https://www.brookings.edu/blog/africa-in-focus/2014/01/30/jobless-growth-in-subsaharan-africa/>
- Taleb, Nassim Nicholas (2008) *El cisne negro: el impacto de lo altamente improbable*. Ediciones Paidós Ibérica.
- Trencher, G. Downie, C. Asuka, J., Hasegawa, R. (2020) Divestment Trends in Japan's International Coal Businesses. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 124: 109779. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109779>
- Turner, Fred (2006) *From Counterculture to Cyberculture. Stewart Brand, the Whole Earth Network, and the Rise of Digital Utopianism*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Vazquez, M. et al. (2018) *Financiamiento de la transición a energía renovable en la Unión Europea, América Latina y el Caribe*. Fundación EU-LAC: Hamburgo, Alemania. [https://eulacfoundation.org/es/system/files/eu-lac-energia-renovable-ve-vdigital-2\\_1.pdf](https://eulacfoundation.org/es/system/files/eu-lac-energia-renovable-ve-vdigital-2_1.pdf)
- Von Weizsäcker, Ernst & Wijkman, Anders (2018) *Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet*. Un informe de Club de Roma: Berlín.
- Westenberg, Erica & Kuai, Katarina (2018) *Governance Lessons for a Just Energy Transition: New Energy Plugs into Old Problems*. Natural Resource

Governance Institute (NRGI), 5.6.2018. <https://resourcegovernance.org/blog/governance-lessons-justenergy-transition-new-energy-plugs-old-problems>

Wijkman, Anders & Skånberg, Kristian (2016) Circular Economy and Benefits for Society. Jobs and climate clear winners in an economy based on renewable energy and resource efficiency: A study pertaining to Finland, France, the Netherlands, Spain and Sweden. Un informe a petición del Club de Roma y la Fundación MAVIA. <https://clubofrome.org/publication/the-circular-economy-and-benefits-for-society/>

Wilenius, Markku (2017) Patterns of the Future: Understanding the Next Wave of Global Change. World Scientific.

Wilson, Edward O. (1984) Biophilia. Harvard University Press: MA.

Wu, F.F. – Varaiya, P.P. & Hui, R.S.Y. (2015) Smart Grids with Intelligent Periphery: An Architecture for the Energy Internet. *Engineering* 1:4, 436–446. <https://doi.org/10.15302/J-ENG-2015111>

Xinhuanet (2017) 深圳专营公交车辆实现纯电动化 纯电动出租车超万辆. Xinhuanet News Agency, 28.12.2017. [http://www.xinhuanet.com/auto/2017-12/28/c\\_1122177256.htm](http://www.xinhuanet.com/auto/2017-12/28/c_1122177256.htm)

York, Richard & Bell, Shannon Elizabeth (2019) Energy transitions or additions?: Why a transition from fossil fuels requires more than the growth of renewable energy, *Energy Research & Social Science* 51, 40–43, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.01.008>



# INDICE

**A** alfabetización / futuros 18-20, 26-27, 72-73, 134-142  
alfabetización / sistemas 138-141  
algoritmos 61, 63, 127  
automatización 54, 61-64, 68, 139

**B** big data 43, 88, 93, 115, 127  
biofilia 112-113  
biomimesis, biomimetismo 66, 72, 99, 104  
bio-robots / bio-bots 100  
blockchain 60  
burbuja de carbono 123

**C** cambio climático 9, 14, 31, 42, 64, 124-128, 136-141  
cambio de paradigma 35, 99, 135  
cambios globales Ver también política de hidrógeno 32, 49-50  
ciberseguridad 111, 125, 129  
ciborgs 108  
cisne negro 119-120, 128-130  
Club de Roma 21, 71, 141-142  
código abierto 44-45, 60, 64, 74, 78-80, 87

consumidores-productores 30, 32, 125, 136-137  
complejidad 11-12, 34, 78, 111-116  
comunidades hiper-locales 63, 84, 96-105, 114  
conciencia de la electricidad 23, 31-37, 115, 135-137  
costos marginales de la energía 28-30, 41-42, 49-53, 62  
costos marginales de producción 60-61, 100  
COVID-19 79, 90, 100, 109, 120-122, 129-130  
crowdfunding 82, 93  
crowdsourcing 93  
coyuntura crítica 121  
Cuarta Revolución Industrial 57, 61  
cuna-a-cuna 50, 66

**D** descentralización de la energía 39-53, 135-140  
digitalización 13-18, 28-31, 52, 59-65, 122-127  
discontinuidad 121, 128-129  
disrupción 17-18, 48, 62, 121-125

**E** eco-cataclismo 112  
economía 10-13, 57-71, 124  
economía circular 32, 50-52, 66-71, 135  
economía compartida 59-62, 67, 135  
economía de plataforma 59-60, 89-90  
economía híbrida 64-65  
economía transformativa / transformacional / del compartir / compartida 59-64  
elecciones parlamentarias 114, 123, 138  
electrificación, gran 7-9, 16-20, 139-141  
energía 10-20, 25-29, 31-55  
energía eólica 26-34, 41-45, 48-53, 62, 138  
energía renovable 23-37, 41-43, 48-55  
energía solar 26-29, 32-34, 39-44, 49-50, 65, 68  
escenarios 18-19, 53, 72-74, 128-129, 139  
estrategia nacional de energía 27, 125, 136-138

- estudios prospectivos 18-21, 26-27, 29, 64, 72-73
- ethos del hacker 78, 80, 93, 125
- G** gamificación 90
- geopolítica 124-126
- Guerra Fría 25
- H** hazlo-tú-mismo (do-it-yourself) 73-74, 93, 96-105
- hidrocarburos sintéticos 16, 29, 34, 49-51, 100, 125
- homo faber (Hombre que Hace) 102
- homo ludens (Hombre que Juega) 102
- I** impresoras 3D 29-30, 62, 84
- industrialización 12-14, 31, 34, 59, 127-128
- industrias con chimenea 49-50
- infraestructura 29, 31-33, 47, 50, 65, 122-126
- innovaciones radicales 18, 29, 61, 74, 136
- Inteligencia Artificial, IA 42, 61-67, 88-90, 111-116, 127
- Internet 13-16, 30-31, 42-46, 60
- Internet de la Energía 43-46, 49, 52-55, 65
- Internet de las Cosas, IoT 44, 61, 127
- K** kaizen 102
- know-how (saber hacer) 94
- L** liderazgo transformacional / visionario 137-142
- límites planetarios 32, 35, 67, 98, 116, 141
- Linux 15, 60
- M** manuscritos del futuro 72-74
- microplásticos 66-67, 112
- minerales poco frecuentes – tierras raras 32, 52, 65, 125
- Moore, Ley de 37, 62
- N** Naciones Unidas 50, 91, 114
- neo-carbonización 48-51, 139-142
- neo-carbono 48-51
- neo-crecimiento 67
- nuevo crecimiento 20, 64, 78-79
- P** pensamiento de diseño (design thinking) 66, 68, 76-84, 102
- permacultura 99, 104
- pionero, análisis 32, 35, 41-42, 68, 135-137, 139-142
- planeamiento gubernamental 51-54, 69, 124, 138-139
- plásticos 49-50, 66-68
- política 69, 123-130, 135-142
- política mundial 104, 111, 113
- pos-generación 112
- pos-normalidad 121
- producción 9-19, 49, 59-69
- producción de energía 35-35, 41-54, 125
- producción entre pares 30, 63, 88, 140-142
- programación 44-45, 78-80
- Prometeo 10
- prospección 32, 100
- prospectiva gubernamental 18-20, 69, 72, 82, 133-142
- prosumerismo 30, 32, 125, 136-137
- Proyecto del Milenio (Millennium Project) 71, 129-130, 140
- R** resiliencia en futuros 119, 128
- revolución digital 18, 28, 31, 43, 52, 59-65, 111-112, 125
- revolución redes entre pares 30-31, 135-141
- robotización 29, 47, 61-63, 68, 108, 129
- S** seguridad de la energía 32, 124-129
- seguridad eléctrica 125-126
- señal débil 14, 83, 93, 128
- singularidad 63, 127
- sintéticos combustibles / hidrocarburos 16, 29, 34, 47-51, 100, 125

sociedad de significado digital 31

sociedad civil 42, 45, 136, 139

sociedad entre pares 25, 30-31, 128, 135-136, 140

supervivencialismo 103

startup 64, 68, 72-85, 123, 136

**T** tecnología energía-a-X, potencia-a-X (Power-to-X) 16, 47-51, 125

tecnologías ubicuas 62, 79, 107

tierras raras 32, 52, 65, 125

tierra, uso y propiedad 33, 51-52, 59, 126

transhumanismo 127

transición energética  
Ver también energía renovable / fuentes de energía y cambio climático 23-55

**U** up-cycling 66, 100

utopía 18, 34, 37, 114

**V** vehículos eléctricos 29-32, 42-43, 46-48, 52-53, 60

vision 15-20, 23-36, 51, 62, 123-125, 135-142

**Y** YIMBY (Yes-In-My-Backyard) 52

# LA ELECTRIFICACIÓN EN LA SOCIEDAD ENTRE PARES – Una Nueva Narrativa para Futuros Sostenibles

es un viaje en el tiempo hacia un futuro en el que la energía renovable, la electrificación y un ethos entre pares se encuentran entrelazados. El uso de recursos combustibles fósiles está acabándose.

Una visión libre de emisiones para el 2050 es ilustrada a través de cuatro escenarios transformacionales: Startup radicales, Tecnogigantes (techemoths) orientados al valor, Ingenieros verdes hazlo-tú-mismo y Nueva conciencia. Los escenarios sirven como bancos de pruebas para el tipo de futuros en los que deseamos vivir. Los futuros tienen que ser explorados con una perspectiva de largo plazo, pero las decisiones en cuanto a los futuros que preferimos deben ser tomadas hoy. Todos los principales sectores de la sociedad tienen que ser transformados para mantenernos dentro de los límites de los objetivos climáticos de París.

Este libro destaca los resultados del Proyecto Energía Neo-Carbono, y se dirige a todos los interesados en las visiones del futuro, cambios sociales y avances tecnológicos. También puede ser usado como material de enseñanza, o como fuente de inspiración para tomar pasos concretos hacia la era pos-fósil y una economía circular neutra en carbono – para los gobiernos, empresas y ciudadanos.

Profesora

**Sirkka Heinonen** e  
investigador de proyecto  
**Joni Karjalainen** del  
Centro de Investigación  
en Futuros de  
Finlandia (FFRC) en la  
Universidad de Turku.



Este libro recibió originalmente financiamiento de **STEK** (Centro de Promoción de la Electrotecnia y la Eficiencia Energética) y **Solar Foods S.A.**



**SOLAR FOODS**

ISBN 978-952-249-549-5 (impreso)

ISBN 978-952-249-550-1 (pdf)

ISSN 1797-1284

Paino-Kaarina S.A., 2020

