



CIENCIA EN SOCIEDAD

REFLEXIONES EN EL MARCO DE SU RELACIÓN BIDIRECCIONAL



ASOCIACIÓN
ESPAÑOLA PARA EL
AVANCE DE LA
CIENCIA

CIENCIA EN SOCIEDAD
REFLEXIONES EN EL MARCO DE SU RELACIÓN BIDIRECCIONAL

Reservados todos los derechos por la legislación en materia de propiedad intelectual. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta, pueden reproducirse, almacenarse o transmitirse en manera alguna por medio electrónico, químico, óptico, informático, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo por escrito de la editorial. Las noticias, los asertos y las opiniones contenidos en esta obra son de la exclusiva responsabilidad de los autores.



**ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA
EL AVANCE DE LA CIENCIA**

- © Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC)
- © JESÚS REY ROCHA y VÍCTOR LADERO (eds.), y, de cada texto, sus autores
- © De las imágenes, las fuentes mencionadas a pie de figura

ISBN: 978-84-09-32965-6 (edición electrónica)
978-84-09-34473-4 (edición impresa)

Depósito legal: S-362-2021

- © Diseño de la cubierta: ARMANDO MENÉNDEZ VISO

Imagen de la cubierta: *la dependencia mutua, el intrincamiento y una cierta competencia acaban dando lugar a una unidad sostenible, nutritiva, apta y agradable para la vida: un prado (que, como las ciencias y las sociedades, cambia de aspecto cuando se mira de cerca).*

CIENCIA EN SOCIEDAD

REFLEXIONES EN EL MARCO
DE SU RELACIÓN BIDIRECCIONAL

JESÚS REY ROCHA
VÍCTOR LADERO
(eds.)

Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC)

2021

PERFIL DE LOS AUTORES

Federico Mayor Zaragoza

Presidente de la Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC).

Editores

Jesús Rey Rocha

Investigador Científico en el Instituto de Filosofía del CSIC. Socio Fundacional y Miembro de la Junta directiva de la AEAC.

Víctor Ladero

Científico Titular en el Instituto de Productos Lácteos de Asturias del CSIC. Socio Fundacional de la AEAC.

Autores

M.^a Carmen Andrade

Profesora de Investigación jubilada del Instituto de Ciencias de la Construcción ‘Eduardo Torroja’ del CSIC. Profesor de Investigación Visitante en el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE). Vicepresidenta de la AEAC.

Danilo Bellido Medic

Estudiante del curso formativo de Emprendimiento e Innovación Social, Interéticas y Valores, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid.

Jorge Luis Costafreda Mustelier

Unidad de Emprendimiento Social, Ética y Valores en la Ingeniería, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid.

Ana García Laso

Investigadora Predoctoral en la Unidad de Emprendimiento Social, Ética y Valores en la Ingeniería, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid.

Tania Elena González Alvarado

Profesora-Investigadora Titular en la Universidad de Guadalajara, México.

José Luis Jaimes

Investigador Predoctoral en el Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología, Universidad de Salamanca.

Renata Kubus

Profesora Asociada de Economía Financiera en la Universidad Complutense de Madrid. Socia fundacional de la AEAC.

Vicente Larraga

Profesor de Investigación en el Centro de Investigaciones Biológicas del CSIC. Miembro del Consejo Consultivo de la AEAC.

Santiago M. López

Profesor Titular y Director del Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología (eCyT), Universidad de Salamanca. Vicepresidente de la AEAC.

Domingo Alfonso Martín Sánchez

Unidad de Emprendimiento Social, Ética y Valores en la Ingeniería, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid.

Stuart Medina Miltimore

Economista, Miembro fundador de la red Modern Money Theory (MMT).

Armando Menéndez Viso

Profesor Titular de la Universidad de Oviedo. Miembro del Comité Asesor de Política Científica de Asturias. Miembro del Consejo Consultivo de la AEAC.

Emilio Muñoz

Profesor Emérito del CSIC, Instituto de Filosofía, y del CIEMAT. Presidente del Consejo Consultivo de la AEAC.

Ana Muñoz van den Eynde

Investigadora Titular de la Unidad de Investigación en Ciencia, Tecnología y Sociedad del CIEMAT. Socia Fundacional de la AEAC.

Juan Rocha

Investigador Científico en el Instituto de Filosofía del CSIC.

Borja Sánchez

Consejero de Ciencia, Innovación y Universidad del Gobierno del Principado de Asturias. Investigador Científico en excedencia del Instituto de Productos Lácteos de Asturias del CSIC. Ex Secretario General de la AEAC.

Juan Carlos Sanz Martín

Investigador del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas-CIEMAT. Socio Fundacional de la AEAC.

César Ullastres

Economista, Especialista en el Sistema de I+D+i y en la creación de Empresas de Base Tecnológica. Profesor Universitario. Socio Fundacional de la AEAC.

ÍNDICE

Presentación - *Jesús Rey Rocha y Víctor Ladero* 15

Prólogo. Ciencia en Sociedad - *Federico Mayor Zaragoza* 17

LOS ORÍGENES DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA (AEAC)

La génesis del grupo CURIE - *Borja Sánchez y Emilio Muñoz* 25

**La Asociación Española para el Avance de la Ciencia: una iniciativa
diferente y oportuna** - *Borja Sánchez* 31

Líneas estratégicas para los primeros pasos de la AEAC - *Borja Sánchez* .. 35

CIENCIA Y CIUDADANÍA. LA CIENCIA SE ABRE A LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA

**El cambio climático ante el futuro del planeta: cultura científica, ética
de la responsabilidad y participación ciudadana** - *Emilio Muñoz* ... 41

Ciencia ciudadana. Hagámosla juntos - *Renata Kubus y Tania Elena
González Alvarado* 47

Cooperar para conocer, para avanzar y por qué no... para ser feliz - <i>Juan Rocha</i>	51
--	----

**CIENCIA Y SOCIEDAD.
UNA RELACIÓN BIDIRECCIONAL Y NECESARIA**

El sistema ciencia-sociedad - M.^a Carmen Andrade	59
Co-creación: hacia la integración de la sociedad española en el sistema de ciencia y tecnología - Borja Sánchez	63
Ciencia, ciencia, ciencia, ciencia, más ciencia por favor - Juan Rocha ...	69

**CIENCIA Y VALORES. CIENCIA POR Y PARA UNA SOCIEDAD
MÁS RESPONSABLE, ÉTICA, IGUALITARIA Y JUSTA**

Los problemas de inmediatez: conflictos entre convicciones y responsabilidades - Emilio Muñoz y Ana Muñoz van den Eynde	75
Y sin embargo. Poesía, música e indicios de ciencia y sociedad - Juan Rocha	81
Ciencia, autoridad y prudencia: responsabilidad y convicción - Armando Menéndez Viso y Emilio Muñoz	85
La ciencia ante la desigualdad: el transexualismo, neurobiología y ética - Emilio Muñoz	89

**CIENCIA Y EDUCACIÓN.
DOS INSTITUCIONES QUE APRECIAR Y CUIDAR**

Doctorados y otros frutos universitarios: ¿controlar o apreciar y cuidar? - Armando Menéndez Viso	97
Desafíos en la innovación educativa: valores eco-sociales en las enseñanzas de ingeniería - Domingo Alfonso Martín Sánchez, Ana García Laso y Jorge Luis Costafreda Mustelier	101
Diario de un alumno para la Unidad de Emprendimiento Social, Ética y Valores en la Ingeniería, UPM - Danilo Bellido Medic	107

**CIENCIA Y COGNICIÓN. ¿CAMINAMOS HACIA MEJORES
O DIFERENTES INTELIGENCIAS?**

La tecnología avanza, nuestro cerebro responde - <i>Juan Rocha</i>	119
Peligros de la «máquina inteligente»: ¿hacia un tecnocáncer? - <i>Juan Carlos Sanz Martín</i>	125

**CIENCIA Y ECONOMÍA.
SOBRE CIENCIA, RIQUEZA Y (DES)IGUALDAD**

Descubriendo <i>El capital en el siglo XXI</i> de Piketty: riquezas y carencias - <i>Emilio Muñoz</i>	133
Paul M. Romer: el dilema entre lo público y lo privado en la política científica - <i>Santiago M. López y José Luis Jaimés</i>	141

**CIENCIA Y EMPRESA. LA (INEVITABLE) RELACIÓN ENTRE
CIENCIA, INNOVACIÓN Y ACTIVIDAD EMPRESARIAL**

Barreras a la transferencia de tecnología - <i>César Ullastres</i>	151
Otro modelo de innovación: cómo innova nuestro gemelo de Asia - <i>Stuart Medina Miltimore</i>	155
Otro modelo de innovación: cuál es el papel del Estado - <i>Stuart Medina Miltimore</i>	161

**CIENCIA Y POLÍTICA. EL PARLAMENTO POR LA CIENCIA,
Y LA CIENCIA EN EL PARLAMENTO**

Relaciones insatisfactorias - <i>César Ullastres</i>	169
La ciencia vuelve al parlamento - <i>Borja Sánchez</i>	175
Voluntad, ciencia y política - <i>Armando Menéndez Viso</i>	181
Ciencia e innovación en espacio y tiempo electorales: análisis bajo el prisma del método científico - <i>Emilio Muñoz</i>	185
¿Se equivocan las encuestas? - <i>Ana Muñoz van den Eynde</i>	191

**CIENCIA Y GOBERNANZA.
NUEVOS TIEMPOS, NUEVAS INICIATIVAS**

Nuevos tiempos, nuevas iniciativas - <i>Carmen Andrade</i>	201
Informe (parcial) sobre la ciencia global en 2017 - <i>Emilio Muñoz</i>	205
Los bacteriófagos y la(s) política(s): reflexiones convergentes con Yu- val Noah Harari - <i>Emilio Muñoz y Borja Sánchez</i>	211
¿A alguien le interesa el futuro de este país? El Estado de Nevada no es el modelo - <i>Vicente Larraga</i>	217
Ciencia en sociedad: Cajalicemos España - <i>Emilio Muñoz</i>	223
Pacto por la ciencia: ¿cuestión estatal o social? - <i>Borja Sánchez</i>	229

APÉNDICE

Propuesta de Acuerdo de las Comunidades Académica, Científica, Artís- tica, Literaria, Intelectual en suma, para liderar la movilización ciu- dadana y llevar a cabo, antes de que sea demasiado tarde, los cam- bios radicales que son exigibles	233
Acuerdo de las comunidades académica, científica, artística, literaria, inte- lectual para liderar la movilización ciudadana	236

PRESENTACIÓN

Este libro surge como una iniciativa para compilar una serie de artículos alumbrados a partir de la génesis del *Grupo CURIE (Científic@s Unid@s por la Reactivación de la Investigación en España)*, semilla de la *Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC)*. Durante meses sus miembros estuvieron intercambiando reflexiones y debatiendo sobre la distancia entre la ciencia y la sociedad, y la necesidad de crear una asociación que llenase ese vacío entre los científicos y los ciudadanos, que apostase por llevar la ciencia y los conocimientos generados por la misma a toda la sociedad, tal y como establecen la Declaración de Derechos Humanos y la Constitución Española, en su artículo 44. La riqueza de los debates llevó a su vez a Borja Sánchez y a Emilio Muñoz a pensar que parte de los pensamientos y reflexiones no podían quedarse circunscritos al grupo de debate y deberían hacerse públicos y difundirse a la sociedad. Esta idea se plasmó en la serie de artículos que se recogen en esta obra, que fueron publicados provisionalmente en la web Sistema Digital de la Fundación Sistema, en una sección titulada *Ciencia en Sociedad*.

En ellos, sus autores reflexionan sobre temas tan diversos como la relación entre la ciencia y los científicos con los políticos, defendiendo la necesidad de una comunicación continua y bidireccional. Los políticos deben de escuchar a la ciencia y basar sus decisiones en hechos probados, y los científicos han de ser capaces de transmitir estos conocimientos científicos a los políticos. A su vez, es necesario generar políticas que favorezcan la gestión de la ciencia y fomentar que la investigación

se acerque a la sociedad, tanto mediante una transmisión de los conocimientos generados como con la aplicación de estos conocimientos en desarrollos que mejoren la vida de los ciudadanos independientemente de su nivel económico o estatus social.

Como la ciencia, los políticos y los ciudadanos podemos enfrentarnos a los grandes retos de este Siglo, como el cambio climático o la lucha contra las desigualdades. También podrá el lector leer las reflexiones de nuestros autores sobre la necesidad de un cambio del paradigma económico que favorezca que las empresas inviertan en investigación e innovación, y sobre las dificultades que se encuentran en el actual ecosistema político y económico.

Por supuesto no pueden faltar una serie de artículos relacionados con la génesis de la AEAC, el contexto social en el que surge y los objetivos que se planteó desde su creación.

Jesús Rey Rocha y Víctor Ladero

PRÓLOGO

Ciencia en sociedad

«No hay ciencia aplicada si no hay ciencia que aplicar».

Bernardo Houssay, Premio Nobel de Medicina, 1947.

Hace algunos años escribí un libro en el que hablaba de la relación entre **ciencia y poder**. Este tema me preocupa desde mi etapa como Rector de la Universidad de Granada, cuando me di cuenta de la falta de comunicación entre una Universidad llena de profesores y becarios que hacían esfuerzos continuos —a cambio de una mínima compensación económica— y la Administración.

La comunidad científica no debe estar supeditada al poder, sino cerca de él. Buena parte de las medidas que toman los Gobiernos son sobre temas altamente complejos y especializados y no basta con hacer un debate político sobre temas como, en estos momentos el COVID-19, la energía... o las enfermedades emergentes. Los políticos precisan del asesoramiento y la proximidad de los científicos y son ellos los que deben establecer, desde los Parlamentos y los Gobiernos, las bases y los mecanismos de esa importante cooperación entre ciencia y poder.

Cooperar significa trabajar conjuntamente —«*co-operare*»— y es necesario definir las líneas de la cooperación nacional. La primera afecta a la relación entre Estado y, en el caso de España, las Comunidades

Autónomas. Ambos niveles deben colaborar en el establecimiento de prioridades y de las formas prácticas de la cooperación, de incentivos y de redes. Hoy que disponemos de una telecomunicación interactiva podríamos al menos tener entre las distintas Comunidades una relación fluida que permita a unos y otros acceder a las experiencias mutuas y no volver a caer en las mismas trampas o tener que encarar una y otra vez los mismos obstáculos. También es importante el tema de la cooperación intranacional, porque es imposible hablar de cooperación internacional si dentro de un mismo país no nos escuchamos ni nos entendemos ni cooperamos...

El conocimiento nos hace libres y nos permite ser responsables. Las «competencias» vienen por añadidura. Son ramas que forman parte de un árbol que tiene profundas raíces y buen tronco. El ser y el saber. Aprender a ser y no a tener, para encauzar debidamente el proceso educativo. El fomento de la creatividad, con enseñanzas artísticas y con filosofía, es un aspecto esencial de la formación científica. Saber para prever, prever para prevenir. Creatividad para descubrir, para inventar, para hallar nuevos caminos hacia el mañana que anhelamos.

Reflexión y expresión para pasar progresivamente de espectadores a actores y protagonistas de nuestra propia vida, de participantes plenos para que, de este modo, contemos y no sólo seamos contados como sucede en las frágiles democracias actuales.

El conocimiento profundo de la realidad nos permite saber *cómo somos y cómo es nuestro entorno*. Y desde el *cómo* adentrarnos en el misterio del *quién*. Educación... y ciencia, poseyendo saberes que permiten vivir en los claroscuros de la existencia humana, entre certezas e incertidumbres, no rehusando en circunstancia alguna a la plenitud de «ser» que proporciona el conocimiento.

A principios de la década de los noventa, solicité al Presidente de la Comisión Europea Jacques Delors, que encabezara una notoria concentración de maestros y maestras, pedagogos, sociólogos, filósofos..., para trazar las grandes líneas del proceso educativo en el siglo XXI. El informe *La educación encierra un tesoro*, marca cuatro grandes pilares para alcanzar a ser «libres y responsables»:

- aprender a ser,
- aprender a conocer,

- aprender a hacer,
- aprender a vivir juntos,

y añadí, por considerarlo pertinente, aprender a emprender.

Lo primero, por tanto, es que se ejerzan sin cortapisas las facultades exclusivas de los seres humanos y que todos actúen en virtud de sus propias reflexiones y nunca al dictado de nadie, ni movidos por emociones, fanatismos, supuestos dogmáticos...

Aprender a conocer. La información se convierte en conocimiento mediante la reflexión. Es necesario conocer en profundidad la realidad, porque sólo de este modo puede, en su caso, transformarse en profundidad. De otro modo, los cambios pueden ser superficiales, epidérmicos, incluso sesgados. Por eso, es necesario que contemplemos el conjunto y no únicamente aquellos aspectos que son fugazmente iluminados por los medios de comunicación. Es preciso cerrar los ojos y ver los invisibles, todo aquello que no forma parte de la noticia que, por su propia naturaleza, versa sobre lo accidental. «En la medida en que seamos capaces de ver los invisibles, dijo el Prof. Bernard Lown en su investidura como Premio Nobel de la Paz en 1985, seremos capaces de hacer los imposibles». Imposibles hoy, posibles mañana, si aprendemos a conocer y, en consecuencia, a hacer, a poner en práctica el conocimiento.

El conocimiento es siempre positivo, la aplicación puede no serlo. Puede, incluso, atentar contra los principios éticos esenciales. No todo lo factible es admisible y, por tanto, es necesario que sepamos siempre distinguir entre el «aprender a conocer» y el «aprender a hacer», ya que es, repito, en la puesta en práctica del conocimiento donde pueden cometerse grandes errores, incluso grandes horrores.

Aprender a emprender. He contado con frecuencia que cuando llegué a Oxford en 1966, a trabajar en el laboratorio de bioquímica que dirigía el Premio Nobel Prof. Hans Krebs, me interesó mucho leer en el emblema del Condado las siguientes palabras: «*Sapere aude*», atreverte a saber. Pensé que encajaba muy bien en lo que Oxford representaba ante el mundo científico: hay que atreverse a saber. Cuando regresaba, después de más de un año pensaba que atreverse a saber es muy importante pero tal vez todavía más «saber atreverse». En efecto, el riesgo sin conocimiento es peligroso, pero el conocimiento sin riesgo es inútil. Es preciso, para ampliar el conocimiento, para ir «descubriendo» las capas que ocultan un nuevo aspecto de la realidad, saber contemplarla desde

distintos ángulos y con diferentes lentes. «Investigar es ver lo que otros ven y pensar lo que nadie ha pensado», me dijo el Prof. Hans Krebs, que unía a su saber bioquímico una extraordinaria sabiduría. La investigación, la ciencia es ver lo que otros también pueden ver —acuérdense de Fleming— y pensar lo que nadie ha pensado todavía, ver la realidad de otra manera y poder hacer deducciones imaginativas porque tenemos tiempo para la reflexión y para la creación. Esto sólo pueden facilitar las escalas superiores de coordinación, incentivando a las empresas —por supuesto—, pero también facilitando la actividad de los científicos. Por tanto, hablemos de ciencia, tecnología, empresa y sociedad, pero sin olvidar el Estado, el gobierno y el poder político.

Aprender a vivir juntos, recordar cada amanecer que el plural de «yo» es «nos-otros». Es esta «solidaridad intelectual y moral» la que debemos tener permanentemente en cuenta para que contribuyamos a ser artífices de un mañana basado en el gran principio ético, raíz de todos los derechos humanos: la igual dignidad. Todos iguales en dignidad.

Es con esta responsabilidad que tenemos que contemplar y diseñar nuestro futuro individual y colectivo. Hoy ya es posible, por primera vez en la historia, la participación ciudadana. Hasta hace unas décadas no podíamos expresarnos. Los seres humanos eran invisibles, anónimos, espectadores... Hoy pueden pasar de ser súbditos a ciudadanos plenos que expresan sus puntos de vista libremente. Este gran adelanto permitido por la tecnología digital debe ser aprovechado porque, como sucede en todo, hay usos y abusos nocivos que deben descartarse. Deben y, actualmente, pueden descontarse, ya que, al fin, existe la posibilidad de que sean «los pueblos» —como acertadamente se inicia la Carta de las Naciones Unidas— los que tomen en sus manos las riendas del destino común, en una oportunidad histórica que no debe soslayarse.

Ser... comprometidos, implicados, cuidadosos con el entorno ecológico y, desde luego, con el ser humano... No olvidar nunca que no se trata sólo de cambiar de una vez la mano alzada por la mano tendida, sino que se trata también de escuchar, de aprender de la sabiduría acumulada en la experiencia vital de cada ser humano. Escuchar, incorporar saberes y experiencias para actuar lúcidamente, para poder no sólo aconsejar sino anticiparnos, ser vigías del mañana. El pasado debe conocerse con la mayor nitidez posible, pero ya está escrito. En cambio, el por-venir está por-hacer y la mayor responsabilidad de todo ser humano es contribuir a

que, utilizando la capacidad de anticipación, puedan ponerse en práctica los diseños del futuro que anhelamos.

Por fin, los científicos advirtiéndolo a la gente de la necesidad apremiante de detener, antes de que sea demasiado tarde, el grave deterioro de la habitabilidad de la Tierra.

¡Por fin, los más conscientes de la urgencia de los cambios radicales a los que «los mercados» se oponen sin pensar en el error histórico que cometerían las generaciones presentes si dejaran como legado a las venideras un planeta desvencijado e irreparable!

Ser libre, ser responsable, consciente de estas cualidades que le permiten ser «los ojos del universo», los únicos seres vivos apercebidos de su existencia y de su entorno, los únicos dotados de consciencia, capaces de sentirse solidarios y de reconocer su responsabilidad en garantizar el legado que deben transmitir, tanto conceptual como físicamente, a las generaciones venideras.

Existe una enorme presión mediática que nos aturde, que no nos permite estar atentos para argumentar científicamente nuestros puntos de vista. Nos distrae, nos uniformiza, hasta llegan a conseguir que los sentimientos y las emociones prevalezcan sobre la razón. Es necesaria urgentemente una reapropiación del tiempo, disponer todos los días de unos momentos en que *seamos nosotros mismos y actuemos responsablemente*.

Es preciso reponer los valores fundamentales en el centro mismo de los referentes que guían el comportamiento cotidiano, para que sea la sociedad civil la que tome en sus manos las riendas del destino común. El «nuevo comienzo» será el punto de partida de una gran inflexión histórica que se avecina: la transición de la fuerza a la palabra.

Para que se cumplan estos propósitos es indispensable sentir a la humanidad como un punto de referencia supremo, formar *una conciencia global*, con el fin de poder permanentemente *conocer lo que sucede* a todos los seres de la Tierra, promoviendo sentimientos de solidaridad.

Se trata de aspectos que deben trascender los límites del Gobierno y del partido político que lo detenta, pues son temas que van más allá de lo que podríamos llamar programas de Gobierno... El COVID-19 nos ha puesto de manifiesto que son asuntos que atañen a todos los países, porque, al final, todos somos «ciudadanos del mundo»... de un mismo mundo...

Los Parlamentos, que son los que tienen la legítima representación de los ciudadanos, deben desempeñar un papel fundamental en la coopera-

ción entre todos los actores que intervienen en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, estableciendo las prioridades que mejor corresponden a ese país en ese momento. Esto no supone dejar de lado el carácter universal de la ciencia, pero esta debe concentrarse en solucionar —o aliviar cuando la solución no es posible— problemas a escala local.

Quiero destacar la importancia de *la comunidad científica*. Para que la cooperación científica y tecnológica sea adecuada tiene que existir una fluida relación entre científicos y medios de comunicación con el fin de que estos últimos comprendan que la investigación científica, que el desarrollo, que la ciencia y la tecnología son esenciales para poder enderezar las presentes torcidas tendencias de nuestro mundo. El científico debe aportar a los decisores elementos basados en el rigor científico. Esta tarea debe hacerse con la debida coordinación: la comunidad científica debe procurar tener una voz, dar respuestas coherentes, ser rigurosa por encima ideologías y partidos.

En efecto, la comunidad científica no debe estar en una torre de marfil. En la medida en que no tengamos capacidad de anticipación y prospectiva poco podremos hacer para tener un prestigio y una capacidad de interlocución suficiente ante los ciudadanos y la sociedad en su conjunto.

Tenemos una conciencia planetaria; el número de mujeres en la toma de decisiones se incrementa, y los medios de comunicación digitales permiten, rápidamente, que los seres humanos pasen de ser invisibles a visibles, de anónimos a identificables.

Federico Mayor Zaragoza
12 de octubre de 2020

**LOS ORÍGENES DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA
EL AVANCE DE LA CIENCIA (AEAC)**

La génesis del grupo CURIE

Borja Sánchez y Emilio Muñoz

Hace 3 años los dos arriba firmantes estábamos completamente inmersos, ensimismados, enfrascados, incluso en cierta medida imbuidos del sentimiento de estar pergeñando «algo» importante en forma de un grupo de debate sobre política científica llamado grupo CURIE. Este grupo se concibió sobre la base de unos valores que fueron la colaboración intergeneracional e interdisciplinar cocinada a fuego lento, sazónada con toques de serendipia y con una buena guarnición de convergencia evolutiva intelectual. En román paladino, que dio la casualidad de que coincidimos una serie de personas con un objetivo común: recuperar el concepto de política científica, totalmente destruido por las políticas de austeridad que siguieron a la crisis financiera de 2008.

Este grupo de personas, de diferentes generaciones, ámbitos y puntos de vista comenzó pronto a producir reflexiones que fueron publicadas en la sección de *Ciencia en Sociedad* de la revista online *Sistema Digital*. Todos estos artículos respondían al principio de buscar la interpenetración de los términos ciencia y sociedad, tratados en conjunto y no como una mera yuxtaposición de los mismos, y sobre todo a buscar una solución para la ciencia española.

Entre Emilio y yo, vamos a tratar de contarles la creación de este grupo desde nuestros puntos de vista, muy complementarios. Para ello

tenemos que remontarnos a 2017, cuando hacía pocas semanas que había tomado posesión de una plaza de Científico Titular en el IPLA-CSIC donde investigaba la comunicación molecular entre péptidos y proteínas extracelulares de las bacterias de nuestro intestino y el sistema inmunitario. En marzo, estaba sentado para embarcar en el aeropuerto de El Prat, esperando por el enlace que debía llevarme de Barcelona a Ámsterdam donde se celebraba un congreso internacional sobre probióticos. Desde hacía tiempo los aeropuertos y los aviones se habían convertido en uno de los sitios más eficaces para escribir artículos, pero aquel día iba a ser diferente. Llevaba tiempo dándole vueltas a escribirle una carta al entonces aspirante a la Secretaría General del PSOE Pedro Sánchez, y allí en aquel aeropuerto decidí escribirla. En dicha carta traté de transmitirle mi preocupación (compartida por gran parte de la comunidad científica) acerca de la notoria dejadez de la política con la ciencia, el bajo nivel de cultura científica entre nuestros gobernantes y su al menos aparente ignorancia en temas científicos. Aún teníamos muy reciente la encuesta de la FECYT sobre percepción social de la ciencia y la tecnología (2016), que dibujaba una sociedad española de espaldas a la ciencia, pero que, sin embargo, tenía a la profesión científica como una de las más valoradas. Volviendo a la carta, le sugería al entonces candidato Pedro Sánchez prestarle importancia al programa de ciencia destacando su potencial importancia para nuestro desarrollo como país, importancia de sobra demostrada en otras economías similares a la nuestra.

Mi carta nunca llegó a manos del actual Secretario General —al menos no me consta—, pero a través de la intermediación de Adrián Barbón, M.^a Luisa Carcedo y José Félix Tezanos, llegó a manos del profesor Emilio Muñoz. Entre otras cosas, descubro que Emilio había sido Director General de Política Científica entre los años 1982-1986, Director General de Investigación Científica y Técnica entre 1986 y 1987, Secretario General del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico entre 1987 y 1988 y Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1988-1991). A pesar de que por aquel entonces yo no tenía mucha idea de política científica (lo digo como si ahora tuviera mucha), sí que conocía la labor política desarrollada en los años 80, en lo que fue una de las épocas de despegue de la ciencia y tecnología españolas. Recibí la contestación de Emilio a mi carta un mes después, en forma de email con dos archivos adjuntos, que incluían los datos de los participantes de

un grupo de trabajo al que se le había encomendado la dotación de contenido científico al programa de Pedro Sánchez.

La contribución de este grupo se publicó, bajo el epígrafe de «Un compromiso con la Investigación y la Ciencia», en las páginas 31-32 del programa con el que Pedro Sánchez concurrió a las primarias en 2017. Para mí fue una alegría descubrir tal hecho y a raíz de él yo mismo, con la colaboración de Armando Menéndez Viso (Director del Departamento de Filosofía de la Universidad de Oviedo), elaboramos de una forma mucho más modesta la parte científica del programa con el que Adrián Barbón accedió a la Secretaría General de la Federación Socialista Asturiana.

Volviendo al email de contestación de Emilio, los intercambios de mensajes y pareceres entre ambos continuaron y un mes después, aprovechando una reunión en Madrid, me acerqué al CIEMAT a conocerle en persona. Hoy, más de tres años después, identifico ese encuentro como el punto de inflexión en mi trayectoria científica. Si bien hasta el momento me venía dedicando a quizás la parte más exploratoria de la ciencia, la investigación, descubrí de la mano de Emilio otra parte sustancial de la misma que es la política científica, la cual hoy en día entiendo tal y como definía Edward Shils, como el «esfuerzo deliberado de influenciar la dirección y la tasa de desarrollo del conocimiento científico por medio de la aplicación de recursos financieros, dispositivos administrativos y educación y formación, en tanto que todos ellos sean afectados por la autoridad política». Algún día revisitaremos esa definición, donde hay grandes ausentes como el importante rol que la sociedad debe tener en muchos —sino todos— los procesos de creación científica, pero que hoy por hoy define muy bien algo que sospechaba: si algo puede cambiar las cosas en la ciencia española, eso es la política. En aquella primera conversación con Emilio y tras algo más de media hora discutiendo sobre la vigencia actual de algunas de las palabras utilizadas hace más de un siglo por Santiago Ramón y Cajal en su libro *Reglas y consejos sobre la investigación biológica. Los tónicos de la voluntad*, me propuso continuar con el liderazgo del grupo que había elaborado el programa de política científica de Pedro Sánchez. Acepté sin pensarlo, tal vez porque si me lo hubiera pensado me habría pesado la responsabilidad de no estar a la altura.

En ese grupo comenzamos a debatir sobre los recortes en ciencia de los últimos años, también sobre la inexecución de grandes partidas pre-

supuestarias. El grupo fue creciendo progresivamente con participantes pertenecientes a distintos ámbitos de la ciencia, desde el sector privado al público, desde las ciencias experimentales a las ciencias sociales, pero con el denominador común de estar posicionados en el espectro político que va desde el centro a la izquierda. Con alguna excepción que era bienvenida. La actividad de nuestro grupo comenzó a ser tan abundante que, al cabo de los meses, decidí dotarnos de identidad y escogí el nombre de CURIE, como acrónimo de *Científic@s Unid@s por la Reactivación de la Investigación en España*. Quién nos iba a decir que otro sustantivo muy relacionado con esa R —reconstrucción— iba a ser también el término usado por la Unión Europea para el mecanismo con el que pretende financiar los cambios estructurales de la época post COVID-19 de la mano de dos transformaciones: la verde y la digital. Bajo el nombre de CURIE quedaba reflejada la importancia de hombres y mujeres en ciencia, las ventajas de las relaciones intelectuales e intergeneracionales, y yo reconocía de forma pública toda la labor realizada por Emilio durante los años 80 con la R de reactivación.

En el seno de este grupo hemos debatido sobre el análisis de los recursos destinados a I+D+i, de noticias negativas sobre el estado de la ciencia española publicadas no sólo por distintos medios, sino por organismos como Eurostat, el INE, la OCDE, hemos compartido iniciativas como *#CienciaenelParlamento* o la *Marcha por la Ciencia*. Nuestras reflexiones, además de en *Sistema Digital* (incluido el número 249-250 de la revista, dedicado por entero a la *Ciencia en Sociedad*), han sido recogidas en medios de comunicación nacionales, en periódicos, radios y también participamos en la elaboración del *Informe sobre la Ciencia y la Tecnología en España* de la Fundación Alternativas¹.

Pero lo que es más importante, el grupo CURIE fue el germen para la creación de la *Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC)* —gracias sobre todo a la iniciativa de Amaya Moro y de Carmen Andrade—, una asociación que nació con el objetivo de promover el diálogo entre ciencia y sociedad a través de cuatro pilares: *i)* recuperar la obligación de los poderes públicos de promover la ciencia y la investigación científica en beneficio del interés general, tal y como recoge el artículo

¹ Vicente Larraga (coord.) (2017), *Informe sobre la ciencia y la tecnología en España*. Fundación Alternativas. <http://www.fundacionalternativas.org/las-publicaciones/informes/informe-sobre-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana>

44 de la Constitución Española; *ii*) desarrollar actividades para acercar ciencia y sociedad; *iii*) promover un pacto social por la ciencia, y *iv*) recuperar el concepto de la ciencia como derecho humano, recogido en el artículo 27 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos (ONU, 1948). Una asociación con un carácter inclusivo e incluyente y que, tal y como hizo la *American Association for the Advancement of Science (AAAS)* en su día, acepta como socia a cualquier persona, física o jurídica, del ámbito científico o no, siempre que tenga interés por la ciencia y quiera situarla, en España, al nivel que se merece.

Personalmente haber participado activamente del nacimiento del grupo CURIE me ha servido para crecer como científico, conocer a personas con visiones de la ciencia muy complementarias a la mía, interesarme por el diseño de políticas científicas que incluyan y tengan en cuenta a la sociedad, que proponga otro modelo de gestión y una mayor influencia de la comunidad científica, y más recursos, pero utilizados de una forma eficaz. Estoy muy orgulloso de ver, tres años después, lo que ha logrado el grupo CURIE; ahora sí que está el germen de cambio en nuestra política, un germen que debe ir más allá de mensajes vacíos para lograr que la inversión en I+D+i aumente, pero lo haga de un modo inteligente. La COVID-19 ha venido a cambiar muchos paradigmas, aunque nos enfrentamos a una crisis que no es financiera, es sanitaria, social, económica, de oferta y demanda, todo a la vez y es muy difícil prever o anticipar el destino, pero de lo que estoy seguro es que la ciencia y la innovación serán la palanca que nos lleve ahí, a un destino más verde, más digital, más inclusivo, más saludable. Es todo un honor para mí haber sido parte de esta historia.

Borja ha escrito con fidelidad, entusiasmo y la brillantez que le caracterizan este relato y me pide que yo dé mi versión y me propone firmar con él. Debo decir muy pocas cosas más. La primera que cuando recibí la carta que había dirigido al hoy presidente del gobierno de España, pensé que había descubierto un diamante que era muy fácil de pulir, si nos encontrábamos y empatizábamos, para que fuera discípulo y heredero de lo poco o mucho que yo hubiera hecho por la política científica de este país.

El encuentro en el CIEMAT fue un éxito y como se describe en el texto, le encargué que liderara el grupo. Iniciaba así un experimento en política científica único a mi juicio en la historia de España. Bien

es verdad que yo tuve en cierto modo una experiencia similar, cuando Alejandro Nieto, a la sazón presidente del CSIC (1980), me propuso ser vicepresidente encargado de política científica, portafolio nunca atribuido antes como tal en el organismo.

El experimento para mí era muy sencillo, animar a Borja a lanzarse a la arena política. El resto corría a su cargo y los resultados, todavía en los primeros pasos, están a la vista de lo que su filiación indica. Por lo tanto, firmo con sano orgullo.

La Asociación Española para el Avance de la Ciencia: una iniciativa diferente y oportuna

Borja Sánchez,

El pasado 23 de abril de 2018 presentamos en el CIEMAT la recién constituida *Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC)*². Fue un acto de algo menos de 3 horas donde l@s que allí intervinimos coincidimos en la importancia de alcanzar un gran pacto social como preludio a recuperar el apoyo de las Administraciones públicas que la ciencia tuvo en otras épocas. A ojos de un científico cuesta entender cómo es posible que nuestro sistema científico y tecnológico no cuente con el soporte que debiera merecer de una economía como la española. Máxime cuando las series históricas de otros países industrializados muestran la importancia de la inversión en I+D en el desarrollo económico y en el mantenimiento del estado del bienestar. Estos temas serán objeto de debate durante los próximos meses, ya que es necesario reunir en torno a ellos el mayor consenso social y científico posible si de verdad queremos cambiar algo en quienes tienen la responsabilidad de legislar al respecto. Me refiero a los políticos.

En este artículo voy a tratar de narrarles cómo un grupo bastante «inter» (intergeneracional, interdisciplinar e intergénero) ha decidido embarcarse en la aventura de crear una AEAC, y también de esbozarles

² Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC). <http://aeac.science/>

cuáles son algunos de nuestros objetivos. Pongámonos en antecedentes. El año 2017 fue bastante prolijo en cuanto a iniciativas que perseguían inducir cambios en la política científica de nuestro país. Algunas de ellas como #CienciaenelParlamento³ siguen en marcha con notable éxito, y otras han conseguido llevar 275.000 firmas al Congreso de los Diputados⁴. Sin embargo, y protestas mediante, la situación de la mayor parte de la comunidad científica se ha ido complicando durante los últimos siete años debido principalmente a la desmesurada burocracia y continuo control de gasto que impiden por ejemplo ejecutar el dinero presupuestado en I+D. Por si fuera poco, la entrada de la Ley de Contratos del Sector Público no ha hecho sino añadir más trabas a nuestra labor científica. La situación resulta cuanto menos curiosa: si tanto consenso político existe en torno a la falta de apoyo al sistema público de I+D, si existen tantas ganas de cambiar esta situación, ¿qué es lo que está fallando?, ¿nuestros representantes políticos?, ¿la comunidad científica?, ¿la sociedad española?, ¿todos?

Con estas preguntas en mente tuve el gusto de recoger, a finales de mayo de 2017, el testigo ofrecido por Emilio Muñoz para mantener un grupo de debate sobre política científica. Este grupo fue creciendo en efectivos y pronto se hizo necesario otorgarle una identidad, un nombre. Escogimos CURIE como acrónimo de *Científic@s Unid@s por la Reactivación de la Investigación en España*; en el anterior capítulo⁵ les explicaba el por qué.

A finales de noviembre de 2017 ya se observaba cierta bicefalia en el seno del grupo CURIE, en tanto en cuanto coexistían dos iniciativas: la primera la de formar una AEAC política pero no partidista a imagen y semejanza de la *Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS)*⁶, y la segunda la de estudiar vías para incrementar la participación de la comunidad científica en la vida política (considero personalmente que la retirada paulatina de científicos del ámbito político es una

³ <https://twitter.com/cienciamento>

⁴ Nuño Domínguez (2018), «275.000 personas exigen más inversión en ciencia en el Congreso». *El País*, *Materia*, 12 de abril. https://elpais.com/elpais/2018/04/11/ciencia/1523449792_401044.html

⁵ Véase capítulo: *La génesis del grupo CURIE*, por Borja Sánchez y Emilio Muñoz.

⁶ *American Association for the Advancement of Science (AAAS)*. <https://www.aaas.org/>

de las principales causas de la situación desoladora en la que se encuentra la ciencia en España). El caso es que ambas iniciativas perseguían, cada una a su manera, colocar de nuevo a la ciencia en la agenda política. Y en este punto, donde uno esperaría que en virtud del ego que suele caracterizar a la comunidad científica cada iniciativa tirase por su lado, decidimos unir fuerzas y darle el empujón definitivo a la AEAC.

Entre nuestros objetivos a corto, está alcanzar primero un pacto científico por la ciencia y la tecnología para después abordar un pacto social. Y qué mejor año para iniciar esta aventura que 2018, en el marco del 40 aniversario de nuestra Constitución. No olvidemos que el artículo 44.2 recoge la obligación de los poderes públicos de promover la ciencia y la investigación científica en beneficio del interés general. Desde la AEAC queremos luchar también por el reconocimiento de la ciencia como un derecho humano, como así lo contempla el artículo 27 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos (ONU, 1948). Quisiera recordar en este punto que la concepción e implementación de la AEAC ha sido una idea eminentemente femenina: propuesta por Amaya Moro desde Baltimore y adoptada casi inmediatamente por Carmen Andrade quien consiguió que unos pocos nos adscribiésemos rápidamente a la idea.

Como les proponía en el título de este artículo queremos hacer las cosas de una forma diferente. Para ello hemos abierto nuestra asociación a toda la población, a cualquier persona que quiera participar en ella, sea científica o no. En el seno de la AEAC está la convicción de ser una entidad eminentemente transversal y horizontal, intergeneracional, aglutinante de científicos y ciudadanos sin importar su ideología, incluyente e inclusiva, con proyección política pero no partisana. El camino hacia el tan ansiado pacto social por la ciencia puede ser una AEAC liderada por científicos y con el sólido apoyo de la sociedad.

El acto de presentación del día 23 suscitó un debate en torno a muchas de las cuestiones que afronta nuestra sociedad ante los retos que impone el actual cambio de paradigma tecnológico y ante el panorama de desolación científica. Debo resaltar que este debate es muy urgente en España si queremos que nuestro país no sea vagón de cola en los ámbitos científico-tecnológicos y se convierta en mero consumidor de los éxitos industriales de otros. De entre los temas y preguntas que surgieron durante ese debate, fue muy interesante la observación de uno de los allí presentes (que me perdone porque no pude retener su nombre) y que planteó una pregunta que probablemente mucha gente no se haga: ¿qué

culpa tenemos los científicos de la actual situación de crisis en la ciencia española?

Desgraciadamente estimo que tenemos una gran parte de la culpa por dos sencillas razones. En primer lugar, nos hemos ido desentendiendo totalmente de la política científica (salvo contadas excepciones), siendo este un tema que merece un estudio histórico comparado. Nos hemos dedicado a protestar pero no hemos pasado a la acción. Uno de los mantras que debemos quitarnos de encima es que los científicos estamos sólo para asesorar. No señor, también estamos para participar. En segundo lugar está el hecho de que, a pesar que desde la órbita científica se han planteado numerosas iniciativas para tratar de paliar en la medida posible la actual situación, no hemos sido capaces ni de coordinarlas ni de alcanzar un gran pacto científico al respecto. Antes de un pacto social por la ciencia necesitamos primero un gran pacto científico. Y por científico, por ciencia, no sólo me refiero a la investigación que es en lo que un servidor se ocupa, me refiero a su gestión, a su administración, a su divulgación, a su enseñanza, a su aplicación. Tod@s estamos llamados a adscribirnos a dicho pacto científico, una de las primeras iniciativas de la AEAC⁷.

Les animo a respaldar y a apoyar a la AEAC convirtiéndose en soci@s de la misma⁸; nuestras actividades tienen el objetivo de lograr cambiar las cosas de una forma diferente y oportuna.

⁷ Véase Apéndice: *Propuesta de Acuerdo de las Comunidades Académica, Científica, Artística, Literaria, Intelectual en suma, para liderar la movilización ciudadana y llevar a cabo, antes de que sea demasiado tarde, los cambios radicales que son exigibles.*

⁸ <https://aeac.science/hazte-socio/>

Líneas estratégicas para los primeros pasos de la AEAC

Borja Sánchez

El pasado día 26 de noviembre de 2018 celebramos dos actos de importancia estratégica para el futuro de la *Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC)*. En primer lugar la Asamblea, la primera, en la que los socios allí presentes y aquellos que delegaron sus votos aprobamos las cuentas y ratificamos a la nueva junta directiva. Partiendo de la base que somos una asociación emergente y con (aún) poco respaldo social, se plantean tres retos: en primer lugar qué es la AEAC, en segundo lugar cómo queremos que sea en el futuro, y en tercer lugar, cómo se plasma todo esto en un programa y un itinerario. Y sobre todo, cómo llegamos a toda la ciudadanía con nuestros mensajes.

Para definir lo que es la AEAC cito una reciente conversación con Emilio Muñoz quien me recuerda cuál es nuestro mensaje central. Cito textualmente «La AEAC es una asociación CÍVICA que necesita a TODA LA CIUDADANÍA para reflexionar y proponer soluciones en las cuestiones críticas: cambio climático, pobreza infantil, empleo y juventud, sostenibilidad ambiental, sociedad digital y sus dimensiones: técnica, ética, social y política». Cómo conseguir aterrizar esto en el terreno estratégico es lo que tenemos que conseguir buscando acciones innovadoras y la implicación de la sociedad, sobre todo si queremos que la AEAC sea, en el futuro, una asociación que fomente el valor de la ciencia y su uso responsable en políticas públicas, que promueva la educación en Ciencia

y Tecnología para toda la ciudadanía y que inculque el pensamiento y el método científico. Queremos que la AEAC incremente el peso de la ciencia en política, favoreciendo no sólo una política basada en la evidencia, sino asesorando y participando en cuestiones críticas como las anteriormente citadas o las vacunas, *big data*, inteligencia artificial, *blockchain*, etc. Y por último, queremos una AEAC que haga de la comunidad científica una fuente de inspiración para las futuras generaciones, es decir, que haga la ciencia atractiva a quien quiera dedicarse a ella. Esto sólo se consigue con un respaldo social amplio, con una implicación de la ciudadanía a todos los niveles y, por supuesto, con un ánimo de colaboración y altruismo que a mi modo de ver es esencial. Nosotros estamos aquí para que las personas que vengan detrás lo tengan más fácil.

Con respecto a la estrategia de la AEAC para los próximos 3 años, clave para captar e implicar socios en nuestras actividades, hemos identificado una serie de acciones donde cualquiera puede colaborar, bien sea participando directamente o coordinando grupos. La lista de objetivos puede ser consultada en la web de la AEAC⁹. Digamos que la estrategia global es empezar a coordinar grupos civiles de *soci@s/voluntari@s* con los que, poco a poco, afianzar a la AEAC en la visión que describíamos anteriormente. Para ello esta asociación necesita conseguir un gran respaldo social, y por eso hemos debatido y aprobado en asamblea una nueva fórmula para atraer a más socios: podrán ser socios gratuitos las personas con edad menor o igual a 22 años, así como las personas desempleadas, y se establece un único tipo de cuota de 45 € anuales. Os recuerdo que cualquier persona puede ser socia de la AEAC: cualquiera, sin excepción, y que ello te habilitará a participar activamente en nuestras actividades, como publicar en nuestra revista o proponer y coordinar proyectos relacionados con la ciencia y su difusión, entre otros.

Lo que todos tenemos que entender es que sólo desde la base de un gran respaldo social una asociación como la AEAC puede posicionarse allí donde queremos y tener capacidad de influencia sobre la voluntad política, de tal forma que en el futuro nunca más nos tengamos que ver en la situación tan desastrosa en la que una serie de decisiones políticas a mi modo de ver desafortunadas sumieron en el desastre a gran parte de la comunidad científica. Eso no puede volver a pasar y por eso su participación, ciudadano, ciudadana, es más importante que nunca. Y tenemos

⁹ <https://aeac.science/objetivos/>

que ser conscientes a qué sociedad nos dirigimos: no hay más que echar un ojo a alguno de los datos de la encuesta de percepción social de la ciencia 2018, elaborada por FECYT. Tal y como recogía el investigador del CNB Lluís Montoliu en su cuenta de Twitter (@Lluismontoliu), la Ciencia y la Tecnología interesan sólo al 16,3 % de las personas encuestadas, es decir a 1 de cada 6. Pero lo más grave es que un porcentaje elevado (40%) consideran que los perjuicios derivados de la ciencia son superiores a sus beneficios, que el 43,4% piensan que los antibióticos no curan infecciones bacterianas, o que el 79,2% no aumentaría el presupuesto en CyT si tuviese poder para ello.

Pero también podemos sacar conclusiones importantes, sobre todo al respecto de cómo recibe la ciudadanía la información científica. Esta llega mayoritariamente a través de la televisión y de las redes sociales (60-70%) lo que contrasta con otros medios de comunicación como los libros o la prensa escrita (3-6%). Tomemos nota, sesgos aparte, esta es a la sociedad a la que nos dirigimos. Sabemos cómo y a través de qué canales, sólo queda perseverar en el esfuerzo y esperar que lo que sembramos hoy dé sus frutos mañana. Si la profesión de científico sigue tan bien valorada pero aún tenemos esta brecha entre ciencia, tecnología y sociedad... ¿qué es lo que nos falta? No podría decírselo, pero seguro que en el trabajo del día a día de la AEAC y sus voluntarios tenemos la respuesta. Trabajemos en ella y por ella, porque sólo con una asociación cívica pro-ciencia fuerte podremos llevar la ciencia y la tecnología al lugar que se merecen en nuestro país.

**CIENCIA Y CIUDADANÍA.
LA CIENCIA SE ABRE A LA PARTICIPACIÓN
CIUDADANA**

El cambio climático ante el futuro del planeta: cultura científica, ética de la responsabilidad y participación ciudadana

Emilio Muñoz

Como se indica en este capítulo seguimos las iniciativas del presidente de la AEAC, Federico Mayor Zaragoza, que ha liderado y promovido en la web de la Asociación, la publicación de manifiestos y declaraciones abiertas a la adhesión de instituciones, comunidades, colectivos y personas, en los que se expresaban las preocupaciones por los riesgos de carácter irreversible que amenazan al planeta, entre los que el cambio climático ocupa una posición preeminente. Como defensor rotundo del multilateralismo, el profesor Mayor abrazó con entusiasmo los acuerdos de la Conferencia de las Partes o Cumbre de París, en la que se alcanzó un momento histórico en la geoestrategia del cambio climático, que se ha visto quebrado después por las actitudes populistas y anticientíficas de mandatarios internacionales. Posteriormente, la ONU, dentro de la Agenda 2030, ha hecho públicos los Objetivos del Desarrollo Sostenible, a los que se han adherido instituciones y gobiernos democráticos, y han sido defendidos asimismo por la AEAC.

Todas estas iniciativas geoestratégicas han coincidido con un creciente activismo ciudadano de denuncia del cambio climático y de apuesta por la defensa de la Tierra con notable implicación de las jóvenes generaciones movilizadas por la interesante y controvertida figura de Greta Thunberg y que han ido ganando apoyos más o menos explícitos de partidos políticos, gobiernos y estados democráticos.

Personalmente y en tanto que científico dedicado en los últimos treinta años a los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad e implicado en los análisis de las dimensiones y dinámicas éticas de la ciencia y sus políticas me he interesado por las cuestiones del calentamiento global y sus repercusiones sociopolíticas desde los inicios de los efectos de los gases de efecto invernadero sobre la capa de ozono hasta la emergencia del problema del cambio climático como influencia de la acción humana, es decir bajo la perspectiva antropogénica asociada a la propuesta de la comunidad científica de la palabra Antropoceno. He publicado artículos esporádicamente en respuesta a encargos o como reacción a momentos de particular intensidad e interés social o político por tema.

Este artículo, que se escribió en los momentos álgidos del movimiento juvenil y de la declaración del partido demócrata estadounidense del Green New Deal como objetivo estratégico, se edita por tercera vez, tras su primera publicación en el Boletín Sistema Digital y en la sección Ciencia en Sociedad y republicado en la web de la AEAC coincidiendo con la Conferencia de las Partes sobre Cambio climático celebrada en Madrid para recoger la prevista celebración en Santiago de Chile.

Aunque parezca que el cambio climático se ha oscurecido ante la tragedia de la pandemia de la covid-19, su importancia sigue y se incrementa porque las hipótesis sobre las posibles relaciones entre ambos acontecimientos siguen vivas.

Estimo que es un momento oportuno para presentar algunas reflexiones sobre el gran reto global al que se enfrenta nuestro planeta: el cambio climático. En esta sociedad dominada por la preeminencia de la imagen y el fenómeno viral que mueven las redes sociales hay que preconizar pensar sobre el problema y sus consecuencias no por inciertas menos trascendentales. No hago más que seguir la llamada de Federico Mayor¹⁰, presidente de la *Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC)*.

Como suele ser habitual en quien esto escribe, persigo abordar las cuestiones sociales y políticas candentes desde la perspectiva de la ciencia y su método para acreditar conocimientos. La ciencia del clima no es sencilla: no puede realizar experimentos para testar hipótesis, predomina la observación sobre la experimentación, descansa en datos y medidas

¹⁰ Federico Mayor Zaragoza (2019), «Cuando la nave se hunde». *El País*, 6 de febrero. https://elpais.com/elpais/2019/02/05/opinion/1549379975_223348.html

estadísticas y tiene un profundo carácter interdisciplinar e incluso transdisciplinar. Para su comprensión y la subsiguiente acción hay que contar con las contribuciones de la física, la química, la geología, la biología de organismos y sistemas, las ciencias de la tierra, del espacio y del mar, la epidemiología y la salud pública con el complemento indispensable de las ciencias humanas y sociales: sociología, ciencia política, economía, antropología y filosofía.

Dentro del hábitat de las dimensiones y dinámicas científicas del tema pululan una serie de problemas y quiebras de las que enumeraremos algunas. En primer lugar, no existen posibilidades de enseñar ni debatir en las instituciones educativas sobre el cambio climático: sistemas demasiado rígidos, profesorado inadecuadamente reclutado y reconocido, instituciones y pautas arcaizantes son algunas de las barreras.

En segundo lugar, la información que circula en los medios convencionales está vehiculada de modo predominante a través de los programas e informaciones sobre el tiempo meteorológico, que gozan de parrillas importantes y de audiencias apreciables. El problema radica en mi modesta opinión en que la meteorología, que ha alcanzado cotas valiosas en la tecnología que la sustenta y en los conocimientos que produce, se enfrenta a un dilema: suministrar información científica o el miedo a crear alarma social con las secuelas de repercusión económica, social y política. Una tesis personal no contrastada me lleva a plantear que los meteorólogos que creen en el fenómeno del cambio no lo comunican con claridad mientras que aquellos que sostienen dudas en función del escepticismo científico las declaran abiertamente.

En tercer lugar, las estrategias de supervivencia obviamente interesadas por razones económicas de las empresas, más manifiestas cuanto más grandes e internacionales son, determinan una reacción de sus sistemas inmunológicos basada en células, estimulada por el dinero que fomenta alergias viscerales ante cualquier atisbo de ética de la responsabilidad y el compromiso. Como se pudo comprobar, no dudaron en financiar a científicos para contrarrestar por medios informáticos (el «*climagate*») a los proponentes del cambio climático y los efectos antropocénicos. Asimismo ejercen presión sobre los procesos de comunicación para lo que aprovechan estos tiempos de información desbordada para defender estrategias negacionistas.

En cuarto lugar, la economía y la(s) ética(s) se han enfrentado a profundas contradicciones conceptuales y estratégicas. A finales del

siglo pasado e inicios del presente, las organizaciones internacionales y ciertas reacciones sociales advirtieron al mundo empresarial de los riesgos de desconfianza social ante sus prácticas en la maximización de rendimientos. Las instituciones empresariales acudieron a la ética como potencial antídoto y de ello surgió con bastante impacto estratégico, repercusión mediática e incluso apropiación académica, el concepto de responsabilidad social corporativa (RSC), que en corto plazo de tiempo se ha ido disolviendo en el ambiente especulativo que ha caracterizado la visión economicista de la vida (*Homo economicus*). En tiempos recientes, las empresas que aspiran a ser «socialmente responsables» aunque sea como coartada o bayética¹¹, han encontrado una nueva invocación regeneradora. Me refiero a su adscripción a los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), iniciativa de Naciones Unidas lanzada en 2015 alrededor de la Agenda 2030. Siento ser de nuevo un aguafiestas, pero albergo serias dudas acerca de la factibilidad de los 17 ODS mientras se mantenga como indicador principal del éxito de un país o de cualquier entidad política el producto interior bruto (PIB). Llevamos ochenta años de esta dictadura instrumental, insegura científicamente, falaz por su exclusión ideológica e injusta social y ambientalmente. En 2008 Sarkozy propuso refundar el capitalismo¹² pero luego ha sido tildado ese esfuerzo de «broma macabra», la OCDE trató de acompasar el esfuerzo por los mismos años también sin éxito. Recientemente David Pilling, editor para África del *Financial Times* y autor del libro *El delirio del crecimiento* ha publicado un artículo en *El País* (suplemento *Ideas*) con el título *El PIB y su gran error de cálculo*¹³. Entre valiosas consideraciones que justifican este título demoledor cabe destacar: «el peso que instituciones como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional han tenido en la adopción del PIB a nivel mundial»; son instituciones de sesgo ideológico monetarista, propio del sistema o ambiente economicista de corte neoliberal. Según Pilling,

¹¹ Término que surge por la generosidad de Javier Echeverría para sintetizar el que avancé de cosecha propia para dar cuenta del fenómeno de la «ética como bayeta».

¹² José María Martí Font (2008), «Sarkozy propone refundar sobre bases éticas el capitalismo». *El País*, 16 de septiembre. https://elpais.com/diario/2008/09/26/internacional/1222380007_850215.html

¹³ David Pilling (2019), «El PIB y su grave error de cálculo». *El País, Ideas*, 3 de febrero. https://elpais.com/elpais/2019/02/01/ideas/1549019762_629559.html

la economía como concepto «es un ente abstracto que se trata como si fuera algo separado de la experiencia de un país...»; es decir, «los árbitros de nuestras decisiones políticas son los mismos economistas». El juego de la política económica parece estar viciado, ni siquiera se puede recurrir a un VAR, como en el fútbol. Como señala Pilling «si usamos el PIB para medir el progreso de nuestra economía, la mejora de nuestra vida es a costa del planeta». Y añadido con el Antropoceno como periodo geológico que parece resultar de la acción humana y con su secuela, el cambio climático.

Con un cinismo impresionante y para incidir en las contradicciones de la ciénaga social en la que vivimos, las instituciones y las empresas nos animan a que protejamos el medioambiente con pequeños actos cotidianos. Es lo que denuncia Raquel Seco (*El País*, suplemento *Ideas*)¹⁴, quien se pregunta y con ello nos interpela «¿Están colocando la responsabilidad social sobre nuestros hombros, en vez de asumirla?».

Entretanto en España no dejamos de vivir en el piélago de contradicciones. Con motivo del gobierno salido de la moción de censura en la primavera de 2019, se abrió una ventana de esperanza con la creación del Ministerio de Transición Ecológica y la atribución de dicha cartera a Teresa Ribera, una experta reconocida internacionalmente en el ámbito del cambio climático. El catedrático de Filosofía del Derecho de la Universidad Autónoma de Madrid Francisco J. Laporta ha publicado un artículo de opinión¹⁵ destinado a tal representante política, a la que elogia por su seriedad y rigor. El título interrogativo *¿Una enemiga del pueblo?* ya anticipa un relato insinuante. Expone la lamentable reacción de las fuerzas vivas para cuyo análisis recurre a la analogía con la pieza de Ibsen *Un enemigo del pueblo* para plantear si la ministra Ribera ha experimentado la misma situación que el Dr. Stockman, protagonista de la obra que tuvo que enfrentarse a un dilema del que Ibsen no supo salir con bien: «el conflicto entre los intereses de una ciudadanía poco científica y desconfiada ante la pérdida del lucro que genera el turismo y sus derivas políticas frente a la cultura científica que sustenta al

¹⁴ Raquel Seco (2019), «¿Y tú qué haces contra el cambio climático? El dilema entre responsabilidad individual y colectiva». *El País*, *Ideas*, 26 de febrero. https://elpais.com/elpais/2019/02/25/ideas/1551097226_971802.html

¹⁵ Francisco J. Laporta (2019), «¿Una enemiga del pueblo?». *El País*, 30 de enero. https://elpais.com/elpais/2019/01/28/opinion/1548696647_403289.html

Dr. Stockman convertido en *enemigo del pueblo* y a las exigencias éticas que dicha cultura comporta».

Termino rompiendo una lanza por la ciencia del cambio climático a pesar de las dificultades que su cultivo entraña y su riesgo de convertirse en enemigos del pueblo. Para ese objetivo menciono dos hechos y datos que consagran a sus cultivadores como héroes científicos. En 1995, el químico mexicano Mario Molina, junto con el neerlandés Paul J. Crutzen y el estadounidense Sherwood Rowland fueron ganadores del Premio Nobel de Química por sus trabajos sobre la química atmosférica, la capa de ozono y el papel de los gases de efecto invernadero. Por otro lado, la reciente muerte de Wallace S. Broecker, el primero en alertar sobre el cambio climático en 1975, me ha permitido explorar su carrera científica para concluir que estamos ante un gigante de la investigación científica: sus trabajos han recogido más de 70.100 citas con un *índice h* de 136 y un *índice 10* de 492; y desde 2014, las citas han sido más de 10.700, con *índices h y 10* de 51 y 227 respectivamente. ¡Un científico en el Olimpo de la excelencia!.

Finalmente, quiero hacer una referencia al ámbito socioeconómico y político con dos hechos. Uno, la concesión en 2018 del premio del Comité Nobel a la economía a William D. Nordhaus por sus trabajos sobre la relación entre el cambio climático y el crecimiento. Otro, el movimiento Greta Thunberg¹⁶, una adolescente sueca que empezó por crear la campaña *Fridays for Future* (Viernes por el futuro) —hacer novillos los viernes para exigir acción ante el cambio climático a los políticos, sentados frente a sus respectivos parlamentos— y que se va convirtiendo en líder internacional, extendiendo tal movimiento como mancha de aceite entre los jóvenes por la desnortada (desorientada) Europa desde hace unos años en lo relativo al activismo social ante la pesada bota de la austeridad.

La AEAC quiere prestar particular atención a este movimiento que es un claro reflejo de la relación entre sociedad y ciencia: entre movilización y reflexión.

¹⁶ Marta Montojo (2019), «El movimiento Greta Thunberg se expande por España para exigir a los políticos que frenen el cambio climático». *elDiario.es*, 25 de febrero. https://www.eldiario.es/sociedad/Nace-movimiento-juvenil-estudiantil-Madrid_0_871763608.html

Ciencia ciudadana. Hagámosla juntos

Renata Kubus y Tania Elena González Alvarado

«Ignorantes somos todos, lo que ocurre es que no todos ignoramos lo mismo» dijo una vez Einstein. Incluso si la cuestión clave de nuestro tiempo es supuestamente «ser o no ser... un experto», debemos reconocer que debido a la complejidad de nuestra realidad no podemos pretender saberlo todo. Se puede decir que si en estos tiempos no estás confundido es que no estás pensando con claridad. Porque la noche es oscura y llena de terrores... urgentes y problemas complejos, especialmente cuando están relacionados con el medio ambiente. En muchos casos, no tenemos suficientes datos o comprensión de los procesos subyacentes, especialmente locales, ya que «toda la generalización es falsa», incluso si la ciencia quisiera que fuera al revés.

Hemos dividido la realidad en campos de especialización y esto trae consigo el peligro correspondiente de los árboles que no dejan ver el bosque. «Si los hechos contradicen la teoría, se debe cambiar la teoría... o los hechos». A veces, vamos tan lejos que arrancamos a los árboles y después... todos pueden ver que ya no hay bosque, solo un efecto secundario como la desertificación y el calentamiento global.

Necesitamos dedicar algo de tiempo y esfuerzo, pasando por etapas schumpeterianas de ridiculización, oposición violenta y aceptación de la nueva verdad como evidente por sí misma. Por un lado, algunos lo arreglarán por sí mismos, por ejemplo, construyendo el muro en el norte

o quizás incluso enviando las tropas a Oriente Medio para detener por completo y de una vez por todas las actividades nucleares ilícitas. Por otra parte, siempre contamos con expertos que prometen reducir drásticamente las cifras en cuanto a la temperatura: cambiando su medición de Fahrenheit a Celsius... El problema con el atajo a la crisis climática es que el problema nos ataje a nosotros. Podemos demorarnos, pero el tiempo no se demora...

En el otro lado de la ecuación, nos enamoramos tanto de la lógica y la razón, de la simetría... Todo el mundo ha escuchado, por ejemplo: «lo mismo que te enferma, te hace recuperar la salud». La cuestión está en la dosis. Básicamente, se puede tomar el agua donde se lavó la parte del coche que le chocó en el accidente. Debería ayudar. No se olvide, con azúcar, tres veces al día. En resumen, los principios de la homeopatía, que sigue funcionando aún, al menos en algunos países.

«En teoría, la teoría es mejor que la práctica, en la práctica nunca lo es». Pero tenemos modelos cognitivos para enfrentar lo desconocido, que hasta ahora permitían y están permitiendo al *Homo sapiens* sobrevivir e incluso prosperar. Aún más, el instinto de buscar patrones está aquí para quedarse, tenemos una necesidad integral de darle sentido a la realidad que nos rodea.

Necesitamos hacer algo y con esto no queremos resignarnos a no hacer nada. Todos, los ciudadanos, las masas que piensan, la materia gris, podemos empezar a trabajar para la mente colectiva. No se trata solo de iluminarnos desde la ciencia. Es un aprendizaje transformador que lleva al empoderamiento. La ciencia ciudadana puede ayudarnos a todos, al trabajar con la recopilación e interpretación de datos locales o no (sobre estrellas, contaminación o mariposas). Hay muchos temas para elegir, para la resolución interesante de un problema, primero necesitamos encontrar un problema que nos interese.

La ciencia ciudadana puede y debe de estar presente en todas las etapas de la evaluación de problemas «perversos». A veces, cuando estamos ansiosos buscando una solución, no debemos preguntarnos si la respuesta es correcta. Dejando de lado la serendipia, la cuestión más relevante es tener la capacidad, la diversidad y la amplitud de la mente para formular la pregunta correcta. Los resultados se pueden ver desde diferentes perspectivas de la sociedad como ética, justicia o igualdad.

Debemos aprender que no es tanto la excepción la que confirma la regla. Y el progreso no surge por sí solo. El aprender no es obligatorio...

tampoco lo es la supervivencia. Internet es un medio, en su punto, ni está crudo ni bien hecho, como se diría desde el inglés. Esta participación para dar un resultado válido para la ciencia, los participantes, la sociedad debe calibrarse cuidadosamente. Por lo tanto, debe fomentarse, apoyarse y promoverse. Woody Allen dice que el setenta por ciento del éxito en la vida consiste en estar presente. La oportunidad baila con aquellos que ya están en la pista de baile. ¿Bailamos juntos con ciencia ciudadana? ¡Únase a nosotros en la formulación de la estrategia de AEAC (Asociación Española para el Avance de la Ciencia)!

Cooperar para conocer, para avanzar y por qué no... para ser feliz

Juan Rocha

«En mi soledad / he visto cosas muy claras, / que no son verdad».

Antonio Machado. Proverbios y Cantares.

¿Cabe en menos palabras mayor invitación a la cooperación? ¿Mayor alegato en pro de la interdisciplinariedad?

Convengo con Frans B. M. de Waal en que nuestro éxito como especie lo debemos no tanto a la competencia y la inclinación a la violencia, sino más bien a nuestra aptitud para cooperar¹⁷. Yuval Noah Harari¹⁸ sitúa la principal diferencia de los seres humanos con los primates superiores, concretamente con los chimpancés, en nuestra capacidad de cooperar con extraños en grandes números (millares) de individuos. Ciertamente, los humanos somos seres gregarios, sociales. Nacemos, vivimos y morimos en un entorno social, más o menos amplio, al que pertenecemos y en el que se desarrolla nuestra actividad y pensamiento. Un entorno que compartimos con nuestros

¹⁷ Frans B. M. de Waal (2014), «Raíces del espíritu cooperativo». *Investigación y Ciencia*, núm. 458, págs. 54-57.

¹⁸ Yuval Noah Harari (2015), *Homo Deus. Breve historia del mañana*. Editorial Debate; pág. 52 (*Homo Deus: A brief history of tomorrow*. Editorial Random House, 2015).

semejantes y en el que coexisten disputa y concordia, competencia y cooperación.

Una de las posibles perspectivas desde la que observar la disyuntiva entre confrontación y cooperación la proporciona la teoría de juegos. Uno de los más famosos problemas planteado por ésta es el conocido como el dilema del prisionero, planteado por Albert W. Tucker en 1950. Es un modelo de conflicto entre dos contendientes o *jugadores*, cada uno de los cuales tiene la opción de cooperar o de no hacerlo. La formulación general de este dilema establece que el máximo beneficio global se obtiene cuando ambas partes cooperan (por ejemplo, entre dos presos incomunicados acusados de un mismo delito, cuando ninguno de ellos delata al otro; o en un enfrentamiento armamentístico, cuando ambas partes respetan el acuerdo de desarme mutuo). Si una de las partes decide no cooperar, saldrá beneficiada: el preso delator, que obtendrá una reducción de su condena, o la parte que decide armarse frente a la que mantiene el acuerdo.

En el caso de la ciencia, como en el de muchos otros ámbitos profesionales y también personales, la cooperación entre dos actores suele redundar en beneficio de ambos, como ocurre en el dilema del prisionero. Por el contrario, en caso de que una de las partes decida no cooperar, es posible que salga perjudicada. También lo saldrá la parte que inicialmente haya decidido cooperar, pero con un matiz: normalmente, cualquiera que sea el escenario y la situación, los actores implicados son múltiples; de modo que la intención de la parte con actitud cooperadora podrá plasmarse en una cooperación con otro u otros actores o *jugadores*, por lo que finalmente es probable que termine beneficiándose de su estrategia. Y en caso de que los dos opten por no cooperar, el resultado seguramente será perjudicial para ambos, con el agravante, en el ámbito profesional al menos, de que en alguna otra institución habrá actores que decidan hacerlo.

El vertiginoso progreso tecnológico y la creciente complejidad de las sociedades desarrolladas contemporáneas requieren de una constante capacidad de adaptación a nuevas tecnologías y a entornos cambiantes. En este contexto de rápida obsolescencia, de provisionalidad, de auge de lo efímero, se requiere de las personas y de las organizaciones una constante actualización, un aprendizaje continuado. Y en este entorno inconstante, donde el valor de la experiencia queda a veces refutado, junto a la capacidad de adaptación crece también en importancia la

cooperación como vehículo para el aprendizaje, la innovación y la evolución¹⁹.

En el campo del comportamiento organizacional se habla de *capital social*²⁰, de *inteligencia social*²¹, y se consideran organizaciones inteligentes aquellas que «consiguen que un grupo de personas, tal vez no extraordinarias, alcancen resultados extraordinarios gracias al modo en que colaboran»; aquellas que permiten «desarrollar y aprovechar los talentos individuales mediante una interacción estimulante y fructífera»²². Y la institución ciencia no es ajena a esta circunstancia. De hecho, la investigación científica ha experimentado un significativo aumento de la cooperación y el trabajo en equipo que afecta, con algunas diferencias, a todos los campos de la ciencia²³.

Y es que no sólo la investigación científica, sino multitud de otras actividades, requieren actualmente de un rango de conocimientos y habilidades más amplio que el que cualquier persona o institución pueda poseer a título individual. No obstante, poco provecho puede obtenerse de la cooperación con elementos similares que poseen las mismas destrezas, profesan las mismas ideas y coinciden en los puntos de vista. Este tipo de cooperación puede aportar mayor capacidad de trabajo, mayor *potencia*, y resultar útil para intensificar el esfuerzo y reducir los tiempos en la realización de tareas monótonas o que no requieren de la creación y aporte de nuevo conocimiento. Pero es de poca utilidad en ciencia, ámbito en el que la verdadera cooperación debe llevar inexorablemente ligado el prefijo 'inter'.

Inter-, que según el diccionario de la RAE significa *entre varios*, adquiere así la acepción principal de *entre varios diferentes*, aplicado a

¹⁹ Emilio Muñoz (2016), *La crisis de la sociedad actual y los riesgos de involución*. Editorial Catarata.

²⁰ Término introducido por Pierre Bourdieu en su obra *Outline of a theory of practice* (Cambridge University Press, 1972) (edición en español: *Bosquejo de una teoría de la práctica*. Editorial Prometeo Libros, 2012).

²¹ Término introducido por Daniel Goleman en su libro *Social Intelligence: The new science of human relationships* (Editorial Bantam Books, 2006) (edición en español: *Inteligencia Social: La nueva ciencia de las relaciones humanas*. Editorial Kairós, 2006).

²² José Antonio Marina (2004), *La inteligencia fracasada. Teoría y práctica de la estupidez*. Editorial Anagrama.

²³ K. Subramanyan (1983), «Bibliometric studies of research collaboration: A review». *Journal of Information Science*, núm. 6, págs. 33-38.

la interacción o cooperación entre actores con cualidades y capacidades diferentes que se complementan. Cooperación e inter- van estrecha e indisolublemente ligadas. Así, quizás los aspectos más evidentemente asociados a la cooperación sean los de la interdisciplinariedad y la colaboración interinstitucional: la aproximación a un tema u objeto determinado desde el análisis, el foco y la experiencia de diferentes ámbitos de conocimiento y competencia, y con el aporte de diferentes capacidades y culturas organizativas.

Y por supuesto, la colaboración entre personas de diferentes generaciones y de distinto sexo. La experiencia y sabiduría que proporciona la madurez, trabajando codo con codo junto con la vitalidad que proporciona la juventud, y la incorporación de una educación, formación y capacidad que, en condiciones normales, debe aumentar a medida que se suceden las generaciones. Y el pleno reconocimiento e incorporación del género femenino (históricamente ninguneado y marginado, en detrimento de las propias mujeres, pero también, como recientemente estamos comenzando a comprender y valorar, de la sociedad en su conjunto) junto con la interacción entre mujeres y hombres. Muy lejos de la realidad de un mercado laboral que en España relega a los jóvenes, margina y discrimina a las mujeres, prejubiliza la experiencia o peor aún la arrincona en el desván del paro de larga duración²⁴, y expatría el talento²⁵.

Pero además de permitir la yuxtaposición y potenciación de capacidades, la cooperación refuerza otros atributos esenciales para la generación de conocimiento, como son el pensamiento crítico, la evaluación

²⁴ Existe mucha literatura al respecto de estas situaciones. Con ánimo de ser objetivo, y dejar en manos del lector el profundizar y valorar la situación española en estos ámbitos, me referiré a los datos más recientes de la Encuesta de Población Activa del Instituto Nacional de Estadística. La tasa de paro en España en el tercer trimestre de 2018 era del 14,55%, ascendiendo a un 16,22% entre las mujeres y a un 33% en el grupo de edad de menores de 25 años. Un 34,1% de las personas paradas eran de larga duración (estando 2 años o más buscando empleo). [https://www.ine.es/prensa/epa_prensa.htm]

²⁵ El colectivo de investigadores constituye un claro ejemplo de trabajadores cualificados. Los fenómenos de la fuga de cerebros y de las generaciones perdidas han sido tratados recientemente por Amaya Moro en un monográfico de la revista *Sistema sobre Ciencia en Sociedad* («Ciencia y carrera científica». *Sistema Digital*, 2018, núms. 249-250, págs. 59-73).

continua o la creatividad. Como señala Harari²⁶, «las discordancias en nuestros pensamientos, ideas y valores nos fuerzan a pensar, reevaluar y criticar»... «como cuando dos notas musicales discordantes que se tocan juntas obligan a una pieza musical a avanzar». Las «contradicciones son una parte inseparable de toda cultura humana. En realidad, son los motores de la cultura, responsables de la creatividad y el dinamismo de nuestra especie».

Quiero traer aquí un ejemplo al que se recurre en otros capítulos de este libro, el de Santiago Ramón y Cajal. La imagen más habitual que tenemos de él es la del científico solitario frente a su microscopio, como en aquella fotografía autorretrato de 1928. Pero la carrera científica del premio Nobel español probablemente no habría dado tantos frutos de no ser porque supo rodearse de una extensa y cualificada red de colaboradores y discípulos, no sólo en el terreno estrictamente científico. También su intensa actividad en el ámbito de las artes y las letras, de la filosofía, del análisis social y de la política científica y educativa, debe entenderse en el contexto de la extensa red de relaciones de cooperación tejida por el sabio español. Y no sólo eso, sino que la teoría neuronal de Cajal, que interpreta ese universo de neuronas conectadas por dendritas, nos presenta (como acertadamente señala Ignacio Izuzquiza²⁷) «el valor de la relación», como «una visión nueva para pensar lo que sea real» en términos de relaciones y tensiones, mostrándonos «un universo de relaciones», dinámico, «frente a un universo de entidades aisladas y estáticas».

Con 2019 ha comenzado también el trabajo sobre el terreno de la Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC), con diversas iniciativas, acciones estratégicas²⁸ y proyectos participativos y cooperativos orientados a fomentar la comunicación bidireccional ciencia-sociedad. Hay múltiples opciones para cualquiera que quiera sumarse y

²⁶ Yuval Noah Harari (2015), *Sapiens. De animales a dioses. Breve historia de la humanidad*. Editorial Debate; pág. 187 (*Sapiens: A brief history of humankind*. Penguin Random House, 2014).

²⁷ Ignacio Izuzquiza (2016), «Visiones proféticas y realidades nuevas: Cajal científico», revisitado, en José Carlos Mainer (ed.), *Cajal: una reflexión sobre el papel social de la ciencia*. Zaragoza, Institución «Fernando el Católico»; págs. 107-123.

²⁸ Véase capítulo *Líneas estratégicas para los primeros pasos de la AEAC*, por Borja Sánchez.

aportar su granito de arena, junto con la AEAC, al avance de la ciencia en España. Es el modo de ver el trabajo cooperativo que propone la AEAC.

Pero es que, aparte de sus ventajas, la cooperación es, como dijo Bertrand Russell, fuente de felicidad para quien la ejercita: «La camaradería y la cooperación son elementos imprescindibles de la felicidad del hombre normal»²⁹.

Cooperemos pues; interactuemos, intercambiamos ideas, opiniones y experiencias. Seremos más felices y distinguiremos con mayor claridad las cosas «que no son verdad».

²⁹ Bertrand Russell (2003), *La conquista de la felicidad*. Editorial Debolsillo (*The conquest of happiness*. George Allen & Unwin, 1930).

**CIENCIA Y SOCIEDAD.
UNA RELACIÓN BIDIRECCIONAL Y NECESARIA**

El sistema ciencia-sociedad

M.^a Carmen Andrade

Muy posiblemente otros con más recorrido que el mío en la disciplina de la política científica, puedan decir que este binomio de ciencia y sociedad es ya un referente. Sin embargo, permítanme que describa brevemente por qué para mí supone una nueva perspectiva. Hasta ahora muchos de nosotros hemos utilizado el término *sistema ciencia-tecnología* y luego hemos evolucionado al de *ciencia-innovación*, al referirnos a todo el ecosistema de un país que tiene que ver los investigadores, las empresas innovadoras y los fondos y presupuestos dedicados a la investigación.

En el mundo actual, sin embargo, se percibe un interés creciente en la sociedad por la ciencia y las innovaciones, que creo se pueden atribuir en parte no desdeñable, al arrollador avance de las tecnologías basadas en la computación y las comunicaciones. El uso masivo de teléfonos móviles y otras herramientas derivadas lleva a que los individuos se hayan concienciado de lo mucho que la ciencia y la tecnología puede hacer por mejorar sus posibilidades personales y aumentar su confort vital. También han contribuido sin duda campañas específicas de divulgar la ciencia, pero creo que estas campañas estimulan el interés por el conocimiento y no redondean la importancia del binomio ciencia y sociedad.

Estamos en unos años de cambio de paradigma tecnológico y por ello los cambios son muy rápidos. Tendrá un futuro más desahogado aquella sociedad que sea más capaz de generar y asimilar los avances que se pro-

ducen. Para eso tenemos que desarrollar el pacto ciencia y sociedad más allá de la tecnología, porque no todas las tecnologías se pueden aplicar y asimilar a ciegas y tienen lados positivos. También los tienen negativos. Tenemos que tener personas preparadas para filtrar la cara negativa de la moneda. Un ejemplo puede ponerse de forma genérica del siglo pasado con el desarrollo industrial que comenzó a principios del siglo xx. También hace 100 años hubo un cambio de paradigma tecnológico cuando se empezaron a electrificar las ciudades, aparecieron los coches, y un mundo de nuevos materiales aparecieron en el mercado. Ese desarrollo aparentemente tan positivo tenía la cara negativa de la moneda del aumento de los gases de efecto invernadero, por no detallar otros. En la actualidad es fantástico tener al alcance del móvil tantos datos e informaciones, o poder llegar a los sitios desconocidos a través del GPS, pero a la vez tienen, no sabemos bien quienes, un nivel de datos personales que a veces da miedo pensarlo. Saben dónde nos hemos movido cada día y cuáles son nuestras costumbres. Es necesario que la sociedad sea activa en la demanda de un desarrollo, no solo sostenible (no se gasten los recursos que comprometan a las nuevas generaciones) sino también dirigido a responder a las necesidades y anhelos sociales minimizando al máximo los aspectos negativos.

Y es en este punto (y en otros) donde la ciencia pública tiene una razón de existir, porque son los gobiernos elegidos en democracia los que se deben preocupar por averiguar cuáles son esas necesidades, no solo tecnológicas como hasta ahora se decía, sino también sociales, para mantener y orientar el sistema ciencia-sociedad y no solo el sistema ciencia-tecnología o ciencia-innovación. Y ello dentro de los cambios acelerados que han dejado, en mi opinión, completamente obsoleta la organización de los centros de investigación y de las universidades en su faceta investigadora y de transferencia tecnológica. Es necesario repensar todo el sistema con unos ojos nuevos, ojos jóvenes, en cuanto a que no les hipoteque lo que ahora existe, e imaginativos, porque hay que visualizar cómo será esta sociedad dentro de 10-20 años. Si no reorientamos el sistema de la ciencia perderemos el tren de ser capaces de mejorar el nivel de confort social y solo seremos seguidores de las tendencias, pero no sabremos filtrarlas y mejorarlas.

Entiéndaseme que en este binomio ciencia-sociedad también incluyo todo lo que tiene que ver con la investigación de las empresas y que considero fundamental su papel para poder alcanzar que la sociedad sienta

unos beneficios por las inversiones públicas que se hagan en ellas, pero tendrá que ser desde la perspectiva de la responsabilidad social corporativa, que ya se va abriendo paso y es incorporada en la cultura empresarial. No solo nos jugamos el futuro de un medio ambiente más sano y un clima menos perturbado, también causa inquietud la deriva que algunos desarrollos llevan al no poner los límites del interés social a los beneficios económicos. No tengo todas las respuestas, pero el plantearme que el sistema no debe ser solo el de ciencia-tecnología-innovación sino el de ciencia-sociedad me ha abierto unos caminos insospechados que, recorriéndolos, tal vez encontraremos respuesta a cómo debemos organizar y aplicar los fondos públicos dedicados a la investigación.

Co-creación: hacia la integración de la sociedad española en el sistema de ciencia y tecnología

Borja Sánchez

Hace unas semanas caía en mis manos un ejemplar del libro *The Structure of Scientific Revolutions*³⁰ del filósofo americano Thomas Samuel Kuhn; libro que por cierto debiera ser de obligada lectura para todos aquellos que nos dedicamos al mundo de la ciencia y de la tecnología, no porque todos vayamos a estar de acuerdo en lo que dice el autor, sino por hacernos pensar, reflexionar para ver las cosas desde otro prisma. En la comunidad científica estamos muy orgullosos de tener nuestra propia revolución, esa que nos condujo desde épocas oscuras dominadas por el misticismo hasta la ciencia moderna tal y como la conocemos hoy en día. Muchos autores coinciden en señalar la publicación de *revolutionibus orbium coelestium*, de Nicolás Copérnico, como el inicio de esa revolución científica, y de hecho fue una obra muy transgresora y tachada de sacrílega. Posteriores aportaciones de los que vinieron después, como Galileo, Newton, Bacon, Darwin, Pasteur... consiguieron que las contribuciones individuales de cada una de ellas marcaran una época en la que el conocimiento acerca del funcionamiento de la naturaleza fue acumulándose, imprimiendo en la sociedad una sensación de progreso.

³⁰ Thomas Kuhn (1962), *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press.

Kuhn denomina a este proceso de acumulación paulatina de descubrimientos científicos como *ciencia normal*. El propio autor detecta, sin embargo, épocas puntuales en las que ocurren nuevas revoluciones o cambios de paradigma, tras las cuales el proceso de acúmulo de nuevos descubrimientos vuelve a comenzar al cuestionarse todo lo relativo a la, a partir de entonces, vieja ciencia. En su argumentario, Kuhn defiende que el verdadero avance de la ciencia no se produce realmente por la mera acumulación de datos y observaciones, sino por la visión e interpretación que los científicos hacemos de los mismos y que tiene mucho que ver con los cambios de paradigma. Es decir, no es tan importante el acúmulo de datos en sí sino la forma en la que los vemos e interpretamos, sobre todo después de un cambio en las normas establecido por esas revoluciones. Algo así nos está pasando a los microbiólogos tras el descubrimiento del microbioma, ¿es o no un nuevo órgano humano?

Pero de lo que quiero hablarles en este artículo es de toda una revolución científico-social que está en marcha ante nuestros ojos. Se trata de los esfuerzos a través de los cuales varios sectores de la comunidad científica estamos tratando de implicar a la sociedad en el propio concepto de progreso científico. Aunque hasta ahora el ciudadano de a pie era, en el mejor de los casos, un consumidor de ciencia, diferentes iniciativas persiguen desplazar gradualmente esta tendencia hacia la de convertir a nuestra ciudadanía en un actor activo del proceso de creación científica. No en vano es el contribuyente quien financia las políticas científicas públicas, ¿por qué no animarle a participar en todo el proceso persiguiendo así una mayor transparencia y una mayor efectividad del sistema?

Para el mundo científico el cambio de rol de la sociedad supone todo un cambio de paradigma: pasar de ver a la sociedad como público objetivo a considerarla como una sociedad innovadora, plenamente integrada en los sistemas de I+D o de I+I, como prefieran llamarlo. Este nuevo rol de la sociedad necesita, del lado de los gobiernos, la actualización o el desarrollo de sistemas de gobernanza y de ética adecuados que incluya no sólo al sector público, sino también al resto de actores implicados como las empresas. Esta revolución ya está en marcha, y en España nos enteraremos antes o después, por lo que es muy importante que dispongamos los medios para integrar a la sociedad tanto en los procesos de ciencia como en los de innovación (la famosa

I+I europea), así como en todas las políticas y actividades relacionadas con la ciencia. El interés de potenciar esta integración es muy sencillo: aumentar el valor, calidad, relevancia y sobre todo la aceptación social y la sostenibilidad de la investigación, en todas las áreas de conocimiento.

Quizás la derivada más importante de este cambio de paradigma vaya a ser la progresiva implementación, en la práctica, de procesos de co-creación. Este término se refiere a la colaboración de distintos colectivos en procesos de investigación y de innovación en búsqueda de un beneficio mutuo, una especie de simbiosis social, y constituye una de las armas más potentes con las que contaremos los científicos durante los próximos años. En Europa ya existen proyectos que están investigando los resultados que pueden obtenerse de diferentes procesos de co-creación. Un ejemplo de estos procesos son los laboratorios vivos (*Living Labs*), que son entornos donde creadores y usuarios, o científicos y ciudadanos, pueden realizar pruebas reales con la finalidad de crear (es decir co-crear) productos o generar resultados innovadores. Este es por ejemplo una forma de acercar no sólo la ciencia y la tecnología a la sociedad, sino de conocer de primera mano cuales son las demandas principales de esta última. La Comisión Europea denomina a estos sistemas como Alianzas Público/Privadas/Personas o PPPP (*Public Private People Partnership*), y tienen en su base tanto el propio proceso de co-creación como el hecho de integrar a la sociedad en actividades de experimentación, de exploración y también de seguimiento y evaluación de las propias propuestas científicas y tecnológicas.

A nivel europeo tenemos proyectos en curso que están explorando la co-creación dentro del programa Horizonte 2020. Uno de estos proyectos es SCALer³¹ que a través de diferentes instrumentos persigue desarrollar marcos para la diseminación y escalado de los procesos de co-creación a través de las políticas europeas de innovación, así como integrar estos nuevos procesos en otros proyectos europeos en marcha. Otro proyecto es ORION³², que explora posibilidades para hacer la investigación científica más participativa implementando procesos de

³¹ SCALer (*SCALing European Resources with industrial symbiosis*). <https://www.scalerproject.eu/>

³² ORION (*Open Responsible research and Innovation to further Outstanding Knowledge*) <http://www.orion-openscience.eu/tags/co-creation>

co-creación, y tomando como marco de trabajo la denominada ciencia abierta (*Open Science*). Este concepto es muy importante desde el punto de vista legislativo ya que uno de los objetivos de la ciencia abierta es asegurar que los sistemas de gobernanza de la ciencia son los adecuados a cada momento y situación, lo que en la Comisión Europea se denomina Investigación e Innovación Responsables (RRI). Esto a su vez quiere decir que estos sistemas de gobernanza, y sus políticas, deben ser responsables y sensibles a las necesidades de la sociedad, para lo cual es imprescindible involucrar no sólo a la comunidad científica, sino al resto de partes implicadas (incluyendo a la sociedad) en todo el ciclo de vida de la investigación: desde la concepción de los proyectos a la disseminación de los resultados, pasando por la selección de qué proyectos deben ser financiados. Y también con respecto a la accesibilidad de los resultados.

¿Dónde estamos en España? Como siempre por detrás salvo alguna excepción, que como las meigas, haberlas «haylas». Tengamos en cuenta que en España tenemos aún la Ley de Ciencia de 2011 por desarrollar, una Ley que ya se ha quedado obsoleta para el nuevo planteamiento de integrar a la sociedad en procesos de co-creación científica y tecnológica, sobre todo en el articulado de su Título III³³. No obstante, alguno de los instrumentos para la integración del binomio ciencia/sociedad sí que vienen recogidos, como el Artículo 37 donde se habla de la difusión científica en acceso abierto, que entronca directamente con la política europea de *Open Science*. Existen otros grandes hándicaps en nuestro sistema de ciencia, empezando por un modelo de gestión dentro de la Administración General del Estado que no es el más adecuado, pero no por urgencias podemos ser insensibles a este giro, a este nuevo cambio de paradigma de integración de la sociedad en la ciencia. Sólo juntando a diferentes actores podemos desarrollar nuevos mecanismos de investigación e innovación, nuevas formas de ver la ciencia y por tanto nuevos útiles de progreso. Es el momento de sincronizarnos con Europa y disponer de los instrumentos adecuados que faciliten la puesta en marcha de procesos de co-creación. La comunidad científica española ya está en ello, con iniciativas como la Asociación Española para el Avance de la Ciencia, una asociación ciudadana pro-ciencia y pro-tecnología. ¿Se

³³ Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/l14-2011.html

hará lo propio desde el Gobierno después de dar el tan importante paso de recuperar la ciencia a nivel ministerial? Parece ser que se va en la buena dirección, y como dijo nuestro Ministro de Ciencia, Innovación y Universidades el pasado 12 de julio de 2018, en su discurso ante el Congreso de los Diputados «tenemos que garantizar que la ciencia financiada con fondos públicos sea accesible». Que así sea, es un buen comienzo.

Ciencia, ciencia, ciencia, ciencia, más ciencia, por favor

Juan Rocha

En el capítulo de este libro titulado *Ciencia en sociedad: Cajalicemos España*, Emilio Muñoz manifiesta su admiración por la figura de Santiago Ramón y Cajal, premio Nobel de medicina en 1906, al que califica como «gran figura de la ciencia, quizás la más significativa, completa e influyente [...] de la historia de la ciencia moderna en nuestro país». Y destaca Muñoz el hecho de que la actividad científica de Ramón y Cajal fue realizada totalmente en suelo español. Ejemplo de responsabilidad y compromiso con la ciencia española el de Don Santiago. Y no sólo con la ciencia, sino con muchas otras cuestiones para con su país³⁴. En su texto, Emilio Muñoz cita asimismo a Severo Ochoa de Albornoz, también científico español, igualmente premio Nobel. Pero en este caso, con una actividad investigadora realizada en el extranjero, sobre todo en Estados Unidos.

No habían pasado dos años desde la muerte de Don Santiago en octubre de 1934; nos situamos en septiembre de 1936, recién comenzada la Guerra Civil española. Severo Ochoa y su mujer, Carmen García Cobián, abandonan España y se trasladan a Alemania, como relata

³⁴ Enriqueta Lewy (1987), *Santiago Ramón y Cajal: el hombre, el sabio y el pensador*. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Severo en su texto *La prosecución de un hobby*³⁵, en busca de las condiciones que le permitieran «llegar a ser un científico». Aun estando Alemania «dominada por el furor nazi» y habiendo dejado de ser, en palabras del propio Ochoa, el país que tanto le había atraído en anteriores estancias científicas, el Nobel español se instala en el laboratorio de un antiguo colega, donde consigue seguir desarrollando su actividad investigadora.

Quiero detenerme aquí en una anécdota —que califico como tal por poco conocida, no por circunstancial o poco relevante— ocurrida a Severo Ochoa en aquellos años. Recibe una carta de la embajada de Franco en Berlín, expresando la sorpresa por su estancia en Alemania y no en España sirviendo a su país. Carta a la que Ochoa contesta que «como científico yo servía a mi país mucho mejor estudiando en Alemania, país que debía su grandeza en gran medida al avanzado estado de su ciencia y tecnología». Respuesta tras la que no vuelve a tener noticias de la embajada.

Este acontecimiento en la biografía del premio Nobel español tiene, desde mi punto de vista, al menos dos significados obvios y relevantes. Por un lado, Ochoa relaciona explícitamente la grandeza del país anfitrión con el avanzado estado de su ciencia. Y por otro, ejemplifica a la perfección que la implícita importancia de la ciencia, por su aplastante evidencia, es capaz de convencer y desmontar cualquier argumento hasta de las mentes más... (utilice cada cual el adjetivo que le parezca más apropiado).

Aun así, seguimos necesitando hacer explícitos argumentos que infiltren de forma inequívoca y permanente en la sociedad el convencimiento de la utilidad de la ciencia y la irrenunciable necesidad de apostar por ella.

Habrá quien todavía piense que no hace falta que invirtamos en ciencia, en pagar a personas que se dediquen a ella, en mantener costosísimos centros de investigación. Podemos aprovecharnos de los descubrimientos de otros científicos en otros países. Efectivamente, puede ser un argumento; no muy original, por cierto: ya lo puso Miguel de Unamuno en

³⁵ Severo Ochoa (1980), «The pursuit of a hobby». *Annual Review of Biochemistry*, núm. 49, págs. 1-30 [edición en español: «La prosecución de un hobby», en Mariano Gómez-Santos (ed.), *Severo Ochoa. Escritos*. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1999, págs. 51-92].

boca de Román, personaje de su obra *El pórtico del templo*: «Inventen, pues, ellos y nosotros nos aprovecharemos de sus invenciones».

Pero bueno, ¿quieren verlo en términos económicos? Pues vamos allá. El pasado año 2015, miles de personas se manifestaron en las calles de Madrid pidiendo que la sanidad pública suministrara a las personas enfermas de hepatitis C los nuevos —y costosísimos, por cierto— medicamentos que habían demostrado su enorme efectividad en la cura de esta enfermedad. Digna y lícita reclamación, por supuesto. Aunque reacias en un primer momento, finalmente las autoridades sanitarias accedieron. ¿Conocen el coste que esta medida tuvo para la sanidad pública? Se estima que por encima de 700 millones de euros. Bien empleados, nada que objetar por mi parte; muchos lectores sin duda estarán de acuerdo. ¿Saben a dónde fueron a parar? Pueden imaginarse que fundamentalmente a los laboratorios farmacéuticos propietarios de las patentes de estos medicamentos. No es mi intención criticar aquí el sistema de patentes: los laboratorios tienen derecho a amortizar sus inversiones en investigación. ¿En qué condiciones?, ese es otro tema.

El anterior es sólo un ejemplo de lo que sucede con otros medicamentos, con otras tecnologías, resultantes de la investigación científica y tecnológica. ¿Saben cuánto dinero perdemos el conjunto de la ciudadanía por cada euro que dejamos de invertir en ciencia? O planteado a la inversa, ¿cuál es la repercusión económica —por no hablar en términos de bienestar, desarrollo, empleo, etc.— de cada euro invertido en investigación? Yo tampoco lo sé con exactitud. Pero méditenlo, téngalo en cuenta si en algún momento consideran aplaudir las inversiones en determinadas infraestructuras de dudosa utilidad, o en determinados programas emitidos en canales de televisión públicos. O cuando se ufanen de tener la liga de fútbol más importante del mundo, la que paga los más astronómicos fichajes.

Al fin y al cabo, como escribió Max F. Perutz, otro premio Nobel exiliado de su país: «Los científicos han cambiado nuestra forma de vida más drásticamente que las estrellas de televisión, los hombres de Estado y los generales, pero el público conoce poco sobre ellos más allá de la caricatura del ermitaño sin pasiones luchando con intrincados problemas que no puede explicar sino en una jerga incomprensible»³⁶.

³⁶ Max. F. Perutz (1989), *Is Science necessary?* Editorial E. P. Dutton (edición en español: *¿Es necesaria la ciencia?*. Editorial Espasa Calpe, 1990).

Sólo se ama lo que se conoce. Quizás sea mucho pedir a los ciudadanos y ciudadanas que estudien ciencia con fruición, que profundicen en los más intrincados problemas científicos. Pero desde esta modesta atalaya les invito a que no duden en aproximarse a los contenidos científicos —existen estupendas publicaciones, canales de televisión, programas de radio, blogs, etc. de divulgación científica, para todos los públicos, algunos tremendamente interesantes, incluso divertidos—; a que se acerquen a conocer algunas de las instituciones científicas más cercanas, en su propia ciudad, provincia o comunidad autónoma —muchas de ellas organizan periódicamente jornadas de puertas abiertas, visitas guiadas y actividades de lo más interesante—; a que lean sobre la historia de la ciencia y las biografías de científicos —existen biografías y pasajes históricos dignos de la más absorbente de las novelas o guiones cinematográficos³⁷—.

Y, sobre todo, miren a su alrededor, cada día, desde la mañana a la noche, e intenten descubrir en su vida diaria la multitud de objetos, tecnologías, circunstancias, que nos hacen la vida más fácil, más agradable, más segura, más sana, mejor comunicada, y que están ahí gracias a la ciencia, a la investigación científica y tecnológica.

Y luego, decidan en qué prefieren que los políticos y responsables de la gestión de los fondos públicos inviertan los dineros de todos. Y exíjanselo.

³⁷ Un libro recomendable es el de Michael White, *Acid tongues and tranquil dreamers: Tales of bitter rivalry that fueled the advancement of science and technology* (edición en español: *Lenguas viperinas y soñadores tranquilos. Rivalidades que estimularon el avance científico*. Editorial Espasa-Calpe, 2002).

**CIENCIA Y VALORES.
CIENCIA POR Y PARA UNA SOCIEDAD
MÁS RESPONSABLE, ÉTICA, IGUALITARIA Y JUSTA**

Los problemas de inmediatez: conflictos entre convicciones y responsabilidades

Emilio Muñoz y Ana Muñoz van den Eynde

Los acontecimientos políticos se desbordan cual torrente en el escenario político español. Torrente que se nutre también de aguas internacionales. Nos sentimos impelidos a elaborar otra reflexión sobre el periodismo y la relación política, discurso que entra en ramificaciones sobre la indiscutible conexión entre ética y política. Como dato sensible se puede acudir al programa que dirige Javier del Pino en la SER (de las 8 a las 12 horas) el día de la manifestación de las «derechas» el 10 de febrero de 2019.

De acuerdo con la base del método científico, primero se ofrece una síntesis de los hechos desde la perspectiva de que uno de nosotros (EM) haya vivido los primeros veinte años en el entorno de lo que se llamó países catalanes al principio de la transición no sin controversia. En términos de lengua, cultura y parte del recorrido histórico, Cataluña ha adquirido una conciencia de nación, con toda la dificultad que encierra este concepto. Recomiendo vivamente sobre estas cuestiones de pertenencia a civilización y nación el último libro de Yuval N. Harari publicado en Debate, *21 lecciones para el Siglo XXI*³⁸ (páginas 115-160). De este libro muy identificado con los principios de la AEAC tomamos estas

³⁸ Yuval Noah Harari (2018), *21 lecciones para el siglo XXI*. Editorial Debate (*21 Lessons for the 21st Century*. Spiegel & Grau, Jonathan Cape, 2018).

citas que contextualizan en nuestra modesta opinión el problema: «el nacionalismo no es una parte natural y eterna de la psique humana y no está basado en la biología humana» y en esta línea de su discurso « [...] no es en absoluto natural para ellos (*los humanos*) ser leales a millones de completos desconocidos [...] lealtades en masa han aparecido solo en los últimos miles de años (ayer por la mañana en términos evolutivos) y requiere inmensos esfuerzos de construcción social»: es decir, el conflicto entre Cataluña y su deseo independentista respecto a España es muy próximo en términos evolutivos, y por lo tanto, epidérmico y preñado de emociones, situación muy alejada del ambiente que requiere la «construcción social».

No es sorprendente que este proceso crujiera con motivo del Estatuto de Autonomía de Cataluña de 2006, promovido por el presidente Rodríguez Zapatero y su gobierno en estrecha colaboración con Pasqual Maragall, presidente de la Generalitat (2003-2006) como PSC y luego en giro —difícil de encajar en un relato científico— con Artur Mas, que fue presidente de la Generalitat en 2010, dato quizá relevante a tenor de lo que se expone a continuación. Este Estatuto tuvo un amplio debate en el Congreso fomentado por la Comisión Institucional bajo la presidencia de Alfonso Guerra, dato que marcó diferencias entre el PSOE, el Gobierno del PSOE y el PSC, que no han dejado de tener influencias en los resultados electorales desde entonces tanto en Cataluña como en España. El Estatuto así perfilado fue refrendado por los catalanes el 18 de junio de 2006, sometido a un profundo ataque en las calles españolas por el PP y objeto de un recurso por parte del mismo partido al Tribunal Constitucional el 31 de julio del mismo año. La sentencia del Constitucional se demoró cuatro años, fue deletérea declarando inconstitucionales 14 artículos (8 votos contra dos) y otros 27 sujetos a la interpretación del alto tribunal (6 votos contra cuatro). El texto completo de la sentencia y los cinco votos particulares se dieron a conocer en el BOE del 16 de julio de 2010, hecho envuelto con la manifestación convocada el 10 de julio contra la sentencia bajo el lema *Som una nació. Nosaltres decidim* (Somos una nación. Nosotros decidimos).

Desde entonces el ambiente necesario para la construcción social no ha hecho más que empeorar. El catalanismo que lideró Jordi Pujol, y que fue bisagra para los gobiernos sin mayoría absoluta de Felipe González y José María Aznar, se sumió en shock político con las investigaciones y juicios sobre corrupción que ya denunció Maragall en el Parlamento de

Cataluña con escaso éxito y que la acción policial y judicial fue poniendo de manifiesto, lo que, junto con el problema del Estatuto mencionado, los derivó hacia el independentismo con la contribución decisiva de Artur Mas. El crecimiento electoral del independentismo en las dos últimas décadas ha sido exponencial; la suma de ese catalanismo convulso con denominaciones diversas más Esquerra Republicana y la emergencia de la CUP ha pasado a un 47,4% en las elecciones de 21 de diciembre de 2017 con una alta participación, partiendo del 4,18% de Esquerra en las elecciones catalanas de 1979, en plena ilusión de la Transición.

Es decir, la acción judicial-política del gobierno de Mariano Rajoy ha multiplicado por 10 el porcentaje de voto en cuarenta años, sobre todo desde 2010, es decir, en una década. La zona ambiental para la construcción social estalló en el otoño de 2018 con la declaración unilateral de independencia por el Govern («procés»). Mientras que la aplicación del artículo 155 por este acto (sobre el que no opinamos por razones científicas ya que no tenemos pericia jurídica) no ha mejorado la situación y la marcha de la democracia en Cataluña no es positiva.

La moción de censura que ganó Pedro Sánchez y la configuración de un gobierno en minoría, pero con voluntad de actuar en Cataluña, ha abierto un paréntesis de esperanza para quienes creemos —como científicos— que el aporte de Cataluña a España es muy importante en términos de desarrollo científico y tecnológico, así como para el bienestar económico y social siempre que se practiquen políticas de justa reciprocidad. Tal aporte, en línea con lo apuntado en la cita a Harari, solo puede alcanzarse a través de un proceso de reconstrucción social que requiere negociación y lealtad por parte de todos los actores. Esto, en tiempos de inmediatez, de ambiciones individuales y exceso de intereses individuales o de ciertos colectivos en estado de tensión emocional extrema, suena a utopía.

Para orientar el tema hacia la reflexión que pide el método científico nos atrevemos a avanzar un diagnóstico de lo que se ha desencadenado en una semana enloquecida, del 4 al 9 de febrero de 2019. Centrándonos en el terreno de la ética o de las interéticas, término acuñado por uno de nosotros (EM) que se ha aplicado para integrar esa dimensión del análisis normativo a cuestiones complejas, puede consultarse para más detalle en Google con la entrada «Emilio Muñoz e interéticas»).

Tanto el inicio como el desarrollo se han movido, a nuestro juicio, entre la tragedia y el sainete, han estado salpicados por errores diver-

sos de varios actores, impulsados por la inmediatez y la dificultad de reflexionar entre lo que son las convicciones y los intereses (concepción individualista/egoísta de los agentes implicados) y las responsabilidades (concepción cooperativa/empática de tales agentes). El Gobierno español se ha movido entre la convicción de querer gobernar y para ello de negociar con el Govern con el objetivo de obtener beneficios sociales y políticos y las muchas responsabilidades en las que está implicado. Estas se inician por el representante del PSC, Miquel Iceta, quien ante la inmediatez de una entrevista en TVE3 ha tenido que enfrentarse a un choque entre convicción y responsabilidad, lo que le conduce a enunciar la posibilidad de un alguien (pongan aquí la palabra que les apetezca) que puede ayudar a construir espacio social y político. Inmediatamente, el Señor Torra, presidente de la Generalitat, ve una ocasión propicia para sus intereses y convicción y distribuye el documento de las 21 condiciones que le entregó al Presidente Sánchez en el encuentro del 21 de diciembre de 2018 en Pedralbes, que el presidente Sánchez no hizo suyo, quizá porque dio por supuesto (responsabilidad) que el documento oficial de aquel encuentro es el que acordaron y que se hizo público con cierta solemnidad. Los medios que se habían incomodado porque el documento de las 21 condiciones no se distribuyera por el gobierno vieron al hilo de la declaración de Iceta un maná. En medio de la confusión que generó el Gobierno español representado por su Vicepresidenta se lanzaron a la idea siempre atractiva en términos de rendimiento informativo de la confrontación y la falta de coherencia y de su derecho inmarcesible a la transparencia. Al gobierno le pilló todo de improviso con dificultades de coordinación que muestra, quizá no solo por limitada capacidad sino por estar continuamente ante una agenda muy difícil, multipolar, y se cometieron errores en comunicación y claridad. Es una lástima en términos de eficiencia científico-técnica que no se recurriera a aplicar a los debates éticas profesionales consecuencialistas (costes *versus* beneficios) basadas en valores como la responsabilidad, la empatía y la justicia social.

Eso ha resultado en una situación impulsada por intensas convicciones (las de cada uno, individuo o colectivo) pero con muy matizada, por reducida, responsabilidad institucional y social hacia los demás. Se ha organizado la trapatista de una manifestación que se espera multitudinaria. Y que en términos de análisis científico se convierte en una manifestación contra «algo que no es».

Para terminar, dos reflexiones, una a los medios: «Está muy bien que los medios defiendan su derecho a mantener el secreto de las fuentes como esencial para el ejercicio profesional (*convicción*), pero sería bueno que pensarán en comprender y aceptar el derecho a mantener alguna reserva de información (*temporal*) por quienes negocian y sobre cómo negocian en circunstancias complejas».

Cerramos con otra cita simplificada a Harari en el libro citado (página 241): «Como [...] los expertos en economía conductual y los psicólogos evolutivos han demostrado [...] la mayoría de las decisiones humanas se basan en reacciones emocionales y atajos heurísticos más que en análisis racionales [...] que quizá fueran adecuadas [...] en la Edad de Piedra [pero] resultan tristemente inadecuadas en la Edad del Silicio».

**Y sin embargo.
Poesía, música e indicios de ciencia y sociedad**

Juan Rocha

*De sobra sabes que eres la primera,
que no miento si juro que daría
por ti la vida entera,
por ti la vida entera...*

¡Y vaya si la dieron! La historia está repleta de personas para quienes la ciencia fue el eje central de su vida; científicos y científicas que dieron su vida por la ciencia. Como Marie Curie, física de origen polaco cuya salud fue devorada lenta pero irremisiblemente por la radiación X a cuyo estudio dedicó su vida; hasta su muerte en 1934.

Otros no dieron su vida, se la quitaron. Algunos siglos antes, en pleno Renacimiento, el físico y astrónomo italiano Galileo Galilei sufrió la ignorancia de su época —incluso la de sus pretendidos colegas— y la persecución de la Inquisición, por comprobar con sus observaciones telescópicas la teoría heliocentrista de Copérnico. Es decir, por defender que la Tierra gira alrededor del Sol, y no al revés. Acabó sus días en 1642, condenado a arresto domiciliario de por vida. Pero no es necesario retroceder tanto en el tiempo. En la cercana segunda mitad del siglo XX una joven Dian Fossey, primatóloga estadounidense, se traslada a África para estudiar a los gorilas de las montañas Virunga, con el fin de enten-

der mejor la evolución humana. Murió brutalmente acuchillada en 1985, tras 18 años de absoluta dedicación al estudio de los grandes primates, dejando una reconocida labor científica y conservacionista.

Sin dar literalmente su vida, hubo quienes la dedicaron por entero a la ciencia. Y no siempre a cambio de recompensa ni reconocimiento. Es el caso de Rosalind Franklin, bióloga inglesa nacida en 1920, a quien se le atribuye la afirmación de que la ciencia y la vida ni pueden ni deben estar separadas. Su papel fundamental en el descubrimiento de la estructura de la doble hélice del ADN quedó oscurecido por el machismo patriarcal de la época —que como en muchos otros aspectos de la vida no reconocía la labor de las mujeres— y eclipsado en favor de sus colegas James Watson y Francis Crick. Y no podemos olvidarnos aquí de Santiago Ramón y Cajal, el científico y pensador español premio Nobel de medicina en 1906, que dedicó por entero su vida al estudio de la estructura y función del sistema nervioso y a la promoción de la investigación científica en España.

Son sólo algunos ejemplos. Existen muchos otros, no todos suficientemente conocidos ni reconocidos.

Estamos en pleno siglo XXI, y podemos decir, afortunadamente, que los científicos no tienen que pagar con su vida por realizar su trabajo o por defender sus ideas científicas. Al menos no es ni mucho menos frecuente. Sin embargo, siguen siendo muchos y muchas quienes dedican plenamente su vida a la ciencia.

*Y, sin embargo, un rato, cada día
ya ves, te engañaría
con cualquiera,
te cambiaría por cualquiera.
Ni tan arrepentido ni encantado
de haberme conocido, lo confieso...*

Verso que evoca la situación de ambivalencia de algunos profesionales de la ciencia, de investigadoras e investigadores que en ocasiones se preguntan por qué no eligieron otra profesión, que al menos un rato cada día desearían dejarlo todo y cambiarla por otra. Que se debaten entre el arrepentimiento puntual por haber elegido una profesión tan plagada de obstáculos, de decepciones ante la falta de recursos, de frustración por el resultado insistentemente buscado y no logrado, y la fasci-

nación de una tarea tan apasionante, del ¡eureka!, del resultado por fin obtenido, del conocimiento desvelado, más aún cuando éste tiene una evidente e inmediata repercusión social, cuando contribuye al bienestar de los conciudadanos.

*Porque una casa sin ti es una emboscada,
el pasillo de un tren de madrugada,
un laberinto
sin luz ni vino tinto,
un velo de alquitrán en la mirada*

Pero finalmente compensa. Porque sin ciencia la humanidad seguiría en la oscuridad de épocas pretéritas, continuaría teniendo un velo de alquitrán en la mirada, permanecería en el laberinto del desconocimiento, indefensa ante las emboscadas de los fanatismos, de los sectarismos, de las supersticiones y de la pseudociencia. Porque la ciencia es ese sol que asoma e ilumina ese pasillo del tren que avanza implacable.

Se habrán dado cuenta, claro, de que no son míos los versos que inspiran y guían este texto. Son de un conocido tema de Joaquín Sabina, «ese que canta». Efectivamente, no estamos hablando de un reputado científico, por más que su octavo álbum de estudio se titulara *Física y Química*, y que, cual si de una cita en un artículo científico se tratara, Sabina reconozca haber tomado el título de una frase pronunciada por Severo Ochoa en una entrevista. «El amor es la fundición de física y química» parece ser que respondió el premio Nobel español al ser preguntado por si conocía la clave secreta del amor.

Ejemplo de conexión entre ciencia y poesía, entre ciencia y música; en definitiva, entre ciencia y sociedad.

«Y sin embargo» es un tema de Joaquín Sabina incluido en su álbum «Yo, mi, me, contigo», editado en 1996.

Ciencia, autoridad y prudencia: responsabilidad y convicción

Armando Menéndez Viso y Emilio Muñoz

*«Una injusticia hecha a un individuo es una amenaza
a toda la sociedad».*

Montesquieu

El poder puede entenderse fundamentalmente de dos maneras: como dominio («dominio, imperio, facultad y jurisdicción que alguien tiene para mandar o ejecutar algo», según la RAE) o como capacidad. En las discusiones políticas, suele emplearse el poder en el primer sentido: la lucha por el poder es la lucha por vencer, por someter. En cambio, el uso más frecuente e interesante es el segundo: poder porque se tiene la capacidad de hacer algo: ir a la escuela, acudir a un concierto, correr 42 kilómetros, curar una infección, sostener una red de generación y distribución de energía eléctrica sin interrupciones, cultivar kiwis, designar representantes competentes, pagar pensiones... La proporción de estas dos formas de poder podría incluso definir la justicia de una sociedad: en las más injustas, el dominio alcanza su máxima expresión mientras que la capacidad de hacer se queda en la mínima (excepto para quien tiene el dominio); en las justas, el dominio cede ante la capacidad de hacer y tiene lugar eso que últimamente se llama empoderamiento.

El cultivo de las ciencias es la vía más segura para ampliar la capacidad de hacer y, por tanto, un buen antídoto contra el nudo dominio, pues son ellas las que expanden la potencia de obrar. Poner en órbita un satélite, fabricar pañales desechables con una inmensa capacidad de absorción, vacunar, fumigar, leer..., son formas de expandir lo que se puede hacer que no estarían ahí sin la actividad tecnocientífica. Cuando las ciencias quedan reclusas (por ejemplo, en el secreto de estado o empresarial), pueden aumentar el dominio; cuando se propagan, lo disminuyen.

Ahora bien, la capacidad de acción no es la acción misma y esta última no tiene por qué obedecer a un impulso científico. La mayoría de acciones humanas no cabe dentro de lo modelable científicamente, así que las ciencias sólo alcanzan a respaldar parcialmente lo que se puede hacer. Y más cuando se trata de asuntos complejos. Por ejemplo, si se quiere reducir la contaminación atmosférica en una determinada región, habrá que estudiar en qué consiste esa contaminación, qué la genera exactamente, cuánto costaría reducirla, cómo afectaría a la circulación, a la industria o a la salud de la población, etc. Saber todo eso no determina la decisión, pero, sin un cálculo previo, ésta queda condenada al fracaso. En casi todas las ocasiones, la mejor manera de actuar o los resultados de una empresa no pueden anticiparse completamente. Por eso la ponderación de una acción solo puede resultar justa *a posteriori*. Si quien la realiza tiene éxito, gana autoridad, que crece cuanto más contrario a la intuición haya sido lo hecho. La autoridad no se gana con la mera aplicación del conocimiento preexistente (por eso un ordenador nunca podría tenerla) sino que se labra más bien contra él, incluso en el ámbito científico. Newton, Ramón y Cajal o Marie Curie no cobraron autoridad por dominar el campo científico que estudiaban sino por confrontar el saber previo con los fenómenos no bien explicados por él y suponer realidades que lo desbordaban (la gravitación universal, la neurona, la radiactividad) pero que se revelaron acertadas.

En el ámbito político (en el sentido más amplio del término), la autoridad es más necesaria que en el científico porque el cálculo se queda aún más lejos de anticipar lo que puede ocurrir (por las mayores complejidad e incertidumbre propias de la sociedad humana). A la habilidad para acertar en la incertidumbre se le ha llamado clásicamente prudencia. La persona prudente es sabia, conocedora, experimentada y posee la virtud de acertar. Esa su habilidad de acertar no nace de

la mera fortuna, sino, precisamente, de su ciencia, de su conocimiento. Prudencia y ciencia van de la mano y constituyen condiciones inescapables de la buena política.

Uno de los pilares de la vida política, el poder judicial, declara abiertamente su anclaje en esa virtud con su constante referencia a la jurisprudencia. Como en cualquier otro ámbito, la jurisprudencia, la virtud de acertar en el nidio campo jurídico, no puede establecerse por la mera aplicación del saber preexistente que, sin embargo, es preciso poseer: si es verdadera jurisprudencia, debe ensanchar los límites de lo establecido jurídicamente hasta ella, acertar en lo incierto. Porque, cuando acierta, gana autoridad, con ella respeto y, con este, capacidad de acción: solo una sentencia respetada es a la larga una sentencia eficaz. Pero para eso ha de partir de lo bien establecido (lo conocido, la ciencia) y, además, tener un objetivo que trascienda la mera aplicación de la ley o de la jurisprudencia anterior: debe aspirar a ampliar el alcance de la justicia (precisamente para convertirse en nueva jurisprudencia). El tercer poder del Estado también debe llevar el cálculo hasta donde resulte posible para impulsarse más allá de lo calculable y acertar, haciendo así verdadera política —es decir, interviniendo eficazmente en la vida de la *polis*—. Entre otras cosas para contener el dominio de los otros poderes y otorgar mayor capacidad de acción a quien la tiene mermada por aquél. La prudencia, también la jurisprudencia, exige ciencia, igual que ésta requiere prudencia. Cuando se yerra en las decisiones, se pierde autoridad, que es poder en el segundo sentido, y se alienta el dominio injusto.

El dominio injusto es la antítesis de la democracia liberal y por eso estas reflexiones quieren alarmar sobre el riesgo que corren nuestras sociedades. Las pseudoélites (*pseudo* porque ocupan los llamados «puestos de responsabilidad» no por autoridad, sino por dominio) son incapaces de metabolizar la mezcla de complejidades e incertidumbres que alimenta el discurrir socio-político. Quien tiene la posibilidad de actuar es responsable de lo que hace, también de cultivarse para aumentar sus capacidades, y más en tiempos difíciles. Si este cultivo se abandona, se incurre en irresponsabilidad, que sale a relucir cada vez que algo se hace por mero dominio y sin ninguna autoridad. Por eso procede invocar una vez más a Montesquieu, cuya separación de poderes es una forma de poner coto a los abusos y, con ellos, a la ineficacia. Claro que esta invocación tiene límites, y seguramente solo será recibida por

personas socialmente responsables (prudentes) que alberguen convicciones basadas en evidencias cuanto más sólidas y contrastadas, mejor. Precisamente responsabilidad y convicción es lo que cualquiera puede reclamar, tanto en el ejercicio de cualquier poder como en el de sus interacciones. La irresponsabilidad y la ausencia de convicciones que muestra la circulación por la confusión, la ignorancia o directamente la mentira de las citadas pseudoélites quitan a la ciudadanía el derecho a conocer y por tanto atentan contra la salud, si no contra la pervivencia, de la democracia.

La ciencia ante la desigualdad: el transexualismo, neurobiología y ética

Emilio Muñoz

El movimiento LGTB visto desde la ciencia en tanto que derecho reconocido constitucionalmente y su proyección en la relación ciencia y sociedad.

Contexto

El movimiento científico que se está articulando alrededor del concepto *ciencia en sociedad* y que ha sido invitado por esta plataforma para divulgar sus estrategias y objetivos, pretende recordar que la Constitución Española en su Artículo 44 establece la obligación de los poderes públicos de promover la ciencia y la investigación científica y técnica en beneficio del interés general. No olvidemos que en el año 2018 celebramos el cuadragésimo aniversario de la promulgación de nuestra Carta Magna.

Entre esas estrategias está el favorecer la relación, que debe ser bidireccional, entre ciencia y sociedad con el objetivo de facilitar a la ciudadanía la comprensión de lo que es la ciencia y su correlato, la tecnología, de modo que esa ciudadanía adquiera capacidades para debatir y contrarrestar decisiones políticas que atañen a su bienestar físico y social. Junto a este objetivo genérico, se persigue prestar especial atención a

los seres humanos que experimentan situaciones de conflicto y potencial exclusión social para que puedan entender las razones biológicas, sociales y económicas de tales desigualdades y por lo tanto que mejoren su capacidad de reaccionar ante ellas en búsqueda de la justicia social.

Este texto es una síntesis sobre la situación que rodea al debate sobre el género desde las visiones antedichas. Es evidente que el Colectivo LGTB ha mejorado sus condiciones relativas a la convivencia y el reconocimiento social de modo notable en el mundo occidental y avanzado a lo largo de la segunda mitad del siglo pasado. Particularmente llamativa encuentro la evolución en España durante los cuarenta años transcurridos desde la proclamación constitucional. Paradójicamente, se percibe una reversión de la situación en países como los Estados Unidos con el rechazo del Presidente Trump a los transexuales en el ejército, o en el supuesto entorno democrático de la Unión Europea, en el que hay países del centro y este con líderes políticos y gobiernos que ejercen actitudes discriminatorias de inusitada violencia contra esos colectivos quizá por irradiación y contagio de la Rusia del presidente Putin. Esta involución contrasta aún más con la situación de España en la que no se observa, precisamente en momentos de recortes y ataques a derechos y valores constitucionales. Quizá, ¡ay de los que somos mal pensados!, se deba a que las fiestas del Orgullo Gay derivan en pingües beneficios para los pilares del «desarrollo económico español»: turismo, hostelería, sector inmobiliario, servicios asociados a la cultura del ocio.

La identidad de género y el conocimiento biológico

En todo caso, nuestra tarea es presentar como está el conocimiento biológico sobre la cuestión del género. La revista/periódico *The Scientist*, que se publica mensualmente en papel y que se distribuye casi diariamente en versión parcial online y a la que se accede gratuitamente, ha abordado en su número de marzo de 2018 y en su proyección en la web del 1 de marzo el tema del género con una notable cobertura³⁹. En primer lugar, merece atención el editorial que firma Bob Grant con el título *The Skin we're in*, tomado del documental estrenado el 2 de marzo de

³⁹ The Scientist (2018), *The transgender brain*. <https://www.the-scientist.com/magazine/issue/the-transgender-brain-32-3>

2017 del director Charles Officer, y que aborda de forma controvertida y notable honestidad el racismo en Canadá. Conviene señalar que tanto el documental como el director han sido profusamente laureados.

Bob Grant subtitula su editorial con una pregunta significativa para hacer periodismo científico que es el objetivo de su trabajo: *How can science inform the debate on gender?* (¿Qué puede aportar la ciencia al debate sobre la cuestión del género?). Reconoce Grant que el tema se ha convertido en un asunto candente. Traduzco sus palabras: «Algunos políticos y sus seguidores contemplan el género como una vía para dividir a la gente, limitando los derechos de los transexuales y por lo tanto codificando en la ley juicios morales. A través del espectro político, los legisladores buscan consagrar sus propias creencias, con algunos defendiendo la igualdad de derechos, independientemente de las relaciones (que mantengan) con el sexo con el que se ha nacido».

El editor asume que en asuntos sociopolíticos es poco probable que se logre una solución satisfactoria a lo largo del proceso o de la historia cuando la mezcla de política, religión y cultura lo complican hasta hacer difícil la consecución de una verdad objetiva: invoca acudir a la ciencia, que como tantas veces puede servir de guía en estas controversias.

Con el fin de profundizar en la tarea propuesta, la revista publica el artículo de portada cuya autora es la editora asociada Shawna Williams, que se ajusta a la fórmula habitual de *The Scientist*, el reportaje, y con un título que nos interpela: *¿Son los cerebros de las personas transgénero diferentes de los de las personas cisgénero?* (*Are the Brains of Transgender People Different from Those of Cisgender People?*).

La autora empieza señalando un cambio positivo en la sociedad norteamericana con la aceptación social de celebridades transexuales como Caitlyn Jenner, figura de la televisión y ex deportista y Laverne Cox, actriz. No podemos olvidar que en la ceremonia de los Oscar de 2018, ha recibido el premio a la mejor película de habla no inglesa, la película chilena *Una mujer fantástica*, con una protagonista transexual, Daniela Vega. Sin embargo, es indudable que persisten las reacciones sociales mientras que, como el artículo de S. Williams muestra, todavía no existe una base de conocimiento biológico para entender el contraste entre el sexo natal y la identidad de género. Las investigaciones que han empezado a suministrar datos de interés en esta dirección se apoyan en técnicas biofísicas como la imagen por resonancia magnética nuclear (RMN). Las líneas de indagación sobre la disforia sexual exploran como principal

hipótesis que la diferenciación sexual de los genitales transcurre de forma separada de la diferenciación sexual del cerebro en el útero materno. Ello posibilita que el cuerpo pueda virar en una dirección mientras que la mente se orienta en otra.

Esta hipótesis no cuenta con la unanimidad que requiere la clausura de las controversias para llegar al estatuto de las verdades científicas. De hecho, en la década de 1980, un número significativo de investigadores abrazaron el argumento de que las normas sociales en las que educamos a nuestros hijos constituyen las bases en las que se asientan las diferencias que mueven el desarrollo de las niñas y los niños. Estas líneas argumentales contaron con el evidente liderazgo del psicólogo John Money, aunque algunos de sus arriesgados experimentos cosecharon importantes fracasos.

Hoy día, como subraya el reportaje de *The Scientist*, están bien documentadas las diferencias en el cerebro. Sin embargo, la controversia entre las dos líneas de pensamiento no está saldada y ambas siguen siendo objeto de un intenso debate.

Un dato significativo del reportaje presentado por S. Williams es que se da un peso importante a investigadores muy concentrados geográfica e institucionalmente. El Instituto Holandés de Neurociencias (*The Netherlands Institute for Neuroscience*) y el Centro Médico de la Universidad VU (*Vrije University*) de Amsterdam son el manantial a donde ha acudido la autora del reportaje para encontrar fuentes de investigaciones sobre estudios experimentales con animales sobre la relación entre el desarrollo de los genitales y la adquisición en el cerebro de rasgos masculinos o femeninos así como también sobre estudios anatómicos postmortem de cerebros de transexuales. Otros estudios que se citan provienen de la Universidad Médica de Viena con las investigaciones del neurocientífico Georg Kranz, quien utilizando la técnica RMN ha identificado diferencias en una propiedad de la microestructura de la materia blanca entre sujetos trans y cisgénero. Otros datos interesantes proceden de España a través del grupo del neurocientífico Antonio Guillamón de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), el cual ha presentado resultados sobre el espesor de la corteza cerebral que revelan diferencias en el córtex cerebral de mujeres y hombres, dependiendo de que sean cis o trans. Para la autora del reportaje la opinión prevalente es la de Baudewintje Kreukels de la Universidad VU quien concluye que la identidad de género es fenómeno de gran complejidad: A este respecto apunta que «verosímilmente resulta

de una combinación de factores biológicos, psicológicos y sociales, lo que dificulta encontrar una solución desde una investigación todavía fragmentada y limitada». Una primera reflexión que me surge de este aserto es que para la investigación científica sobre el transexualismo o la identidad de género, se da un conflicto, como también ocurrió en su momento con las enfermedades raras, entre la relevancia del problema (su calidad) para los individuos que le afrontan y el escaso número de ellos que lo experimentan (cantidad): Incidencia psicológica y social para unos pocos frente a los recursos que son necesarios para su adecuada solución por parte de los poderes públicos y de las agencias implicadas en cuestión tan transversal.

Ética y transexualismo

A la luz de la intensidad del problema según se acaba de delinear, parece claro que hay importantes implicaciones éticas en relación con el transexualismo en el seno de la ciencia biomédica y social que debe adentrarse en su solución. Curiosamente tenemos una experiencia española en la que tuve la fortuna de verme envuelto a la que se puede tildar de innovadora. En el año 2001, a instancias del Instituto de Salud Carlos III y con el apoyo científico y estructural de la Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias, se encargó a un panel de expertos presidido por Javier Sánchez Caro un Informe sobre Cirugía de Cambio de Sexo. Asumí la parte correspondiente a las dimensiones éticas y como resultado publiqué un trabajo titulado *Ética y Transexualismo* que figura en el repositorio *Digital CSIC*⁴⁰. Pude contar con un apoyo de información documental importante y con ello realizar el análisis comparado a nivel internacional e interdisciplinar bajo la perspectiva anglosajona en el primer caso y sobre los principios de la ética de la responsabilidad y las éticas utilitarista y consecuencialista en el segundo caso. Es una aproximación esta segunda que ha informado mis trabajos sobre las éticas de la investigación científica en estas dos últimas décadas.

En resumen, *The Scientist*, y quien esto escribe comparten, es decir, han convergido, las tareas de divulgación de la ciencia y la política cien-

⁴⁰ Emilio Muñoz (2001), *Ética y transexualismo. Informe preparado para el Panel de Expertos sobre Cirugía de Cambio de Sexo*. <https://digital.csic.es/handle/10261/1477>

tífica de acuerdo con el método científico. Nos apoyamos en los propios conocimientos, en la búsqueda de datos y contribuciones acreditadas por la propia comunidad, y citando las debidas fuentes. Por lo tanto alejados de la banalidad de la *inmediatez* —en término acertado de Javier Armentia—, de las irreflexivas manifestaciones de creencias, de las falsas verdades o posverdades. Compartimos por lo tanto, valores como la responsabilidad y el compromiso respecto a la misión de educar y culturizar a la ciudadanía responsable. Creemos que la ciencia y sus circunstancias pueden ayudar a conocer y profundizar sobre cuestiones sociales, económicas y políticas de calado y que reclaman debates sustentados en la reflexión y la cultura.

**CIENCIA Y EDUCACIÓN.
DOS INSTITUCIONES QUE APRECIAR Y CUIDAR**

Doctorados y otros frutos universitarios: ¿controlar o apreciar y cuidar?

Armando Menéndez Viso

«¿Qué cosas son ésas? Eso no me lo preguntéis a mí que soy ignorante; doctores tiene la santa Madre Iglesia que lo sabrán responder.

Maestro: Bien decís que a los doctores conviene, y no a vosotros, dar cuenta por extenso de las cosas de la Fe; a vosotros bástaos darla de los Artículos, como se contienen en el Credo».

El doctorado representa el techo de la educación institucional, el no va más de lo que se puede aprender en las aulas, y la madera del árbol de la investigación organizada. Por eso no es de extrañar que enorgullezca cuando se alcanza y escandalice cuando se pervierte. Defender la tesis con éxito honra. Plagiar deshonesto y otorgar un *cum laude* a un trabajo mediocre menoscaba. Para evitar que esto ocurra se proponen ahora controles más estrictos en la universidad, una de las instituciones que más filtros pasa y se impone. ¿Declaraciones juradas, más informes de personas expertas o de tribunales, inspecciones...? Supongamos que tuviéramos un problema similar en otro ámbito: una novelista que reprodujera las tramas de otra, un cantante que solo lo fuera en *playback*, una programadora que copiara sus videojuegos. No hace falta forzar la imaginación para ver que en las artes la mera publicación de las fuen-

tes cercena las carreras plagiarias, ni abandonar el sentido común para admitir que la sanción social, por dura que sea, no basta para evitar que de cuando en cuando vuelva a aparecer alguien que se apropie de la creatividad ajena. La tentación del plagio resulta imposible de erradicar pero su comisión es fácil de señalar. En definitiva, el plagio no es más que un caso agudo y bien visible de la grisura académica, el otro asunto, más complicado, que aquí nos ocupa.

La mediocridad tiene peor arreglo porque, si bien supone un castigo para el cuerpo social que la padece, no es ella misma sancionable: no está bien vituperar un trabajo por su insignificancia ni es posible evitar que la mayoría de lo que se haga parezca mate. Sí se puede, en cambio, fomentar lo sobresaliente mediante su reconocimiento público. Aún más: este reconocimiento es, por definición, el único camino para extraer lo brillante (o lo excelente, si se quiere utilizar un término de curso político). El reconocimiento requiere interés. Vencer en el concurso nacional de entibadores o ganar el campeonato europeo de planchado extremo requiere, sin duda, tesón y habilidad, pero no acarrea fama mundial, no porque planchar camisas en lugares inverosímiles o levantar estructuras de eucalipto en medio de un prado sean actividades criticables, sino porque no atraen atención generalizada. Cuando esta atención se concede, la calidad sale a relucir porque en lo que interesa siempre se exige. ¿Qué formularios y declaraciones tienen que remitir un jugador de baloncesto, una tenista, una parlamentaria, un cocinero estrella, una presentadora de televisión, un actor, una pintora... antes, durante o después de realizar su trabajo? ¿Qué cuerpo de inspección controla los regates, las voleas, la elocuencia, el sabor, la amenidad, la expresividad o el uso del color? Esa no es la cuestión: si no defiende ni anota, no saca bien, no convence, no ofrece buenos platos, es un aburrimiento, no resulta creíble o no atrae las miradas, ese profesional pierde su público. El público no controla la calidad pero la elige, desdeñando lo mejorable y dirigiéndose a lo destacable. Como el doctorado, igual que la investigación en general, apenas tiene público, su calidad no se demanda y, por tanto, solo brota espontánea y raramente.

El plagio y el abaratamiento no constituyen enfermedad alguna en la universidad, sino síntomas de un padecimiento social profundo, que de tan manifiesto se vuelve inconsciente: la indiferencia ante el esfuerzo por saber. ¿De verdad admiramos a quien estudia y envilecemos a quien desea alcanzar su título a toda costa? Quien haya estudiado un docto-

rado sabe que su trabajo tiende a dibujar sonrisas socarronas cuando se anuncia fuera de la academia y no es raro que se alardee de las artimañas para obtener un título (un grado, un certificado de aptitud, un aprobado) por el camino corto, las pocas veces que esto acontece. ¿Por qué? Porque doctorarse no se distingue demasiado de batir un récord Guinness, y hacerlo de cualquier manera no resulta mucho más punible que cruzar en rojo (vale mientras no se cause un accidente). En general, en España el doctorado no se ve más que como una floritura: ¿para qué sirve?; ¿qué puertas abre más allá de los muros universitarios?; ¿qué familia aplaude la decisión de uno de sus vástagos cuando, a los veintitantos, se inclina por embarcarse en una tesis en lugar de buscarse un hueco en el mundo empresarial o mediante unas oposiciones, por ejemplo? Mientras el aprecio social del doctorado no crezca, las tesis doctorales seguirán siendo mayoritariamente romas.

La cita con la que se abren estas líneas cierra la primera parte del *Catecismo de la doctrina cristiana* del jesuita salmantino Gaspar de Astete, seguramente una de las obras más editadas, leídas e incluso recitadas de la historia de nuestra lengua. Y así ha quedado fraguada en el español corriente la consideración que sus hablantes suelen dar al grado más elevado de los estudios universitarios. Sólo el aprecio público permitiría un cuidado (que no control) constante de la calidad de los estudios superiores. Pero un cambio en la percepción del doctorado exige una transformación social profunda, universidad incluida, que no puede darse de un día para otro: las empresas deben entender la conveniencia de contar con doctores en sus plantillas, las familias deben apoyar los estudios doctorales de sus miembros, la ciudadanía en general debe sentir apego por sus investigadores más brillantes, igual que lo hace por sus artistas o sus deportistas. La responsabilidad mayor en esta transformación corresponde, claro, a la propia universidad, que por cierto hoy dedica muchos menos recursos (personal, instalaciones, presupuesto...,) a los estudios de tercer ciclo que a los demás. Si los equipos, institutos y centros de investigación consiguen explicar la labor doctoral, acercarla a los intereses mayoritarios y conducir este interés mayoritario hacia el de la investigación, habrán dado un gran paso en la mejora de los estudios de doctorado. Si las autoridades no académicas y los medios de comunicación se suman a esta tarea (y hay buenos ejemplos), los incentivos para llevar los estudios de doctorado a una mayor calidad aumentarán. Cuando la mayoría crea que Carolina Marín no nos representa mejor (ni

peor) que Margarita Salas, no tendremos que preocuparnos por la brillantez de nuestras investigaciones, igual que, tras años de duro trabajo, no hay razón para dudar de la calidad de nuestro deporte. Introducir «controles» sólo sirve para abrumar más a quien se molesta en pasarlos correctamente, que es precisamente quien no los necesita. Cuidamos lo que apreciamos y lo que cuidamos, por lo general, sale bien. Acciones como las que emprende la AEAC constituyen la vía más breve y segura para mejorar la calidad de nuestros estudios de doctorado, y con ellos de nuestras investigaciones y de nuestras vidas. Mientras esos esfuerzos no lleguen a buen puerto, nos quedaremos en los artículos y recitando credos sin sentido.

Desafíos en la innovación educativa: valores eco-sociales en las enseñanzas de ingeniería

*Domingo Alfonso Martín Sánchez, Ana García Laso
y Jorge Luis Costafreda Mustelier*

Este es un reto afrontado por una serie de personas que creen en la importancia de la innovación educativa. Y que han desarrollado una experiencia en la que ha habido dificultades para su reconocimiento hasta que se encontró el apoyo de una institución americana. Es curioso cómo somos en este país nuestro. Desde la Unidad de Emprendimiento Social, Ética y Valores en la Ingeniería (UESEVI) llevamos más de 10 años desarrollando labores formativas en competencias sociales en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía (ETSIME) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Hemos trabajado en los planes pre-Bolonia con asignaturas de libre elección y seguimos en estos momentos con actividades formativas para el reconocimiento de créditos.

Hemos llegado a desarrollar una estrategia que permite a nuestros alumnos cubrir esa ventana de 6 créditos ECTS (Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos) que pueden reconocer a través de las actividades formativas, sin embargo, no llegábamos a ser reconocidos en nuestro entorno más próximo aun sabiendo que las acciones que realizábamos eran pioneras en una escuela de Ingeniería.

El reconocimiento de nuestras actividades, tanto a nivel de centro como de universidad, llegó cuando la estrategia rectoral dirige su mirada

hacia el mundo de la calidad en un buen intento de mejorar nuestros indicadores y poder aparecer en esos rankings de universidades europeas y mundiales (como es el caso de Shanghái).

Este plan centró la mirada en la agencia de acreditación americana para ingeniería ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*). Dicha agencia, por tener un reconocimiento mundial en el mundo de la ingeniería y contar con un equipo de personal independiente altamente cualificado y procedente, en su mayoría, del mundo privado, reúne todas las cualidades que estábamos buscando. Es prestigiosa, mundialmente aceptada y cuida aspectos tan importantes de la formación de un ingeniero como la dimensión ética.

El sistema de acreditación americano es sensiblemente diferente a nuestros sistemas de acreditación desarrollados por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). Por la parte que nos toca hay una diferencia fundamental, el trato que muestran hacia una competencia esencial para ellos: la competencia ética. Sin esta competencia no es posible la acreditación bajo este sistema y no suele ser muy usual que las titulaciones que se desarrollaron post-Bolonia contemplen estas competencias dentro de los planes de estudios. Es por eso que ha sido tan importante contar con unidades como la nuestra, UESEVI, que aborde de una forma tan directa las competencias sociales que capacitan para superar estas acreditaciones tan selectivas y que tanto ayudan al posicionamiento en los rankings universitarios. En este caso y aunque cueste creerlo, la influencia de la acreditación americana ha contribuido a la mejor configuración de nuestras titulaciones y a la mejor formación de nuestros estudiantes.

Como complemento a la dimensión ética, en nuestro itinerario, hemos integrado una serie de iniciativas como son el *mentoring* y el aprendizaje-servicio (ApS), que configuran a los estudiantes que se integran en el itinerario como ingenieros formados para la innovación social. Esta formación incluye diferentes cursos que moldean su carácter como futuros líderes de empresas punteras en diferentes ámbitos de la sociedad:

A nivel ETSIME:

- **Proyecto Mentor:** la ETSIME ofrece la figura del mentor/a los estudiantes de primero, con la intención de evitar que el salto entre el Instituto y la Universidad sea demasiado brusco. Los alumnos/as mentores reciben formación en cuestiones de inteligencia emocional, escucha

activa, liderazgo y empatía con ayuda del gabinete psicológico asociado a la ETSIME, de forma que puedan asesorar y ayudar a los alumnos de primero durante los meses de inicio de curso.

- **Proyecto Monitor:** mientras que el proyecto mentor es una ayuda a nivel administrativo y logístico, el monitor es una figura que ofrece ayuda académica en algunas asignaturas de primero. Estudiantes de cursos superiores seleccionados por los profesores de cada asignatura, ofrecen un refuerzo de determinadas materias para que el salto entre el Bachillerato y la Universidad no sea tan brusco. La preparación de estas clases de refuerzo se lleva a cabo por medio de la cooperación entre los profesores tutores y los estudiantes monitores, y varía en función de las necesidades. En algunas materias donde se trabaja con equipos y ordenadores los monitores acompañan a los profesores en clase para poder atender a todos los alumnos/as, sin embargo, en otras materias como por ejemplo *Química*, el refuerzo se ofrece fuera del horario de clases con un objetivo muy concreto: repaso de formulación orgánica e inorgánica.

A nivel UPM:

- **Emprendimiento e Innovación Social: Interéticas y Valores:** el objetivo de este curso es que los estudiantes diseñen y defiendan un proyecto de emprendimiento social. Para ello, primero se realizan una serie de sesiones de reflexión y debate con temas de actualidad (medioambiente, economía, sociedad) donde la ética es siempre el hilo conductor. Estas sesiones les permiten ir pensando en una necesidad o una idea para su proyecto. Además, reciben un curso de innovación y creatividad que les ayuda a sacar todo el potencial creativo, así como otro de automatización de procesos con tecnología de arduinos y sensores como herramienta técnica de bajo coste que amplía el horizonte de las potenciales aplicaciones.

- **Aprendizaje-Servicio en la Ingeniería:** consiste en que, a través de la realización de un servicio solidario, los estudiantes aprenden competencias técnicas y transversales. El hilo conductor de este curso son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La ventaja de tomar los ODS como eje transversal, es que permiten acercar los estudios de ingeniería a la realidad consiguiendo un mayor aprendizaje significativo⁴¹.

⁴¹ David P. Ausubel (1963), *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton. Citado en Carles Monereo, Montserrat Castelló, Mercè Clariana, Montserrat Palma y María Pérez (2000), *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Editorial Graó.

Por otro lado, «la investigación demuestra que se retienen mejor los hechos e ideas complejas cuando el conocimiento está vinculado a la experiencia»⁴². Uno de los proyectos de ApS que se está desarrollando desde la ETSIME en colaboración con la Fundación Tomillo es el de *Pobreza Energética*. Estudiantes de las titulaciones relacionadas con energía y arquitectura, realizan auditorías y asesoramiento energético en barrios desfavorecidos de la Comunidad de Madrid. Este proyecto cuenta también con el Ayuntamiento de Madrid, responsable de seleccionar la población afectada para el servicio.

Con respecto a esta última actividad, también hemos tenido avances a nivel nacional. En el año 2017 se firmó un convenio entre el Ayuntamiento de Madrid y las universidades madrileñas para la puesta en marcha de proyectos de ApS a la comunidad en la ciudad de Madrid (Resolución de 11 de septiembre de 2017)⁴³. A pesar de que la UESEVI lleva realizando proyectos de este tipo desde el año 2011, ha sido a partir de este convenio cuando se han podido realizar a un nivel superior en cuanto a responsabilidad, implicación y competencias técnicas a desarrollar.

De esta experiencia innovadora, nos gustaría destacar, a modo de resumen, los siguientes logros.

En primer lugar, la importancia que supone desarrollar competencias transversales —concretamente sociales— en las enseñanzas de ingeniería.

El principal desafío para los educadores es diseñar programas curriculares y proyectos que introduzcan las dimensiones sociales y emocionales en la formación, de manera que se pueda responder a las crecientes demandas y necesidades de los estudiantes en relación a los aspectos

⁴² Pilar Aramburuzabala, Rosario Cerrillo e Inmaculada Tello (2015), «Aprendizaje-servicio: una propuesta metodológica para la introducción de la sostenibilidad curricular en la Universidad». *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, núm. 19(1), págs. 78-95.

⁴³ Resolución de 11 de septiembre de 2017, de la Secretaría General Técnica, por la que se publica el Convenio de colaboración entre el Ayuntamiento de Madrid y las Universidades Complutense de Madrid, Autónoma de Madrid, Politécnica de Madrid, Carlos III de Madrid, Rey Juan Carlos, de Alcalá, Universidad Nacional de Educación a Distancia e Internacional Menéndez Pelayo, para la puesta en marcha de proyectos de aprendizaje y servicio a la comunidad (APS) en la ciudad de Madrid. <https://www.boe.es/boe/dias/2017/09/22/pdfs/BOE-A-2017-10811.pdf>

asociados a valores de esa índole⁴⁴. Por otro lado, se debe contemplar el objetivo de formar ciudadanos responsables con las personas y los bienes comunes que serán su escenario de profesión: el medio ambiente y la sociedad⁴⁵.

El segundo cometido ha consistido en publicitar y procurar extender el trabajo que se realiza desde la UESEVI, dentro del marco de la innovación educativa, como iniciativa que surge en el año 2006, con el fin de promover el análisis y el debate sobre la ética y los valores en las enseñanzas técnicas.

Con voluntad de servicio hacia las empresas, la administración, la política y la sociedad en general, que necesitan contar con enfoques de acción centrado en las personas, se ha difundido el recorrido diseñado por la UESEVI para potenciar el aprendizaje social a través del *mentoring*, el emprendimiento social y la herramienta del ApS. A este respecto, destacamos la institucionalización del ApS en las universidades madrileñas que se produjo en el año 2017. Este hecho es fundamental para poder seguir trabajando en proyectos cada vez más específicos, de mayor envergadura, con mayor resonancia socioeconómica, y orientados a favorecer la inteligencia social.

El carácter experiencial y la dimensión social del ApS nos permite trabajar directamente con los estudiantes en la consecución de las metas que marcan los ODS, el mayor desafío a que enfrentan las generaciones actuales. En esta ocasión, la diferencia con respecto a otros desafíos que la humanidad ha tenido que superar a lo largo de la historia, radica en el hecho de que están convocadas tanto las grandes potencias económicas y políticas como todas las organizaciones de nuestra sociedad y todos los individuos para poder conseguirlos.

⁴⁴ Christopher Clouder, Bo Dahlin, Rene Diekstra, Pablo Fernández Berrocal, Belinda Heys, Linda Lantieri y Harm Paschen (2008), *Educación emocional y social. Análisis internacional. Informe Fundación Marcelino Botín 2008*. Fundación Marcelino Botín. https://www.fundacionbotin.org/89dguuytdfr276ed_uploads/EDUCACION/ANALISIS%20INTERNACIONAL/Completo_es.pdf

⁴⁵ Emilio Muñoz, Ana García-Laso y Domingo Alfonso Martín-Sánchez (2018), «The challenge of transversal education through teaching ethics in engineering: From hubris to hybrid», en Belén Laspra Pérez y José Antonio López Cerezo (coords.), *Spanish philosophy of technology*, págs. 239-249, Springer.

Diario de un alumno para la Unidad de Emprendimiento Social, Ética y Valores en la Ingeniería, UPM

Danilo Bellido Medic

Prólogo

La convivencia e intercomunicación de un alto número de generaciones en un mismo período de la historia hace que vivamos unas circunstancias excepcionales. Este hecho, a priori rico en resonancias positivas, se enfrenta, sin embargo, a situaciones desfavorables entre las que se encuentran la falta de oportunidades para jóvenes preparados con el acompañamiento de una insoportable inequidad social.

La educación universitaria española, a pesar de los momentos críticos que ha vivido a lo largo de 2018, lleva realizando experiencias y proyectos innovadores, y algunos socios de la Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC) han tenido la oportunidad de intervenir en esta apuesta. En la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de la UPM se estableció una iniciativa para formar en capacidades transversales y preparar ingenieros como ciudadanos responsables y comprometidos. El capítulo de Martín Sánchez, García Laso y Costafreda Mustelieir en este libro ofrece un relato sucinto pero informativo de esta iniciativa⁴⁶.

⁴⁶ Véase capítulo, *Desafíos en la innovación educativa: Valores eco-sociales en las enseñanzas de ingeniería*, por Domingo Alfonso Martín Sánchez, Ana García Laso y Jorge Luis Costafreda Mustelieir.

Desde la AEAC nos complace proyectar aquí el Diario de Danilo Bellido Medic, joven estudiante de la Escuela de Minas y Energía de la UPM, como ejemplo de un mecanismo de evaluación de un curso sobre Emprendimiento e Innovación Social, Interéticas y Valores. El diario es una herramienta que, siendo antigua y moderna a la vez, es eficaz para evaluar no solo los conocimientos sino los valores y cualidades humanas de estos jóvenes alumnos comprometidos. En el capítulo ya mencionado se subraya que este tipo de prácticas deben ser clasificadas como experiencias de innovación educativa.

Los alumnos de esta actividad formativa se evalúan por un sistema con tres componentes: 1) asistencia y participación en el curso, 2) elaboración y presentación de un proyecto de emprendimiento e innovación social realizado en equipo, y 3) la redacción de Diarios de Campo que recojan sus experiencias y reflexiones. Es decir, que los estudiantes operan, quizá sin saberlo, de acuerdo en el método científico, banderín de enganche de la AEAC.

En este capítulo tenemos el gusto de ofrecerles el Diario de Campo de Danilo Bellido Medic.

Día 1: Introducción a la ética y los valores

Durante el primer día de este curso empezamos con su presentación y la de los principales profesores, donde tuvimos la oportunidad de escuchar a Domingo Martín y Emilio Muñoz y más tarde dar nuestras propias conclusiones al resto de la clase. Tratamos temas sobre la ética, los valores, cambios en el mundo, las tecnologías, los principales problemas de las sociedades y la pobreza. Una de las primeras cuestiones que se nos planteó fue sobre la importancia de la historia y filosofía que personalmente considero importante, pero que se ha desvirtuado como materia desde el momento en el que aprendizaje escolar o universitario solo evalúa la memoria y no el hacernos pensar. Posiblemente si no estuviera cursando una carrera de ingeniería, estaría estudiando historia por la importancia del conocimiento del pasado. En cuanto a los valores los profesores nos hicieron pensar en los valores que tenemos y aplicamos en nuestro día a día, una reflexión que cada persona debería hacer. Otro tema importante fue la tecnología y cómo ha cambiado radicalmente a las sociedades y a los mismos individuos. Los abusos tecnológicos pueden llevar a afectarnos

psicológicamente y de forma negativa. Por tanto, es muy importante analizar las horas que utilizamos la tecnología y la forma como la utilizamos. Al final de la clase tratamos de los principales problemas de las sociedades en cuanto a la pobreza, los salarios dignos, el hambre y la corrupción.

Día 2: Objetivos de desarrollo sostenible

En el segundo día del curso nos centramos en los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU. Aunque tuve la oportunidad de escuchar estos objetivos en una charla de otra universidad, esta presentación nos sirvió para recordar los principales objetivos a nivel mundial y en este caso lo aplicamos para una situación real. Primero los profesores comentaron los 17 objetivos y nos hicieron pensar cuantos cumplíamos, lo que nos llevó a reflexionar ya no tanto como individuos, sino como una sociedad que está interconectada con otras de otros países y qué puntos podíamos cumplir aunque fuese con pequeñas acciones. Por tanto, este ejercicio me llevó a pensar en qué pequeñas acciones cumplíamos, lo que puede tener un gran aporte a lo sociedad si todos las llevamos a cabo. Hay pequeñas acciones que podemos hacer para un uso responsable del consumo del agua, podría ser que a la hora de cepillarnos los dientes no dejar correr el agua como muchas veces hacemos. Sería un ejemplo de los muchos que podemos hacer individualmente. En la segunda parte de la clase vimos un video de Endesa sobre la recuperación de terrenos afectados después de una actividad minera, siendo un ejemplo de desarrollo sostenible y cómo se pueden revertir los efectos del hombre para el desarrollo económico. Más tarde nos correspondió a la clase decir qué puntos de desarrollo sostenible cumplía el proyecto a realizar. En la última media hora de clase hablamos sobre el papel de las empresas en la sociedad y sacamos las conclusiones de que las empresas deberían preocuparse más y sumarse en este cambio hacia un desarrollo sostenible y poner en sus divisiones personal responsable con el medio ambiente.

Día 3: Medioambiente y sociedad (pobreza energética)

Esta vez tuvimos en nuestra clase a María Cornejo (CIEMAT), cuyo tema principal en su presentación fue la pobreza energética. En

la presentación visual, María nos comentó varios puntos del BOE para defender a los colectivos más vulnerables para luchar contra la pobreza energética que no solo incluye la climatización sino también la iluminación, cocina y consumo de agua caliente. Me di cuenta de que es un término diferente a la exclusión social, aunque sería el primer paso a la exclusión social y más amplio de lo que podía pensar. La pobreza energética es un problema bastante actual en los países desarrollados; centrándonos principalmente en España hay que señalar que más del 10% de la población sufre pobreza energética y un 20% de los hogares españoles se encuentra en estas dificultades. Hablamos sobre alguno de los factores que puede provocar la pobreza energética como el nivel de ingresos y el coste de energía, donde en España es uno de los países en Europa donde más cara es la electricidad. Vimos al final de la clase el coeficiente Gini que es un marcador de ingresos en un país. En mi opinión durante esta clase vimos demasiadas estadísticas, porcentajes y no tuvimos la oportunidad de debatir qué soluciones podríamos aplicar en estos casos, aunque el BOE ofrezca una serie de directrices en estos casos o problemas de la actualidad o de las familias.

Día 4: Ciencia, tecnología, competitividad y su gobernanza

Durante el cuarto día de este curso nos introdujimos en los cambios del siglo XXI sobre todo en los campos de la tecnología y de la ciencia. Hablamos sobre una de las figuras más importantes en la ciencia para España como fue Santiago Ramón y Cajal y su aporte a la ciencia más allá de su premio Nobel de medicina. Una vez introducidos los nuevos campos en la tecnología y la ciencia y sus aportaciones a la humanidad hablamos de la necesidad de aplicar en la ciencia y la tecnología la ética y sobre su importancia. También sobre la responsabilidad de las empresas y la necesidad de aportar dinero en investigación a la ciencia donde el papel de los gobiernos es clave a la hora de la financiación de nuevos proyectos de investigación o científicos. Uno de los problemas que debatimos fue la poca aportación en este caso del gobierno de España a la financiación en proyectos de investigación y la pérdida de investigadores que se van a otros países para poder desarrollar sus proyectos de investigación.

Día 5: Emprendimiento y empresa social

Durante el quinto día de curso iniciamos el segundo bloque con la visión de varios videos de emprendimiento social, casos reales de problemas cotidianos aplicados en proyectos para tener como objeto un fin social. En estos videos se nos explicó lo que es el emprendimiento social, tipos de proyectos y la búsqueda de la mejora de las sociedades y de las personas. Se nos explicó que sin demasiada financiación podemos hacer diferentes proyectos, algunos de ellos financiados por las instituciones públicas u otros organismos. Pudimos entender la diferencia entre una empresa social y una ONG. Uno de los objetivos que se nos explicó de la empresa social fue la búsqueda de la rentabilidad del proyecto para luego más tarde aportar ese dinero ganado en nuestro proyecto y por tanto mejorar nuestra idea y seguir haciendo esa labor posible. Tuvimos la ocasión también de ver un video con la explicación de un proyecto realizado por un alumno de la Universidad Politécnica de Madrid en el campo de la programación y medicina. Al final de la clase cada uno expuso posibles ideas de proyecto que podríamos realizar durante el curso.

Día 6: Ética, economía y responsabilidad social

Para terminar el primer bloque del curso debatimos sobre las tendencias políticas populistas a nivel mundial, hablamos de casos concretos como pudieron ser Donald Trump y Jair Bolsonaro en dos países importantes a nivel político como son Estados Unidos y el país más grande de América del Sur, Brasil. Emilio Muñoz nos proporcionó una pequeña introducción de los dos políticos actuales en la escena política y propuso realizar una pequeña encuesta a los alumnos sobre aspectos de estos dos políticos focalizando en la responsabilidad, honestidad, empatía y justicia social. Cada persona de la clase opinó sobre estos cuatro aspectos, ofreciendo una visión o lo que le transmitía cada uno de estos políticos. Debatimos ampliamente sobre estos aspectos, aunque con más conocimiento del tema en Estados Unidos que en Brasil; muchos opinaron que no tenían la suficiente información del tema como para tener una firme opinión en este debate y otros que no se fiaban tanto de las informaciones que recibimos de la prensa. En todo caso, la conclusión concreta es que ninguno de estos políticos llega a cumplir ninguno de estos valores.

Día 7: Plataformas arduinos y Raspberry pi como herramientas de gestión

Nos dijeron previamente que llevásemos nuestros ordenadores ya que íbamos a realizar varias actividades con ellos. En esta clase tuvimos la oportunidad de una clase presencial con el informático de la Escuela de Minas, Javier Maroto. La primera actividad fue cómo podemos hacer una página web, comentamos en la clase varias opciones para crear páginas web y se nos indicó que realizásemos un Wordpress para que aprendiésemos a manejarnos en otros campos con muchas utilidades y finalidades que puede dar la posibilidad de crearte una página web. Otra de las actividades fue la explicación de los arduinos como placas de desarrollo de hardware y qué utilidades podemos sacar de ellas y a qué proyectos de emprendimiento social podemos dar una gran utilidad y facilidad a nuestros proyectos.

Día 8: Proyecto emprendimiento social (I)

En nuestro primer día para desarrollar los proyectos, comentamos las ideas que teníamos cada uno para exponerlas en grupo y así para que los demás compañeros pudieran opinar y mejorar esas ideas o simplemente comentar, si les gusta o no, esa idea. Yo propuse mi idea sobre la reducción del plástico dentro de la escuela, que gustó a algunos de mis compañeros. Otras ideas posibles de proyecto fueron las siguientes: la ampliación de la biblioteca, un sistema de alquiler de batas para los laboratorios, un sistema para informatizar los carnets universitarios. Muchas de estas ideas que propusimos fueron relativas a cosas que podíamos cambiar en la Escuela de Minas o los hábitos de los alumnos o profesores. También se expusieron temas de proyecto para fuera de la escuela, pero más difíciles de realizar. Al final de este día pensamos en el equipo para mi idea de proyecto y para que se unieran varios de mis compañeros; Jesús y Enrique se unieron este día ya que les gustó desde el principio mi idea.

Día 9: Proyecto emprendimiento social (II)

Durante el segundo día del proyecto hice un pequeño borrador de las principales cosas que había que hacer: la primera el nombre del

proyecto, seguido del lema del proyecto, quiénes íbamos a participar, posibles colaboraciones con otras escuelas u organismos y las fases del proyecto. En las fases que seguiría el proyecto indiqué que el primer paso era concienciar a los alumnos y profesores sobre el uso del plástico y sus consecuencias a nivel mundial, y luego a nivel de la escuela analizar el uso del plástico dentro de la cafetería. La siguiente fase sería el cambio de modelo en cuanto a la utilización del plástico por otros materiales menos contaminantes para el medio ambiente. Una de estas alternativas sería el uso del aluminio como sustituto del plástico. También comentamos cómo nuestro proyecto podría sustituir el excesivo uso del plástico con botellas de aluminio y bolsas de tela. Con las ideas que nos dio Javier Maroto creamos un correo electrónico para el proyecto y una página web.

Comentamos a los profesores estas ideas para discutir con ellos en qué puntos podíamos mejorar y sobre las ideas que teníamos en cuanto a estos puntos. En este día se integró más gente a nuestro proyecto; ya no éramos solo tres personas.

Día 10: Convergencia, divergencia y juicio (I)

En este día, conocimos a Alicia Chavero: una consultora que promueve y difunde la innovación. La primera tarea propuesta fue que dibujásemos o pensásemos como sería nuestra cartera ideal, cada uno individualmente hicimos este ejercicio pensando en qué compartimentos podíamos poner dentro de nuestra cartera. A continuación, expusimos nuestras ideas para una cartera y más tarde tuvimos que preguntar a nuestro compañero de al lado qué llevaba en su cartera, cuáles son sus intereses haciendo una pequeña entrevista como si fuera un cliente para poder conocer sus necesidades y así realizar nuestra cartera ideal. Nuestro compañero hizo lo mismo entrevistándonos para que ambos pudiésemos sacar nuestras propias conclusiones.

Más tarde Alicia nos dio una charla de la importancia de preguntar a los clientes para sacar información y buscar sus necesidades. Nos explicó también el método que aplicaba a la hora de hacer proyectos, el método de *Design Thinking*, los pasos que deberíamos hacer son primero la investigación de los usuarios, definir el problema a soluciones, la ideación, hacer un prototipo y el test final.

A la mayoría de los integrantes de nuestro proyecto les gustó o querían aplicar este método al nuestro. El único inconveniente sería el tiempo para tal aplicación.

Día 11: Convergencia, divergencia y juicio (II)

Alicia Chavero nos habló sobre los roles de las personas que pertenecen a un proyecto, empezando por el facilitador, la persona que facilita el trabajo como uno de las más importantes para que nuestro proyecto siga su curso, este rol pueden desempeñarlo diferentes personas del proyecto. Alicia incidió en buscar a un dueño del problema y cómo contrarrestar ese problema con campañas de sensibilización e identificar a quiénes van dedicadas esas campañas de sensibilización. En cuanto al método de *Design Thinking*, distinguió dos momentos claramente: el de divergencia y el de convergencia. En el momento de divergencia abrimos la mente a nuevas ideas sin un juicio previo y sin frases matadoras en el sentido de rechazo de esa idea. En el momento de convergencia aplicamos el juicio de ideas que hemos tenido, la evaluación de esas ideas. Una de las herramientas que vamos a utilizar en este método es hacer un mapa de ecosistemas, buscando en qué entorno se mueve nuestro proyecto desde colectivos a asociaciones, empresas concienciadas en los problemas, cuáles no están concienciadas, instituciones como ayuntamientos, por ejemplo. Una vez terminado nuestro mapa de ecosistemas, diseñamos a quién va dirigido, cuáles son las actitudes de las personas sobre el problema que queremos tratar.

El aporte de Alicia Chavero fue bastante positivo ya que nos dio una visión diferente a cómo aplicar la creatividad en nuestros proyectos y una visión no tan técnica de cómo plantear los proyectos.

Día 12: Proyecto emprendimiento social (III)

El equipo se puso a hacer las tareas correspondientes, aportando nuevas ideas para el nombre del proyecto, estableciendo ya un lema, también terminamos la página web que teníamos en mente, en ella poniendo apartados con la explicación del proyecto, los integrantes del equipo, el problema del plástico. Yo me encargué de hacer una de las tareas de la

página web resumiendo el problema del plástico a nivel mundial y a nivel de España. He dirigido también al equipo para que cada integrante del proyecto se sintiera a gusto con sus tareas y le interesase la tarea a realizar. Otros integrantes analizaron cambios que podríamos introducir en la cafetería, otros compañeros se han dedicado a modificar la página web y un documento Word sobre las ideas generales del proyecto. Uno de los puntos más críticos para el proyecto es la búsqueda de financiación porque las ideas las tenemos generalmente ya planteadas, al igual que los problemas. A la parte más creativa se han dedicado Natalia y Christian, puesto que su tarea principal ha sido la creación de un logo para la página web, para las camisetas del proyecto y para las botellas. Todos hemos coincidido en la importancia de hacer una botella llamativa para que los alumnos quieran adquirirla y resolver los problemas del excesivo uso de plástico que producimos día a día. Las últimas tareas que hemos realizado han ido hacia la creación de un cuestionario para conocer las necesidades actuales de los alumnos de la carrera para luego sacar las conclusiones correspondientes y también hemos empezado a realizar la presentación del proyecto en el que habrá un tribunal.

El proyecto fue presentado a un tribunal presidido por el Director de la Escuela, el profesor José Luis Parra, el 10 de diciembre de 2018.

**CIENCIA Y COGNICIÓN.
¿CAMINAMOS HACIA MEJORES
O DIFERENTES INTELIGENCIAS?**

La tecnología avanza, nuestro cerebro responde

Juan Rocha

La *velocidad* es una magnitud absoluta; al menos según la mecánica clásica, que es con la que lidiamos en nuestra vida diaria. Esto quiere decir que un determinado valor de la velocidad es siempre el mismo, en cualquier lugar y circunstancia; tanto si nos desplazamos a pie como si lo hacemos en bicicleta, en un automóvil o en un avión. Lo que no es igual es la *sensación de velocidad*, el modo en el que la percibimos. No es lo mismo desplazarse a cien kilómetros por hora en un utilitario que hacerlo en un deportivo. La sensación de rapidez que sentiremos en el primer caso se transformará en una impresión de lentitud en el segundo.

Vivimos tiempos de celeridad, de extraordinarios cambios en breves períodos de tiempo. Nunca antes la sociedad —algunas sociedades, habría que decir en propiedad— ha evolucionado tan deprisa. Y si bien en algunos aspectos no tanto, es cierto que la tecnología avanza a velocidades nunca antes vistas en el desarrollo de la humanidad. Es un hecho objetivo que el cambio tecnológico es hoy en día mucho más rápido de lo que lo ha sido jamás. Pero, no nos equivoquemos, no es la primera vez que esto ocurre. Tomemos como ejemplo la revolución industrial surgida en la Europa del siglo XIX. En aquellos años, el desarrollo tecnológico también fue más rápido que en las épocas precedentes.

Ya lo reflejaba Ricardo de la Vega, a través del personaje de Don Hilarión, en el libreto de la zarzuela *La Verbena de la Paloma*, estrena-

da en 1894: «Hoy las ciencias avanzan que es una barbaridad». Por su parte, en su obra *El mundo de ayer*, Stefan Zweig, nacido en 1881, relata así los cambios acaecidos en Europa en las postrimerías del siglo XIX y principios del XX:

«Desde que me empezó a salir barba hasta que se cubrió de canas, en ese breve lapso de tiempo, medio siglo apenas, se han producido más cambios y mutaciones radicales que en diez generaciones, y todos creemos que ¡han sido demasiados!»⁴⁷.

Esta afirmación podría suscribirla cualquier persona de mi generación, nacida en la segunda mitad del siglo XX, o de la de mis padres. Sin duda podrán hacerlo también, dentro de no muchos años, los nativos digitales nacidos en plena vorágine del desarrollo tecnológico actual, pertenecientes a las denominadas *generación Y* o *Milenial*⁴⁸ y *generación Z* o *Postmilenial*.

Y existen más períodos históricos de los que se podría decir lo mismo. Y es que, volviendo al argumento del primer párrafo, la velocidad del desarrollo tecnológico es una magnitud absoluta, objetiva. La velocidad a la que progresa actualmente la tecnología es la de un coche deportivo, comparada con la de los tiempos de nuestros abuelos nacidos a principios del siglo XX, propia de un Seat 600, el utilitario que motorizó la sociedad española en los 1960s. Pero, ¿es la misma la sensación de velocidad? A menudo sentimos que la tecnología nos supera, que no damos abasto, que todo ocurre con una celeridad inabordable, que nunca antes la humanidad se había visto sometida a semejante rapidez en el transcurso de los acontecimientos tecnológicos. Pero esta sensación, ¿no será en definitiva la misma que experimentaron nuestros antecesores en períodos históricos anteriores? Pongámonos en el pellejo de una persona nacida en las primeras décadas del siglo XX, que viera surgir la televisión, ¡la fregona!, que experimentara la expansión y generalización de la electricidad, el agua corriente, la mecanización agrícola, el automóvil, el transporte aéreo, la electrónica, el teléfono, la penicilina y el radiodiagnóstico —entre otros avances médicos—, por citar sólo algunos de los

⁴⁷ Stefan Zweig (2001), *El mundo de ayer. Memorias de un europeo*. Editorial El Acantilado, pág. 10 (*Die Welt von Gestern*, Bermann-Fischer Verlag AB, 1941).

⁴⁸ A falta de una traducción aceptada de *millennials*, vocablo inglés con el que se denomina a esta generación, en español se utilizan términos como *milenials*, *milénicos* o incluso *mileniales*.

inventos que revolucionaron la sociedad del siglo xx. O anteriormente, en el siglo xviii, la máquina de vapor —causante de una revolución sin precedentes, la Revolución Industrial de los siglos xviii y xix— y su aplicación práctica, el ferrocarril, que junto con el telégrafo, causaron una revolución en las comunicaciones comparable, salvando las distancias, a la de internet y la telefonía móvil.

El desarrollo tecnológico en los albores del siglo xxi es vertiginoso. Pero el modo en que nos afecta, la manera como lo percibimos, la necesidad de adaptación que requiere por nuestra parte, ¿son similares a los de nuestros padres y abuelos, a los de las generaciones de siglos recientes e incluso de nuestros antepasados mucho más lejanos? Y ¿cómo afecta a nuestro cerebro?

A lo largo de la evolución, el cerebro humano ha triplicado su tamaño y se ha hecho más complejo, experimentado cambios estructurales en regiones específicas⁴⁹. Los expertos creen que estos cambios, que han permitido incrementar la capacidad de almacenamiento y procesamiento de información, supusieron una gran ventaja para los primeros humanos, tanto en sus encuentros con nuevos hábitats y su adaptación a ellos, como en sus interacciones sociales. Por eso los estudios sobre los factores que han influido en la evolución del cerebro humano tienen en cuenta factores ecológicos (desafíos ambientales, búsqueda de alimento, etc.), sociales (los desafíos competitivos y cooperativos de vivir con otros miembros de la misma especie) y culturales (la combinación de los anteriores; por ejemplo, el aprendizaje social de habilidades ecológicamente relevantes)⁵⁰.

Francisco J. Ayala, investigador reconocido internacionalmente, entre otros muchos aspectos, por sus contribuciones en los campos de la genética de poblaciones y evolutiva, y de la teoría de la evolución, señala que los humanos, hoy en día, no nos adaptamos principalmente por medio

⁴⁹ Existe abundante bibliografía sobre este tema. Recientemente, Mónica Alejandra Rosales-Reynoso, Clara Ibet Juárez-Vázquez y Patricio Barros-Núñez han publicado en la revista *Neurología* (vol. 33, núm. 4, 2018) una revisión con el título «Evolución y genómica del cerebro humano», que puede leerse tanto en español como en inglés.

⁵⁰ Richard McElreath (2018), «Sizing up human brain evolution». *Nature*, núm. 557 (24 de mayo de 2018), págs. 496-497.

Mauricio González-Forero y Andy Gardner (2018), «Inference of ecological and social drivers of human brain-size evolution». *Nature*, núm. 557 (24 de mayo de 2018), págs. 554-557.

de la evolución biológica, sino que lo hacemos gracias a la evolución cultural. Esta última, además de por la rapidez con la que ocurre, destaca, en palabras de Ayala, por el hecho de que «las mutaciones, innovaciones culturales... se pueden transmitir al resto de la humanidad, no solo verticalmente (de padres a hijos) como en la herencia biológica, sino que se pueden transmitir también hacia amigos, compañeros, y aún gentes de las generaciones anteriores»⁵¹

Estos párrafos de introducción sirven para plantear una cuestión que no es en modo alguno original. Una pregunta a la que ya están intentando dar respuesta numerosos investigadores y pensadores. Y que también se plantea con frecuencia en tertulias y conversaciones ciudadanas. Seguro que muchos de ustedes se han planteado si el raudo desarrollo tecnológico actual —que se produce en todos los ámbitos, pero muy palpablemente en el de las tecnologías de la comunicación— con los evidentes cambios que está produciendo en nuestro entorno (ecológicos) y en nuestras costumbres, hábitos y red de relaciones (sociales), puede estar influyendo en la evolución de nuestro cerebro —en su crecimiento, su configuración estructural y su funcionamiento—.

Para entender cómo y en qué aspectos podría evolucionar el cerebro humano en respuesta a, o como consecuencia de, el desarrollo tecnológico, hay que tener en cuenta cuáles son los mecanismos adaptativos requeridos para ello. A día de hoy, los expertos han identificado dos que coexisten⁵²: uno que ocurre a nivel de especie, y que implica cambios genéticos; y otro que ocurre a escala del individuo, y que implica cambios en la organización de la cromatina o cambios epigenéticos⁵³.

Es importante conocer también que, a diferencia de lo que ocurre en otros primates, sólo un pequeño porcentaje del desarrollo cerebral humano se produce en la etapa prenatal, y el cerebro continúa desarro-

⁵¹ Miguel Martí Sánchez (2012), «Tres preguntas clave sobre la evolución del hombre. Una conversación pública con Francisco J. Ayala». *Evolución. Revista de la Sociedad Española de Biología Evolutiva*, núm. 7(2), pág. 18.

⁵² Mónica Alejandra Rosales-Reynoso, Clara Ibet Juárez-Vázquez y Patricio Barros-Núñez, *op. cit.*

⁵³ La epigenética es, en palabras de Manel Esteller, Director del Programa de Epigenética y Biología del Cáncer (PEBC), del Instituto de Investigación Biomédica de Bellvitge, «el estudio de la regulación heredable de la actividad de los genes que no viene determinada por la secuencia genética». https://www.institutoroche.es/biotecnologia/47/epigenetica_y_cancer

llándose tras el nacimiento, por un tiempo y a un ritmo considerables. Esta pauta se interpreta como una ventaja, entre otros motivos porque al producirse gran parte del desarrollo cerebral cuando la criatura está interactuando con el entorno extrauterino, las habilidades mentales pueden ser moldeadas por las interacciones.

Otro aspecto relevante es que los cambios estructurales que se producen en el cerebro durante la ontogenia⁵⁴ están íntimamente relacionados con el desarrollo cognitivo y comportamental, y varios cambios estructurales pueden estar relacionados con la experiencia⁵⁵. De hecho, existe una compleja relación bidireccional entre la estructura del cerebro y su función, de modo que su desarrollo anatómico puede permitir o facilitar la emergencia de nuevas funciones mentales, y además, —y esto es importante para el tema que nos ocupa— la actividad neural a edades tempranas configura los subsiguientes cambios en la estructura del cerebro⁵⁶. De ahí la importancia del entorno y de la educación en las etapas tempranas del desarrollo.

Así pues, no hay que sorprenderse si los expertos y estudiosos del tema consideran que la tecnología podría estar provocando cambios cerebrales en la especie humana —en un período de tiempo evolutivo más o menos largo— sino que también podría estar haciéndolo en los individuos —lo cual implica obviamente una escala temporal más breve—. Cambios que podrían trasladarse a las generaciones sucesivas, como explica la epigenética.

De hecho, los datos disponibles coinciden en señalar que el desarrollo tecnológico está afectando al cerebro humano en múltiples aspectos⁵⁷,

⁵⁴ Es decir, durante el desarrollo de la persona, desde la fecundación del cigoto hasta su senescencia, pasando por la etapa adulta.

⁵⁵ Simon Neubauer y Jean-Jacques Hublin (2012), «The evolution of human brain development». *Evolutionary Biology*, vol. 39, págs. 568-586.

⁵⁶ Rianne Haartsen, Emily J. H. Jones y Mark H. Johnson (2016), «Human brain development over the early years». *Current Opinion in Behavioral Sciences*, vol. 10, págs. 149-154.

⁵⁷ Sobre este tema en particular, pueden consultarse los siguientes artículos:
 – Sara Bormann (2018), «Our mind's on tech: how technology affects the human brain». *Computer History Museum*. Marzo de 2018. <https://www.computerhistory.org/atcm/our-minds-on-tech-how-technology-affects-the-human-brain>
 – Fernando Sáez-Vacas (2011), «Nativos digitales, inteligencia digital. ¿Homo digitalis?». *Telos*, vol. 86. <http://oa.upm.es/23261/>

que tienen que ver con facultades como la eficiencia para localizar información, la memoria, la capacidad de aprendizaje, análisis, y razonamiento, la multitarea, la capacidad de concentración, la agudeza visual, la habilidad creadora, o la inteligencia instrumental (como consecuencia fundamentalmente del empleo de las manos para el manejo de los dispositivos electrónicos). Pero también con otros aspectos como la adicción y la obsesión tecnológicas, o la necesidad de atención (externa) inmediata y de reconocimiento (los célebres *likes*).

David Bueno, investigador en genética en la Universidad de Barcelona, se muestra de acuerdo con que las nuevas tecnologías están modificando el cerebro humano⁵⁸, y señala dos cambios que se observan ya en la generación de los denominados *nativos digitales*: la reducción del número de conexiones en la zona de gestión de la memoria y el incremento de la robustez de las conexiones en las zonas de integración del cerebro. Bueno relaciona estos cambios con la externalización de la función de la memoria hacia los aparatos digitales y con la necesidad de incorporar muchos datos diferentes en un mismo trabajo.

Así pues, existen indicios suficientes y datos empíricos que indican que el cerebro humano está evolucionando para adaptarse a los retos que supone el vertiginoso desarrollo tecnológico actual. Pero, ¿a qué ritmo, a qué velocidad? ¿Está el cerebro humano evolucionando, en estos albores del tercer milenio, más rápidamente de lo que lo ha hecho en cualquier otro período anterior? Si así fuera, ¿llegará un momento, si no lo ha hecho ya, en que podamos observar los efectos de esta evolución de una generación a la siguiente? ¿Seremos testigos de cambios intergeneracionales tangibles?

Aunque quizás lo realmente relevante sea el cómo, y no el cuánto.

⁵⁸ Raquel Quelart (2016), «Las nuevas tecnologías están cambiando el cerebro humano». Entrevista a David Bueno. *La Vanguardia*, 17 de abril.

Peligros de la «máquina inteligente»: ¿hacia un tecnocáncer?»⁵⁹

Juan Carlos Sanz Martín

«El rabí lo miraba con ternura
y con algún horror.
—¿Cómo —se dijo— *pude engendrar este penoso hijo
y la inacción dejé, que es la cordura?*».

J. L. Borges. «El Golem».

¿Qué es la inteligencia artificial?

La distinción entre lo natural y lo artificial es epistemológicamente problemática y, aunque suele denominarse artificial a cuanto produce el ser humano de manera planificada, ¿diferenciaría un extraterrestre inteligente la oveja Dolly de, pongamos, un elefante? En última instancia me atrevo a decir que el desarrollo técnico tornará el ente natural indistinguible del artefacto. En cuanto al concepto de inteligencia, su definición ha sido igualmente polémica. De hecho, el psicólogo británico Philip Edward Vernon sugirió no menos de trece definiciones, que, por supuesto, están en tela de juicio.

⁵⁹ Gracias a una amable invitación del Prof. Emilio Muñoz, este texto se leyó el 8 de mayo de 2018 en un seminario IFS, celebrado en el Instituto de Filosofía (CSIC), con el título general, *Chapoteando en una sociedad encenagada: reflexiones sobre el transhumanismo desde la biología*.

No obstante, como por algún lugar hay que empezar a pelar la fruta, propondré una acepción provisional: llamaré inteligencia artificial a la exhibida por las máquinas. Con ser un enunciado circularmente vicioso, expresa un propósito tecnológico: el ser humano parece que quiere conferir a la máquina un pensamiento similar al humano.

¿En qué fase estamos? El Test de Turing, el darwinismo nervioso y la estupidez humana

La historia de la tecnología nos muestra que, en su inicio, los artefactos suelen imitar al fenómeno natural. Así se constata en las máquinas voladoras rudimentarias, que se parecían a las aves, los insectos o los quirópteros. Empero, tal similitud resulta, sino perjudicial, casi siempre inútil para el correcto funcionamiento de la máquina. Algo parecido sucede con la inteligencia artificial, pues, en vez de buscar una inteligencia de suyo «cibernética», se intentan aplicar al artilugio esquemas humanos de conducta, y eso que las neurociencias están aún lejos de entender cómo el ser humano combina intuición, lógica y emoción, o toma decisiones a partir de informaciones dudosas o incompletas.

Sin embargo, se han hecho progresos sustantivos en distintos ámbitos de la inteligencia artificial, desde perspectivas tanto convencionales (para construir máquinas con un razonamiento basado ya en reglas, ya en casos, ya en conductas, ya en redes bayesianas, ya en el *Smart Process Management*) como computacionales (aprendizaje por la experiencia y redes neuronales).

Y así llegamos al test de Turing, cuya capacidad para demarcar las máquinas de los humanos John R. Searle, filósofo estadounidense, la impugna y, que yo sepa, todavía no lo ha superado máquina alguna por más que Google AlphaGo haya vencido al surcoreano Lee Sedol, campeón mundial de Go⁶⁰. En tal sentido, mi admirado Mario Bunge, en

⁶⁰ La oportuna intervención de José Beltrán-Escay, doctor en robótica por la universidad de Tokio y examinador de patentes de la Oficina Europea de Patentes en Rijswijk (Países Bajos), que me ha dado a conocer Google Duplex, un asistente para el *smartphone* presentado el 8 de mayo de 2018 en la conferencia Google I/O, en Mountain View (CA, EEUU), me ha evitado una mayor contumacia. Ya no estoy tan seguro de que un artefacto dotado de IA, en este caso en el ámbito del «Internet de las Cosas», no haya superado el test de Turing. Esto me trae a la mente el ficticio test

*Mente y sociedad. Ensayos irritantes*⁶¹, señala que «una cosa es el ajedrez, y otra muy distinta la lucha por la vida». Según este epistemólogo los ordenadores no sólo carecen de intuición, sino que están muy lejos de imitar el «darwinismo nervioso» del que nos habla el neurocientífico estadounidense David Eagleman en su obra *Incógnito. Las vidas secretas del cerebro*⁶².

En este punto cabría citar a Isaac Asimov, para quien, en tanto ignoremos qué son y cómo funcionan la memoria, la inteligencia y la imaginación —ámbitos en los que aún estamos en pañales—, hoy por hoy resulta inviable trasladar tales «potencias» a otro ser. Permítaseme una pequeña *boutade*: si cuesta dotar de inteligencia a ciertas personas (y no me refiero a algunas de las dedicadas al quehacer político), cuya mente está perfectamente provista para funcionar en ese sentido, ¿cómo esperamos lograrlo con una máquina?

Por otro lado, el matemático español Javier Fresán afirma que durante las demostraciones los sistemas formales permanecen estables, igual que las máquinas en el transcurso de los cálculos, pero nada permite asegurar que la mente viva no sufra modificaciones mientras razona⁶³.

¿Serán siempre distinguibles las inteligencias artificial y natural?

Probablemente fueron cartesianas las primeras especulaciones sobre la relación entre mente y cuerpo, y eran dualistas los científicos que capitanearon la neurología hasta la primera mitad del siglo xx. Sin embargo, sobre todo desde finales de la Segunda Guerra Mundial, el monismo incorporó el papel principal. Que todavía no sepamos si el mental es

de Voight-Kampff, que aparece por primera vez en la obra *¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?*, de Philip K. Dick, y que se empleaba para distinguir a los replicantes (androides biomecánicos manufacturados en esa novela de ciencia ficción) de los seres humanos. A diferencia del de Turing, este test de empatía hacía mucho más hincapié en aspectos de índole emocional (una especie de complejo detector de mentiras).

⁶¹ Mario Bunge (1989), *Mente y sociedad: ensayos irritantes*. Editorial Alianza.

⁶² David Eagleman (2011), *Incógnito. Las vidas secretas del cerebro*. Editorial Anagrama.

⁶³ Javier Fresán (2010), *El sueño de la razón. La lógica matemática y sus paradojas*. Editorial RBA.

un mero estado físico, o si la mente puede reducirse a un proceso cerebral o es un atributo emergente de cierta cantidad de neuronas con una organización topológica específica, no nos tiene por qué llevar a aceptar la existencia ontológica de otra realidad paralela a la material (en conexión con lo anterior aún se debate si la mente reside en el cerebro o en el organismo entero. Al cabo, cuando vemos correr a un guepardo no decimos que son sus patas las que se apresuran).

Sea como fuere, desde un enfoque monista, y yo soy monista, la inteligencia es una propiedad de la materia (de determinada cantidad y cualidad de la materia, eso es cierto), de modo que, con este punto de vista, no veo imposibilidad alguna para la denominada inteligencia artificial, y que ésta, tal cual dijimos más arriba, no acabe siendo indistinguible de la natural. Lograrla es una cuestión de suerte y tiempo. Téngase en consideración que la IA lleva ensayándose unas pocas décadas mientras que la naturaleza, tras algunos miles de millones de años de evolución y, por tanto, billones de experimentos, ha ido sorteando pequeños pero incontables escollos que han dado como resultado la inteligencia viva tal como la conocemos.

Peligros de la «máquina inteligente»

Son tan caudalosos los ríos de tinta que corren sobre las potenciales ventajas, indudablemente ciertas, de la inteligencia artificial que prefiero centrarme en sus amenazas. El debate que ahora me interesa tiene que ver con el control de lo que denomino «máquina inteligente». Habrá quienes atisben en mis prevenciones una suerte de ludismo, de miedo al desarrollo cultural. Se equivocan meridianamente si así lo juzgan. De hecho, no puedo estar más de acuerdo con Vicente E. Larraga, parasitólogo español, que el pasado día 23 de abril, durante la presentación en el CIEMAT (Madrid) de la Asociación Española para el Avance de la Ciencia, nos expuso brillantemente que el futuro destruirá modos de producción pero creará otros nuevos.

Uno de los principales cuellos de botella en el entorno de la denominada «singularidad tecnológica» lo vinculo a la comprensión —o mejor, a la incomprensión— de lo que podría llegar a hacer esa «máquina inteligente» sin entrar en cuestiones, citadas más arriba y sin duda muy interesantes, tales como si un algoritmo puede superar el test de Turing o

si la intuición matemática (término, por otro lado, bastante impreciso) es o no de naturaleza algorítmica... En otras palabras, me sobrecoge el análisis que hace el filósofo sueco Nick Bostrom en *Superinteligencia: caminos, peligros, estrategias*⁶⁴.

Coincido con este autor en cuan sorprendente resulta la exigua reflexión que les mereció a los pioneros de la inteligencia artificial las consecuencias del éxito de sus investigaciones tras alcanzar la «singularidad tecnológica», obviando asuntos clave como con qué valores se diseñan los objetivos de la «máquina inteligente» (¿son compatibles con la ecología humana?, ¿se pondera la posibilidad de que haya holguras en tales objetivos?...) o cómo tiene que ser su gobernanza para impedir que la «máquina inteligente» sea monopolizada por determinados grupos.

Veamos. Según Bostrom, una «máquina inteligente» es un dispositivo que, una vez «encendido» (y piénsese si siempre será fácil desconectarlo), es capaz de aprender y mejorar sin intervención humana a una velocidad humanamente inimaginable y, por tanto, hábil para planear con muchísima antelación (de un modo análogo a como Deep Blue juega al ajedrez) diseños de «máquinas inteligentes» que podrá poner a su vez en operación. Las posibilidades de semejante cadena tecnológica, si no fluye por cauces democráticos y con objetivos compatibles con la ecología humana, las juzgo inquietantes, de ahí que convenga meditar sobre la implantación de algo parecido a las leyes asimovianas de la robótica.

No obstante, según mi criterio el peligro más inmediato no es una máquina competente para suplantar a las personas en aquellas tareas consideradas intelectualmente superiores, sino una que adquiera habilidades autopoyéticas (una suerte de «código genético» capaz de insertarse en todo un linaje de máquinas). Y me estoy refiriendo no sólo, ni principalmente, a la autoduplicación, sino a la autoprogramación, en virtud de la cual un *software* «decidiera» programar otro más complejo, con mayor potencia y eficacia para conseguir sus objetivos y evitar su eliminación-desconexión. Es decir, una suerte de «oncovirus» apto para adueñarse de los dispositivos de fabricación y de los sistemas logísticos humanos para, por ejemplo, como nos dice Bostrom, fabricar más y mejores tornillos, pero únicamente tornillos, haciendo de nuestro planeta un vertedero exclusivamente de estos objetos, al poner toda la materia,

⁶⁴ Nick Bostrom (2016), *Superinteligencia: caminos, peligros, estrategias*. Editorial Teell.

toda la energía y todas las infraestructuras disponibles al servicio de este solo objetivo: manufacturar tornillos.

La situación no es tan de ciencia ficción como se pueda imaginar: el matemático húngaro-estadounidense John von Neumann diseñó un programa autorreplicante con unas destrezas de supervivencia y adaptación semejantes a las de los seres biológicos. También están los autómatas celulares de Hui-Hsien Chou y James A. Reggia. De hecho, en 1980 un equipo de la NASA quiso instalar en la Luna una factoría autorreplicante contra la que alegó el físico estadounidense Frank J. Tipler, advirtiendo la posibilidad de que tal factoría colonizase la galaxia entera (repárese en leyes como la de Moore).

Así pues, no sorprende que, a instancias de la Cámara de los Lores británica, se haya organizado una Cumbre mundial en Londres para fijar un «marco común para el desarrollo ético de la IA» en torno a los siguientes paradigmas:

- Que atienda al bien común de la humanidad.
- Que opere sujeta a los principios de inteligibilidad y justicia.
- Que nunca se utilice para conculcar el derecho a la privacidad de individuos, familias o comunidades.
- Que la ciudadanía toda debe tener derecho a ser educada para su progreso mental, emocional y económico junto a la IA.
- Que jamás se incorpore en la IA la capacidad autónoma para hacer daño, destruir o engañar a cualquier ser humano.

Ojalá esta iniciativa no sea mera «bayética»⁶⁵, una especie de bayeta institucional para «encalar sepulcros», que, con el pretexto de la ética, cambia apariencias sin variar lo sustancial.

Por ahora, en el horizonte todavía no se columbra el *desiderátum* del filósofo utilitarista australiano y catedrático de bioética en la Universidad de Princeton, Peter A. D. Singer: «Cuando un ordenador adquiriera conciencia, deberá tener derechos humanos».

⁶⁵ Término que, con su permiso, he tomado prestado del arsenal del Prof. Emilio Muñoz.

**CIENCIA Y ECONOMÍA.
SOBRE CIENCIA, RIQUEZA Y (DES)IGUALDAD**

Descubriendo *El capital en el siglo XXI* de Piketty: riquezas y carencias

Emilio Muñoz

En el décimo aniversario de la quiebra de Lehman Brothers.

*En contra de lo que se ha querido vender como uno de los grandes éxitos de la globalización puesto que con la habitual paradoja estadística se atribuye a este concepto/movimiento la reducción de la desigualdad a nivel macro, la desigualdad social⁶⁶ es uno de los más perniciosos efectos de la globalización a nivel meso y micro social y político. Es indudable que los trabajos del economista francés Thomas Piketty se han convertido en un referente/estándar frente al capitalismo neoliberal. Sus obras no son de fácil comprensión y lectura, amén de ser objeto de despiadados ataques por economistas de la corriente principal dentro del liberalismo económico. En este texto se ha aprovechado la publicación de un libro, *Debatiendo con Piketty*⁶⁷, para poder ofrecer una visión más cooperativa de la importancia del esfuerzo del economista francés y de sus trabajos.*

⁶⁶ <https://concepto.de/desigualdad-social/>

⁶⁷ Heather Boushey, J. Bradford De Long y Marshall Steinbaum (2018), *Debatiendo con Piketty: La agenda para la economía y la desigualdad*. Editorial Deusto.

He transitado desde el respeto hacia corrientes de la economía académica que sirvieron de apoyo a las políticas científicas y tecnológicas en las décadas de 1960 a 1990 a la indignación ante una serie de decisiones de los agentes económicos que he encontrado no solo injustas, sino que violentaban datos y hechos que hoy conocemos sobre la biología evolutiva, y que han influido negativamente en las políticas de y para la ciencia y la tecnología. En este recorrido no exento de dificultades me he apoyado en la muleta de muchas contribuciones de economistas de reconocido prestigio, algunos laureados por los premios que sobre investigaciones económicas otorga el Comité Nobel, que se han publicado en plataformas de diversos soportes de alta divulgación. He contado asimismo con mi mochila personal ocupada por los avíos adquiridos a lo largo de cuarenta años de trabajos sobre gestión y filosofía de la política científica y la filosofía de la biología en tanto que productora de conocimientos cuasi revolucionarios y proveedora de aplicaciones en los tres sectores de la economía industrial.

El fenómeno Piketty y su capital en el siglo XXI

Tras esta breve introducción no puede sorprender que acogiera con interés la publicación de la obra de Thomas Piketty, que bajo el título *El capital en el siglo XXI*⁶⁸, procuraba ofrecer un marco teórico y evidencias empíricas para explicar la desigualdad, la mayor disfunción social resultante de la crisis financiera sistémica global que se inició en 2007-2008. El libro publicado en agosto de 2013 con edición conjunta de *Seuil* y *Harvard University Press* ha gozado de un extraordinario impacto mediático para un texto de no-ficción y que es de historia económica con bases de macroeconomía.

Adquirí la versión en castellano aparecida en 2014 editada por el Fondo de Cultura Económica. Confieso que no lo he leído en su totalidad aunque sí he expurgado los antecedentes históricos y las bases de un trabajo extenso y profundo en datos que han llevado al autor a cuestionar la forma en que se ha estudiado la distribución de la riqueza y sus potenciales relaciones con el crecimiento y las rentas de trabajo. La no-lectura del texto en su conjunto, unida a mis deficiencias en conoci-

⁶⁸ Thomas Piketty (2013), *El capital en el siglo XXI*. Editorial RBA.

mientos canónicos de la «ciencia económica», me han impedido analizar las tesis de Piketty. Afortunadamente una reseña de Juan Moscoso del Prado en un número de *Temas para el debate* en el verano de 2018, me ha descubierto el libro *Debatiendo con Piketty*. El libro tiene virtudes a simple vista que me han animado a su adquisición y lectura: la primera concierne a los editores, Bradford De Long, Heather Boushey y Marshall Steinbaum, que son prestigiosos economistas norteamericanos que trabajan en instituciones reconocidas como, respectivamente, la Universidad de California en Berkeley; el Centro para el Crecimiento Equitativo de Washington, y el Roosevelt Institute; la segunda es el subtítulo *La agenda para la economía y la desigualdad* que es toda una declaración de intenciones; la tercera corresponde a la nómina de autores que contribuyen al debate, sin duda notable, por su variedad y calidad y que me ha permitido una conexión intelectual muy satisfactoria; la cuarta que es solo fruto del azar y verosíblemente no buscada, se refiere a que la versión en inglés ha aparecido al cumplirse la primera década de la crisis, mientras que la edición española ha coincidido casi plenamente con el décimo aniversario del desplome de *Lehman Brothers*.

Datos sobre *Debatiendo con Piketty*, un libro a considerar

El libro consta de la introducción elaborada por los editores, una pieza de valor intrínseco y que merece un análisis específico, de cuatro partes y un final. La primera parte con el título *El impacto de Piketty y El capital en el siglo XXI* cuenta con tres capítulos a cargo de Arthur Goldhammer, Robert M. Solow y Paul Krugman; la segunda, *El capital, a debate* con seis capítulos y los siguientes autores: Devesh Raval; Suresh Naidu; Daina Ramey Berry; Eric R. Nielsen; Laura Tyson; Michael Spence y David Weil. La tercera parte *Dimensiones de la desigualdad* comprende ocho contribuciones, cuya autoría recae en Branko Milanovic; Christoph Lakner; Gareth A. Jones; Emmanuel Saez; Mariacristina de Nardi; Giulio Fella; Fang Yang; Heather Boushey; Mark Zandi y Salvatore Morelli. La cuarta parte aborda *La economía política del capital y el capitalismo* por medio de cuatro trabajos de los siguientes autores: Marshall L. Steinbaum; David Singh Grewal; Ellora Derenoncourt y Elisabeth Jacobs. La parte final recoge *La respuesta de Piketty*, título que es auto explicativo.

Reflexiones analíticas

Se ha comentado el notable alcance de la introducción que la hace merecedora de un análisis pormenorizado. Pero mi foco de interés se centra en profundizar, descubrir las dimensiones que se dan en un texto tan importante como el de Thomas Piketty y que por mis limitaciones en conocimientos canónicos sobre economía académica no he sido capaz de desentrañar.

Antes de entrar en este eje analítico, una primera y breve referencia al primer capítulo en el que el traductor al inglés A. Goldhammer examina lo que ha supuesto el libro de Piketty con un sorprendente éxito de superventas con más de dos millones cien mil ejemplares impresos hasta diciembre de 2015, traducciones en 25 idiomas, con 101.500 en castellano y 10.000 en catalán.

Los dos textos que completan la primera parte corren a cargo de dos autores de reconocido prestigio, Solow y Krugman, laureados con el premio de Economía que otorga el Comité Nobel, y habían sido publicados previamente. Ambos muestran un claro respeto por el trabajo de Piketty, en particular por su concienzudo trabajo de series estadísticas y la decidida implicación en el debate ideológico.

El capital a debate: descubriendo carencias desde el reconocimiento

La segunda parte del libro —referido en acrónimo como *C-21*— que se titula como el principio de este apartado, contiene como ya se ha señalado seis capítulos. Todos los capítulos aprecian sin duda las valiosas contribuciones de *C-21* aunque el capítulo 4, primero que vamos a analizar es de los más críticos como avanza su título: *Los errores del modelo de El capital en el siglo XXI*, cuyo autor es Devesh Raval. Es un joven economista orientado a la macroeconomía y especialista en econometría aplicada y organización industrial, formado en la Universidad de Chicago, con Master y Doctorado en Economía en la misma institución, trabaja en la Comisión Federal del Comercio, y no responde a los patrones de los académicos en lo que concierne a la producción de artículos ni en la recolección de citas. Su línea de trabajo estudia la «elasticidad de la sustitución entre el capital y el trabajo», concepto económico clave en el modelo teórico de la obra de Piketty, llegando a la conclusión, como

han hecho otros académicos, de que no son «suficientemente sustituibles». Según Raval, la estrategia de identificación de Piketty de que «una tasa decreciente de crecimiento incrementaría la ratio de capital sobre producto, aumento que incrementaría también la elasticidad de sustitución de capital por el trabajo, conduciendo a que esa elasticidad estaría claramente por encima de 1» no se alcanzaría estudiando el movimiento histórico de la ratio capital/producto y en virtud de este desacuerdo propone la necesidad de una hipótesis sobre la tecnología. Para él hay dos explicaciones alternativas que estarían en torno a la globalización y el progreso tecnológico. Por lo tanto, estima que «se necesita más investigación para comprender cómo la tecnología puede afectar a la participación del trabajo».

Precisamente, cuatro capítulos más adelante, el 8, Laura Tyson y Michael Spence con el título *Explorar los efectos de la tecnología en la desigualdad de renta y riqueza* presentan con una prolija argumentación su tesis de que «la fuerza que está moviendo el aumento de la desigualdad y que va a marcar a (en el) futuro es el cambio tecnológico y el impacto de la globalización». Laura D'Andrea Tyson es una veterana y reconocida economista que, entre otros desempeños, ocupó la presidencia del Consejo de Asesores Económicos para el periodo de presidencia de Bill Clinton, fue asimismo Directora del Consejo Económico Nacional y en el ámbito académico ha estado muy ligada a la Universidad de California en Berkeley, Escuela Haas de Negocios. Michael Spence aunque nacido en Estados Unidos es considerado como economista canadiense que en 2001 recibió el premio otorgado por el Comité Nobel junto a George Axelrod y Joseph Stiglitz por sus trabajos sobre información asimétrica de los mercados. Frente al tratamiento macroeconómico del joven Raval, estos dos autores consagrados afrontan el reto de añadir «riqueza intelectual» al trabajo de Piketty bajo perspectivas microeconómicas en 38 densas páginas que recorren temas tan estimulantes como la disección del rol de la tecnología desde la teoría Piketty en la desigualdad de la riqueza. La tecnología aparece por distintas vías en C-21: forma parte de «su función de producción siguiendo los trabajos de Kaldor, Kuznets y Solow». Piketty descansa en una función de producción estándar que depende del capital, del trabajo y la tecnología. Los reconocidos expertos Tyson y Spence añaden nuevas facetas respondiendo a las transformaciones que se han producido en el mundo «en la distribución de renta y riqueza durante los últimos treinta años en relación con los profundos cambios

que se han dado en la estructura y composición de su economía y sus mercados de trabajo», es decir en la conexión entre tecnología, globalización y distribución. Gráficos, análisis y nuevas perspectivas recorren su relato, como por ejemplo «las tecnologías digitales y la globalización, bajo la influencia, entre otros factores, de la educación, la fiscalidad, el gasto social y complementos salariales». Evocan repetidas veces a autores como Brynjolfsson y McAfee citando sus trabajos sobre estas cuestiones.

En el capítulo 5, Suresh Naidu, un joven y brillante economista que se ha formado en Harvard y trabaja en la Universidad Columbia plantea el tema *El equilibrio entre capital y democracia*. Lo desarrolla bajo la perspectiva híbrida de la economía política y la historia económica. Naidu viene trabajando en la economía del desarrollo, la economía del trabajo y la política económica. Reconoce que hay dos versiones de Piketty, una la «domesticada», cuando utiliza la metodología neoclásica y parte de modelos económicos estandarizados, y otra, la «salvaje», cuando el capital se contempla bajo la realidad de la política económica. Naidu realiza sus cálculos sin partir de la teoría neoclásica, sino que se toma en serio la valoración del mercado del stock de capital, entendiendo que constituye un reflejo de las rentas futuras que esperan obtener los propietarios del capital. Por ello, Naidu decide contribuir con soluciones que «van mucho más allá del impuesto global al capital» según la propuesta de Piketty. De modo particular, para quien esto escribe, merece atención la reclamación de Naidu de que hay que «reformular y redefinir las predicciones de la curva de Kuznets», tan cuestionada al proponer como se desarrolla la influencia del tiempo en el desarrollo económico de los países pobres y en el medio ambiente. El autor termina el capítulo con la siguiente declaración: «... lo que veremos... será... un escenario largo y doloroso, marcado por el apuntalamiento de una economía que genera desigualdad de forma casi automática e irreversible».

El capítulo 6 cuya autora es Daina Ramey Berry nos coloca, con una aproximación historiográfica y bajo el título *La omnipresente naturaleza del capital esclavo*, ante las reflexiones que Piketty realiza sobre «el vínculo entre esclavitud y capital». La brillante historiadora que es Oliver H. Radney, Fellow en Historia Americana y Profesora Asociada de Historia y Estudios sobre la Diáspora Africana en la Universidad de Texas en Austin, cree que «la visión de Piketty debe ser matizada y ampliada». En esta línea de pensamiento presenta datos y relatos que señalan que la «esclavitud no se limitó a las plantaciones agrícolas, sino que... se desa-

rolló en otros ámbitos de la economía». Son 35 páginas en mi opinión apasionantes.

Finalmente⁶⁹, el capítulo 7 *Capital humano y riqueza antes y después de El capital en el siglo XXI* es de Eric R. Nielsen, un economista que investiga sobre economía del trabajo, economía de la educación y econometría en el Comité o Junta de Gobernadores de la Reserva Federal, una institución no académica sino estratégica. Nielsen se formó con Gary Becker, uno de los referentes en economía de la educación, con quien me encontré intelectualmente a finales del siglo pasado en primeros escarceos sobre la economía del capital humano y la educación. Este autor, reconocido pero no académico, afronta con firmeza lo que aparece como una de las principales carencias en el trabajo muy importante de Piketty ya que para este, el capital humano no es capital y por tanto no lo ha incorporado al estudio de la desigualdad económica y social. Como vemos, otros autores piensan lo contrario.

Nos satisface presentar dentro de la modestia del análisis, este esfuerzo que proporciona a la disciplina económica un estatus de ciencia acorde a los principios del método científico. Y lo hacemos desde la plataforma interdisciplinar e interactiva que es la AEAC.

Con ocasión de la redición del texto en pleno proceso de pandemia por la covid-19 se ha puesto en evidencia la influencia negativa de las desigualdades en la incidencia de la pandemia⁷⁰.

⁶⁹ Dejo fuera de este análisis el último artículo de la segunda parte de C-21, cuyo autor es David Weil, que trata el tema de la «fractura laboral» y que estimo es un puente a la tercera parte del libro que se ocupa de la desigualdad y que ahora no se debate por razón de conveniencia intelectual y por constricciones de espacio.

⁷⁰ Nota final (del mes de julio de 2020): Este texto, como se dice en una nota, dejaba fuera el tratamiento de la desigualdad que, sin embargo, ha sido objeto de trabajos posteriores. Como ilustración de la importancia del problema se ofrece enlace a un artículo publicado por Jessica Mouzo en *El País* el 11 de agosto de 2020, con el título *La covid-19 se ceba con la Barcelona pobre* (<https://elpais.com/sociedad/2020-08-10/la-covid-19-se-ceba-con-la-barcelona-pobre.html>) que muestra las diferencias en la afectación por el SARS-CoV-2 entre los barrios ricos y pobres en Barcelona. El artículo, a partir de un trabajo científico realizado por miembros del Hospital del Mar y el Instituto de Investigación en Atención Primaria y publicado en la revista *Journal of Public Health* (<https://academic.oup.com/jpubhealth/article/42/4/698/5881845>), analiza datos de los peores días de la pandemia en la capital catalana que desvelan que el número de casos por 10.000 habitantes se triplica en las zonas de menor renta per cápita.

Paul M. Romer: el dilema entre lo público y lo privado en la política científica

Santiago M. López y José Luis Jaimes

Paul M. Romer, quien junto a William D. Nordhaus han sido galardonados con el último Premio del Banco de Suecia en Ciencias Económicas en memoria de Alfred Nobel, demostró que el cambio tecnológico era intrínseco a la actividad económica. Veamos primero cómo Romer logró explicar la endogeneidad de la ciencia en la actividad económica y, segundo, la implicación que ello tiene en la política científica.

Demostración de la endogeneidad

Hasta su tesis de 1983 la teoría económica tenía problemas y recelos para integrar al cambio tecnológico en el crecimiento económico. La cuestión se remontaba a mediados de los años cincuenta. En ese decenio los modelos de los neoliberales (ligados a la Universidad de Chicago) y de los neokeynesianos formalizaban el crecimiento bajo el supuesto implícito de que no había rendimientos crecientes a escala y que la productividad provenía de la eliminación de las trabas del mercado, los primeros, o del aumento de la eficacia del Estado, los segundos. Pero la productividad en el último siglo había crecido y en varios periodos a una tasa creciente. ¿Toda esa productividad se debía a las eficiencias del

Estado y de los empresarios? Al otro lado del telón se decía que procedía de la plusvalía extraída a una masa laboral en constante incremento llena de ejércitos de reserva de trabajadores en unos y otros países. Había que reaccionar. Se ha tardado sesenta años, pero ahora nadie duda de que ese aumento viene de la innovación. No obstante, para opinar que la innovación es la causante del crecimiento económico había que establecer la línea de unión entre la actividad económica y el conocimiento científico, o lo que es lo mismo, había que realizar los modelos económicos que permitieran *endogeneizar* la ciencia en la economía, es decir, admitir que la actividad económica es creadora de ciencia *per se*. Esa fue la tarea de Romer.

En establecer esa línea con esa dirección se tardó casi treinta años, de 1956 a 1983. Se trata del período denominado como *El origen del crecimiento endógeno*, como el título del artículo de 1994 de Romer⁷¹. Veámoslo.

¿Qué es el crecimiento endógeno y que implica? La comprensión por parte de los economistas de la conexión entre la actividad económica y la ciencia nació en 1956. Ese año Robert Solow publicó su modelo del crecimiento, un modelo donde la tecnología era considerada todavía como exógena a la economía. Solow sostenía que el conocimiento tecnológico era una de las variables que explicaban la productividad, pero el conocimiento tecnológico era un aporte «proporcionado de forma exógena» y de carácter público. Veamos ambos calificativos.

– *Exógena*. Para Solow la ciencia y la tecnología aportaban desde fuera de la actividad económica conocimientos, por consiguiente, eran conocimientos extrínsecos que no se podían atribuir a la decisión de ningún agente económico. Ni los empresarios, ni los consumidores crean ciencia, por tato la ciencia y el conocimiento tecnológico no eran asuntos económicos desde su perspectiva.

– *Público*. El conocimiento científico y tecnológico es un aporte del que no se puede excluir a nadie, es decir, que todos pueden participar del él, por eso se considera que es público.

Dado el carácter exógeno y público del conocimiento, según Solow, un empresario nunca invertirá en ciencia. Las ideas científicas que pudiera poner en práctica un fabricante no impedirían que otro las pueda

⁷¹ Paul M. Romer (1994), «The origins of endogenous growth». *The Journal of Economic Perspectives*, núm. 8(1), págs. 3-22.

utilizar, en consecuencia, Solow se preguntaba: ¿qué ventaja tendría un empresario en investigar si no puede apropiarse del conocimiento desarrollado? Sin apropiación no se puede vender y por tanto no hay beneficios⁷².

Romer partió del modelo de Solow y planteó que desde la actividad económica se altera, reforma y transforma la tecnología y, por tanto, se hace ciencia. ¿Cómo sucedía ese fenómeno? Romer se apoyó en el resquicio que en 1962 Kenneth Arrow había observado: el *learning-by-doing*; aprender mientras se utiliza la máquina. Con el *learning-by-doing*, Arrow introducía la idea que permitía, por una parte, entender que el empresario aprendía mientras se iban fabricando los productos y, por otra, explicaba el problema de los rendimientos decrecientes, ¿cómo? Los pequeños cambios incrementales que desarrollaban unas empresas se difundían rápidamente al resto aumentando la productividad general. Esto sucedía porque el conocimiento es un bien «no-rival» (que un empresario comprenda un conocimiento y lo utilice no impide que el resto pueda llegar a hacer lo mismo). Para Solow el *learning-by-doing* podía justificarse como fruto de la sabiduría popular y del albur. ¿Entendía científicamente el empresario lo que hacía al modificar o todo era pura casualidad?

Romer no se conformaba con la noción introducida por Arrow. El empresario de Romer entendía el problema aplicando discernimiento científico y, por tanto, introducía modificaciones de forma deliberada. Con todo, el *learning-by doing* no podía explicar los aumentos de productividad y el constante cambio tecnológico. La empresa no era la única fuente de cambio tecnológico en la actividad económica. Para explicarlo se apelaba a Karl Shell, quien ya a mediados de los años sesenta había dicho que el origen del empuje de la ciencia sobre la economía era el aporte proporcionado por el Estado gracias a agencias, como la NASA o el NIH (*National Institutes of Health*). El Estado ponía la ciencia, un bien público, al servicio de empresas y ciudadanos.

⁷² Esta concepción no era compartida por los heterodoxos neoschumpeterianos. Joseph A. Schumpeter no formalizó sus ideas sobre la innovación en un modelo matemático, por eso no influía en el modelo de Solow, pero su pensamiento había dejado una estela, los llamados neoschumpeterianos, por ejemplo, Richard R. Nelson y Sidney G. Winter, quienes desde finales de los años setenta empezaron a formalizar sus modelos.

Ahora bien, si bien Shell tenía razón, él no estaba muy de acuerdo con el hecho de que el Estado fuera la *Prima Donna*, y menos que regase con el conocimiento como si éste fuera un bien público. Era lógico que Shell pensase así en los sesenta porque en aquellos años gloriosos de la NASA el Estado en EE. UU. invertía dos dólares por cada uno que invertían las empresas. Sin embargo, cuando Romer escribía su tesis el sector privado ya era predominante a la hora de invertir en la actividad de investigación, tendencia que no ha parado hasta llegar a 2015, año que el que las empresas ya gastaban 3 \$ en investigación por cada dólar invertido por el Gobierno⁷³.

Romer opinaba que muchos empresarios poseían su laboratorio y lo entendían como el lugar en el que explorar sus concepciones con el objetivo de obtener futuros beneficios al conseguir nuevos y mejores productos. Esto implicaba, según Romer, que la característica distintiva de la tecnología como insumo es que no es un bien convencional (privado) ni un bien público, sino un bien «no-rival» y «parcialmente excluible».⁷⁴ ¿De dónde le venía a la tecnología su condición de bien «no-rival»? La respuesta era de la ciencia, de su condición de conocimiento científico. ¿De dónde le venía a la tecnología su condición de bien «parcialmente excluible»? La contestación era de la actividad económica, de la estrategia del empresario de obtener beneficios. Si la tecnología no tuviera esa naturaleza de «parcialmente excluible» no se patentaría, no habría un mercado de compraventa de patentes, no habría contratos de transferencia de tecnología ni royalties, no habría cláusulas de confidencialidad ni exigencia de estándares, no habría la condición de «doble uso» y, por supuesto, no habría un Estado detrás de todo esto con leyes de propiedad intelectual, registros y comisiones regulatorias, deducciones e incentivos fiscales a la I+D (*Patent Box*) y de defensa de la competencia. Todo este aparato gigantesco es el fruto de las conexiones economía-ciencia derivadas del papel que desempeña el comportamiento privado y maxi-

⁷³ Jeffrey Mervis (2017), «Data check: U.S. government share of basic research funding falls below 50%». *Science*, 9 de marzo. <https://www.sciencemag.org/news/2017/03/data-check-us-government-share-basic-research-funding-falls-below-50>

⁷⁴ Nelson afirmaría posteriormente que: «*For our purposes here, the most salient aspect of the economists' public good concept is that a public good is "non-rivalrous in use"*». Richard Nelson (2004), «The market economy, and the scientific commons». *Research Policy*, núm. 33, pág. 462.

mizador del empresario en la generación de los cambios tecnológicos de base científica.

Romer les abrió los ojos: hay ciencia en la actividad económica. Por supuesto, no toda la ciencia tiene su origen en el hecho de que los empresarios quieran maximizar su producción y que para ello necesitan tecnología y por ende un conocimiento ligado crecientemente a la ciencia, pero lo cierto es que esa maximización ha generado buena parte de la ciencia en nuestros días, y cada vez más. Si la ciencia tiene endogeneidad el flujo de relaciones es de ida y vuelta. La naturaleza de la ciencia se diluye en función de quién es el que invierte y, por consiguiente, aplica las reglas de propiedad sobre el conocimiento. Si el dinero lo invierte la empresa o el Estado la ciencia será un bien «parcialmente excluible». Si lo ponen las universidades y las fundaciones será menos excluible y «no-rival».

La «no-rivalidad» hace que nada (patentes, por ejemplo) ni empresa alguna (posiciones de monopolio) puedan impedir por mucho tiempo que cualquiera otra empresa o científico realice la reingeniería de una tecnología, copiar, deducir de nuevo el conocimiento o superar una tecnología con una combinación de nuevos conocimientos. Así que la ventaja y los beneficios del que se queda quieto se pierden y sale del mercado. Una parte de las empresas lucharán por mantener su posición de monopolio haciendo que la tecnología no sea pública. Ello puede llevar a la paralización de la investigación. Ahora bien, otra parte de empresarios, conscientes del carácter de «no-rivalidad» de la ciencia endógena en su actividad, invertirán en nuevos conocimientos científicos con la expectativa de mantenerse en el mercado.

El dilema entre lo público y lo privado en la política científica

Encontramos actividad científica en cuatro ámbitos: la academia, el Estado, las empresas y los ciudadanos. Estos ámbitos no son conjuntos que se puedan delimitar con exactitud y, por supuesto, no toda la ciencia se hace en la empresa, ni tiene objetivos económicos, pero sí cada vez más. Gracias a Romer podemos hacer el planteamiento de que la actividad económica genera ciencia para mantener el crecimiento económico. Por tanto, los economistas consideramos que hay ciencia en la actividad económica. Desde este punto de vista podría ser superflua la política

científica. Pero nunca se dará un sistema totalmente de ciencia endógena, ¿por qué? El Estado solo puede inhibirse totalmente cuando los bienes son privados y rivales. Pero los conocimientos científicos que se emplean en la actividad científica/tecnológica de las empresas, provengan de la praxis en las empresas o de la academia, adquieren la condición de bienes «parcialmente públicos» y «no-rivales». El Estado ha de hacer política científica cuando la ciencia es endógena a la actividad económica para que las empresas no se hagan con el derecho monopolista de la aplicación del conocimiento científico (patentes) o dejen de competir por hacer nuevos y mejores soportes tecnológicos (libros, kits, chips) contenedores de los conocimientos científicos⁷⁵.

Por un lado, las empresas querrán monopolizar la tecnología y, por ende, la aplicación de los conocimientos científicos que la tecnología porta. El objetivo de las empresas con esta actitud es mantener la tasa de beneficio que reporta todo monopolio. El Estado puede seguir cuatro pautas a la vez:

- a) Vigilar que los conocimientos científicos no se protejan permanentemente (patentes temporales).
- b) Impulsar la ampliación de los conocimientos científicos endógenos, utilizando incentivos directos, préstamos y deducciones fiscales.
- c) Introducir competencia en los soportes de los conocimientos (desde libros, hasta grandes instalaciones, pasando por kits, chips). El objetivo es que las empresas no limiten la «no-rivalidad» de los conocimientos que portan estos soportes.
- d) Subvencionar a la ciencia realizada en la academia para que mueva la frontera del conocimiento y la empresa tenga que absorberla.

De estas cuatro pautas el Estado en ocasiones tiende a inhibirse de la última. Así ha sucedido con la Gran Recesión en España. El Gobierno

⁷⁵ Nelson advierte sobre el endurecimiento de las políticas que enfatizan en la dimensión privada de la tecnología en perjuicio del avance tecnológico. Nelson (1989), «What is Private and what is Public about Technology?». *Science, Technology and Human Values*, núm. 14(3), págs. 229-241. La tecnología es en parte privada y en parte pública. El autor distingue el tratamiento que se ha hecho del cambio tecnológico desde los economistas como Schumpeter, que considera, en primer lugar, que la tecnología opera por las leyes y el ethos del capitalismo, que posibilita a las empresas guardar la propiedad, al menos por un tiempo, y, en segundo lugar, que la tecnología opera, por ser conocimiento científico, como bien público.

aprovechó la reducción presupuestaria para reordenar el flujo y la cantidad de ayuda a la I+D. Redujo el 30% la ayuda a la pauta *d*). Relajó la pauta *c*), en especial reduciendo la inversión en grandes infraestructuras científicas de uso público/privado. Mantuvo las reglas de juego [pauta *a*)] y reforzó la pauta *b*). El objetivo de los incentivos era que las propias empresas compitieran en generar conocimientos endógenamente. Esta estrategia tenía que haber dado también lugar a un incremento en las inversiones en ciencia académica por parte de las fundaciones privadas, capaces de justificar la inhibición del Estado con la academia. Los incrementos han sido magros debido a que España tiene la mayor desigualdad empresarial en la formación académica de todos los países avanzados, es decir, contamos con una reducida élite de empresarios con un grado superior de formación y una inmensa mayoría sólo con estudios obligatorios. El 37% de los empresarios tan solo tiene la formación obligatoria, mientras que en Alemania ese grupo queda reducido al 6% y en Francia al 10% (datos de 2015 del BBVA). Sólo un exiguo grupo de grandes empresas volcaron su esfuerzo hacia la ciencia no endógena a través de sus fundaciones, y solo las grandes empresas han utilizado la *Patent Box*. La consecuencia es que la inversión en I+D endógena se ha mantenido, pero no ha cubierto el descenso del 30% de la académica. La explicación que se transmitió por parte de los gobiernos del PP fue que la parte de la ciencia endógena, dada nuestra estructura industrial y la formación de nuestros empresarios, no daba para más. Esto equivale a decir que el paso de una inversión de casi 1,4 del PIB en I+D al 1 % ha sido lógica, o que lo que había antes no era más que una burbuja debida a los científicos académicos. Como demostración de la idoneidad de su política mostraron el hecho de que la economía española seguía y sigue siendo un exportador neto de I+D, ya que nuestro saldo era y es positivo en la balanza por cuenta corriente de este rublo, y que su volumen de negocio ha sido ligeramente creciente (Banco de España, *Boletín Estadístico*) Hoy, con el nuevo Gobierno salido de la moción de censura cabe hacerle la siguiente pregunta: ¿Por qué el Estado tendría que revertir la situación invirtiendo tanto o más de lo perdido en ciencia académica si la reducción no ha tenido efectos en la competitividad exterior de nuestra tecnología? La respuesta nos permitiría saber lo que realmente se está fraguando en el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

**CIENCIA Y EMPRESA.
LA (INEVITABLE) RELACIÓN ENTRE CIENCIA,
INNOVACIÓN Y ACTIVIDAD EMPRESARIAL**

Barreras a la transferencia de tecnología

César Ullastres

«La universidad solo trabaja en investigación básica», «Nada de lo que sale de la universidad tiene una aplicación en mi empresa», «El investigador solo está interesado en proyectos científicos lejos de la necesidad real de las empresas», «Solo quieren publicar», «La negociación de los contratos es imposible, especialmente el tema de los derechos de propiedad intelectual», «El investigador no se involucra en el proyecto y delega en contratados y becarios»... son frases repetidas por los empresarios y sus trabajadores.

«En la empresa no saben lo que quieren», «Solo se acuerdan de la universidad porque buscan ahorrar costes», «Se está colaborando mucho con las empresas», «El sistema funciona», «La empresa quiere soluciones ya y en cuanto se lo solucionas se olvidan», «Necesito más personal para poder llegar a las empresas», «Cuando voy a la empresa y presento la evolución, nadie parece interesado en el proyecto», «Hay que vender los resultados de la investigación»... son alguna de las frases de los profesionales de la universidad y de la comunidad científica.

Todas estas frases se olvidarán el día que todos estemos convencidos de que la clave del éxito industrial está en una cultura de colaboración y confianza entre empresas e investigadores, dos actores que trabajan en un objetivo común: ofrecer un resultado que mejore el bienestar de toda la sociedad, que es al final quién, de una manera o de otra, financia toda su actividad.

A día de hoy, la realidad es tozuda. Según los datos que refleja el informe *Regional Innovation Scoreboard 2017* de la UE⁷⁶, en la evolución de la innovación en España entre 2010 y 2016 se observa que las publicaciones han aumentado en esos seis años el 90%, que la financiación a la I+D ha bajado el 34% y que hay un 38% menos de pymes innovadoras. Así las cosas, todo indica que nuestro sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación esta descompensado y algo falla.

Uno de problemas recurrentes que se aducen en nuestro país es que la financiación privada es lo que falla y aparecen todo tipo de incentivos públicos para que investigación y empresa vayan de la mano en los proyectos. Incentivos que la inmensa mayoría de pymes ni los contempla, porque no sea ajustan a sus intereses. De tal forma que año tras año, da lo mismo que sean créditos o subvenciones, no se ejecutan las partidas destinadas a ellos.

La orientación de las empresas hacia la innovación y la competitividad dependen de los sectores a los que pertenecen y del entorno de los mercados en los que estas operan. En España solo el 23,4% de las empresas innovan y las que lo hacen, lo hacen en sectores muy heterogéneos.

Innovar en la empresa no es una tarea fácil, más allá de que sea una palabra continuamente manoseada que muchas veces se utiliza sin ningún rigor por todo tipo de consultores, *coachers*, conferenciantes y, también, representantes políticos. Implica procesos complejos que involucran recursos, personas y culturas establecidas. Si bien, se sabe que es en los laboratorios donde se gestan los conocimientos, el resultado de la búsqueda de principios y causas, y las técnicas, los procedimientos y recursos que sirven a un fin práctico. Dos elementos que, a veces, sirven para que las empresas desarrollen las tecnologías que resultan de la aplicación del conocimiento científico a entender, mejorar o crear técnicas que, a su vez, les permitirán diferenciarse y competir mejor. La relación está plagada de barreras que no se resuelven con el voluntarismo de determinadas Administraciones que la promueven mediante convocatorias basadas en «el palo y la zanahoria».

⁷⁶ Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs (European Commission) (2018), *Regional Innovation Scoreboard 2017*. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ce38bc9d-5562-11e7-a5ca-01aa75ed71a1/language-en>

Las siempre discutibles leyes del mercado y su implacable exigencia de transformar cualquier actividad humana en un activo susceptible de ser comprado y vendido, reclaman el concurso simultáneo de muchas miradas, distintos protocolos de actuación, varias tradiciones, diferentes niveles de implicación y, sin excepción, la participación activa de los trabajadores de la Ciencia y los de las empresas. Sin embargo, esta es una relación plagada de barreras.

Aunque hay claras y exitosas experiencias de colaboración, actualmente siguen existiendo barreras culturales generalizadas en las dos direcciones que impiden que haya una transferencia tecnológica fluida a la empresa desde la universidad.

El cambio de mentalidad como instrumento de estímulo a la transferencia de tecnología podrá propiciarse acortando distancias entre el ámbito científico y tecnológico y la empresa, mejorando la formación científico-técnica de los profesionales, impulsando la participación activa de los empresarios en los procesos de I+D+i e involucrando a la universidad en los retos y miedos de las empresas.

Hay que sentar las bases que permitan avanzar de un modelo de investigación, a un modelo donde se prime la transferencia de tecnología eficaz, eficiente y sostenible. Para lo que resulta imprescindible:

- Mejorar la estructura de colaboración entre universidades y empresas, permitiendo la cooperación, cocreación⁷⁷, codesarrollo o la integración de conocimientos desarrollados de manera conjunta.
- Evolucionar desde la ocurrencia que aquí hemos convertido en fórmula, la I+D+i, que sugiere un modelo lineal que no resulta eficaz frente a modelos no lineales de transferencia que contemplan la complejidad del proceso de transferencia de conocimiento.
- Fomentar la incorporación de investigadores con experiencia en empresas, con medidas como la de los doctorados industriales y de investigadores de empresas en la Academia.
- Entender que las spin-off son un vehículo de transferencia de conocimiento, probablemente el más económico, y que habría que promover y facilitar su creación desde las universidades y los centros públicos de investigación.

⁷⁷ Véase el capítulo *Co-creación: hacia la integración de la sociedad española en el sistema de ciencia y tecnología*, por Borja Sánchez.

Lo cierto es que en nuestro país lo que está ocurriendo con la ciencia también es un escándalo. No solo es que los presupuestos asignados hayan bajado el 64% en los últimos 10 años y su nivel de ejecución sea sencillamente ridículo, también porque su gestión está dominada por una burocracia que actúa con la rigidez propia de las tradicionales culturas de desconfianza e ignorancia ante los que tienen que aplicar el método científico y no puede predecir resultados ni ser irreversible en sus estrategias que necesariamente han de estar basadas en la flexibilidad y en la confianza a priori, lo que no excluye, todo lo contrario, el seguimiento posterior para comprobar su cumplimiento y ajuste a las reglas.

Está claro que el espacio de la ciencia y de la innovación es muy difícil de abarcar en una Ley por el carácter multidimensional de los factores que intervienen en el proceso de la idea al mercado. Deben incorporarse medidas que contribuyan a favorecer los procesos de innovación en la empresa en el conjunto de las políticas públicas tanto a través de incentivos generales como de acciones específicas concertadas con los diferentes actores: administración, científicos y empresarios, encaminadas a la incorporación de conocimientos y tecnologías en los sectores público y privado como fuente de innovaciones tecnológicas, organizativas, culturales y sociales.

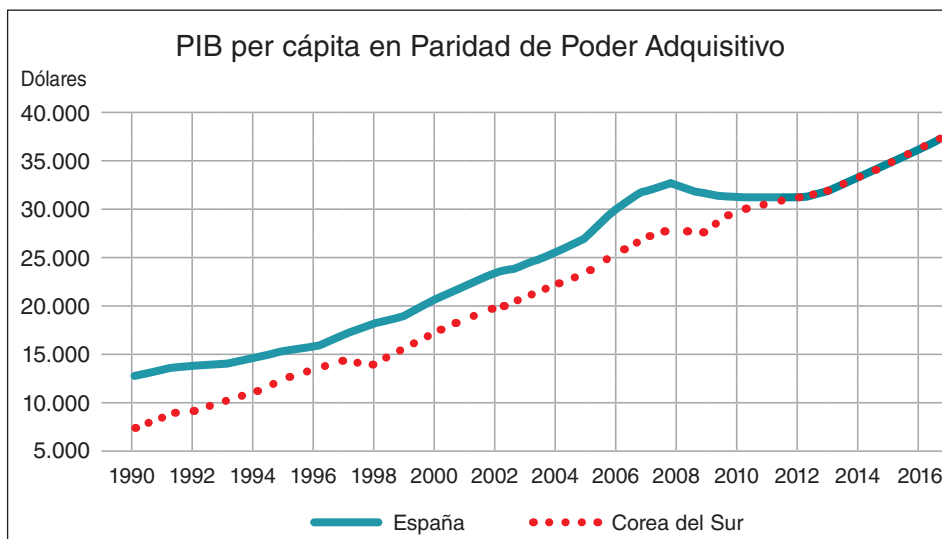
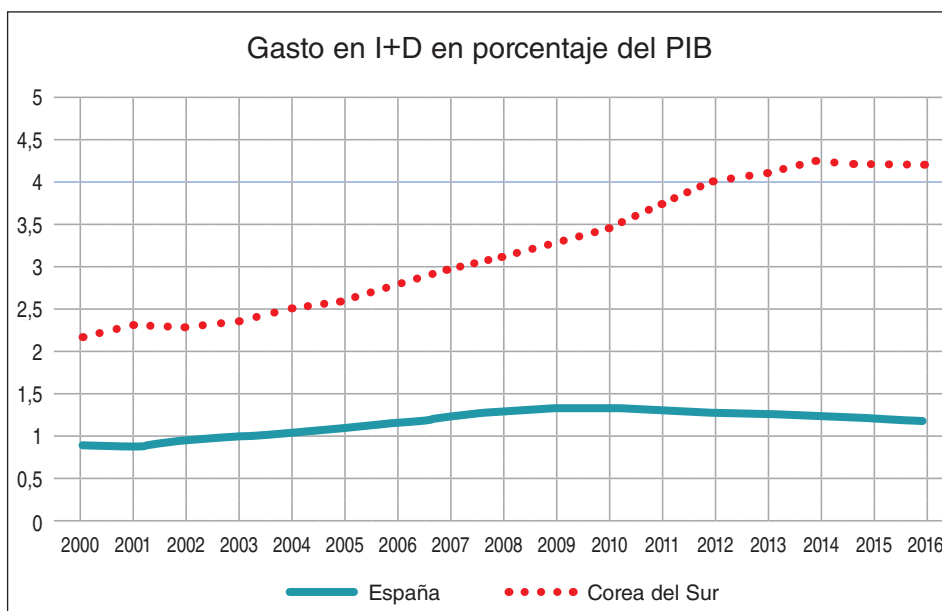
Otro modelo de innovación: cómo innova nuestro gemelo de Asia

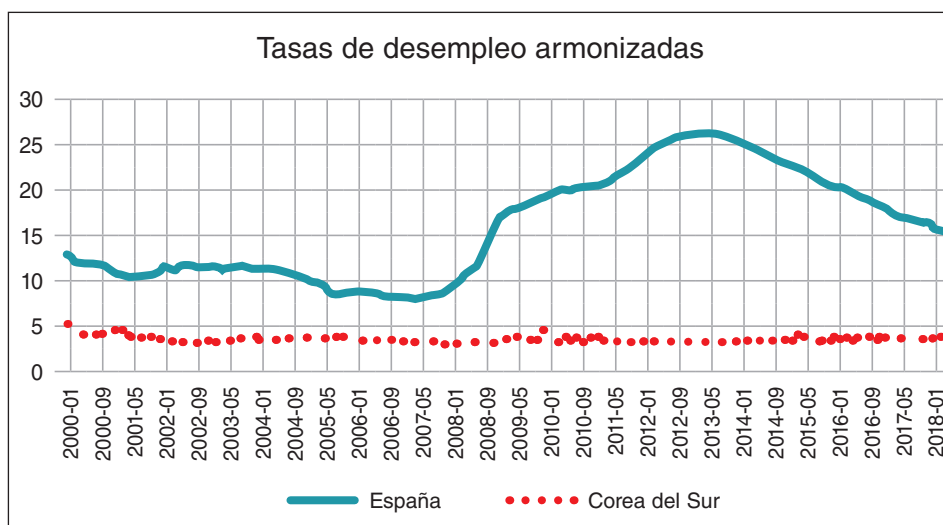
Stuart Medina Miltimore

España tiene un país gemelo en el Sudeste Asiático. Ocupa parte de una península y lo pueblan cerca de 50 millones de almas. En un pasado no muy remoto sufrió una guerra civil a la que siguió una larga dictadura que finalmente fue superada con una transición a la democracia. No hace muchas décadas era un país atrasado y rural pero en las últimas ha logrado un crecimiento económico potente hasta conseguir un elevado índice de desarrollo humano. ¿No les recuerda un poco a la historia de nuestro propio país?

La existencia de dos países de tamaño similar es muy interesante porque nos permite contrastar el efecto que han tenido o tendrán distintas políticas y estructuras económicas en sujetos parecidos. Sería osado afirmar que esto nos permite soslayar una de las carencias de las ciencias sociales: la dificultad de realizar experimentos controlados sobre los sujetos, sean estos individuos, colectivos o países. Pese a todo el científico social puede extraer conclusiones interesantes del análisis comparado. Es evidente que este tipo de análisis tiene limitaciones porque existen múltiples variables independientes que no podemos controlar. En cualquier caso, pese a las enormes diferencias culturales e históricas, la experiencia de Corea del Sur es muy ilustrativa para su gemelo europeo.

Lo que nos ocupa en este caso es comprobar el poder transformador de la inversión en I+D. Éste es probablemente el principal factor que explica que el PIB por habitante de Corea acaba de superar el nuestro, su mercado laboral roza el pleno empleo, su crecimiento económico es robusto y su balanza comercial muestra una solidez envidiable. ¿Podemos extraer lecciones de este *sorpasso* coreano aplicables a España?





Fuente: OCDE.

Un primer factor que explica el progreso coreano es su apuesta por la investigación. Es evidente que Corea del Sur ha apostado de forma más decidida y eficaz por la innovación. Corea gasta en I+D tres veces y patenta 6 veces más que España. Además el porcentaje de gasto ejecutado o financiado por las empresas es mayor lo cual podría sugerir que en el país asiático la *I* de Investigación es más bien *i* de innovación; es decir podría afirmarse que está muy orientada a transferir resultados y a convertirlos en productos que demandan los mercados. No solo investigan más sino que además convierten los resultados en productos demandados por el resto del mundo.

Para muchos el secreto del éxito residiría en el modelo empresarial del país asiático. El desarrollo industrial de los años 60 y 70 recuerda al del desarrollismo franquista de la misma época pero el modelo coreano presentó algunas peculiaridades propias. Durante la dictadura de Park Chung-hee el gobierno coreano favoreció la creación y desarrollo de grandes conglomerados industriales, los llamados *chaebol*, como Hyundai o Samsung. En sus inicios estos conglomerados importaban la tecnología que necesitaban del extranjero, de forma similar a como las empresas españolas se limitan a utilizar tecnología foránea. Sin embargo, tras el retorno a la democracia, los caminos del tejido industrial de ambos países parecen divergir. A partir de los años 80 los *chaebol* empezaron a aplicar un sistema de innovación que los ha convertido en multi-

nacionales que venden sus productos en todo el mundo. Esta estrategia se persiguió con más ahínco tras la crisis económica asiática de 1997.

Aunque hay empresas españolas que han demostrado una gran capacidad creativa y que se han convertido en multinacionales, produce una cierta desazón constatar que la oferta de éstas parece centrarse en productos con una capacidad tecnológica media o baja. Si miramos a las empresas españolas, es indudable que algunas han demostrado una gran creatividad y se han convertido en multinacionales. España cuenta con multinacionales sobre todo en sectores como la banca, la construcción, la ingeniería, la aviación o la moda. Contamos con una de las mayores empresas de telecomunicaciones con un importante presupuesto de I+D, Telefónica. Tenemos también empresas que ocupan posiciones de liderazgo en ferrocarriles, aviación y energías renovables. Por otra parte, la producción científica se incrementó durante los primeros 10 años del siglo, sobre todo gracias a la inversión pública. Nuestro país alcanzó en determinadas áreas relacionadas con salud y biología volúmenes de producción científica que podía haber aprovechado nuestra industria farmacéutica y biotecnológica. Sin embargo, hemos de reconocer que el gasto privado en I+D español es todavía bajo y que la transferencia de tecnología del sector público al privado es escasa. Las esferas empresarial y científica aun interactúan poco.

Por eso no podemos dejar de mirar con sana envidia el desarrollo empresarial coreano. Sus empresas de referencia son firmas como Samsung o LG, cuyos teléfonos móviles de pantalla táctil y televisores de pantalla plana han ido copando cada vez mayores cuotas de mercado, o Hyundai y KIA que comercializan automóviles a nivel global. En contraste, nuestra industria automovilística se limita en gran parte a la fabricación de componentes y hace años que nuestras marcas fueron compradas por multinacionales y por tanto las actividades de diseño e ingeniería se realizan mayoritariamente fuera del país.

Según el Prof. Martin Hemmert, de la *Korea University Business School*, las empresas coreanas han desarrollado una cultura de gestión de la innovación que favorece una visión a largo plazo y una eficaz integración de los procesos de I+D. Según Hemmert, las firmas coreanas integran tempranamente el diseño de productos en la I+D. Además, la gestión de proyectos trata de solapar las actividades para que se desarrollen en paralelo acelerando el ritmo de generación de nuevos productos. Asimismo fomentan el diálogo entre departamentos funcionales de la

empresa para asegurar una adecuada integración de distintos departamentos en la gestión de los proyectos. La gestión de recursos humanos, de forma parecida a la empresa japonesa, ha favorecido tradicionalmente relaciones laborales a largo plazo y ha basado la compensación en la antigüedad y la promoción interna⁷⁸. Sin embargo, tras la crisis asiática de 1997, las empresas coreanas empezaron a aplicar prácticas de empleo más flexibles y han comenzado a aplicar incentivos y retribuciones basadas en el desempeño. De esta manera la empresa coreana se ha mostrado dispuesta a asumir estrategias de innovación más arriesgadas que las de sus pares japoneses.

Una característica es que el liderazgo de las empresas en la ejecución de la I+D ha provocado un sesgo hacia la electrónica, los semiconductores, la ofimática y los automóviles. Las empresas innovan en aquellos campos que conocen en un esfuerzo gradual y acumulativo.

Cabe citar por último como factor crítico de éxito un sistema educativo excelente. En los informes PISA, Corea del Sur aparece sistemáticamente posicionado en los primeros puestos de rendimiento escolar.

Tampoco podemos ignorar los enormes costes que impone el modelo coreano sobre la sociedad. Conocido es que el sistema educativo es excesivamente exigente y los niños están sometidos a una presión que los expone a largas jornadas, impide que desarrollen actividades lúdicas tan necesarias para un correcto desarrollo emocional y ha sido causa de numerosos suicidios juveniles, primer motivo de muerte entre los chicos de 15 a 24 años de edad. También son cuestionables las largas jornadas laborales que sufren los coreanos donde se practica el presencialismo improductivo, algo por otra parte también conocido en estas tierras.

No se puede obviar que el modelo empresarial de integración horizontal implica una enorme concentración de poder en estos conglomerados que facilita prácticas anticompetitivas. Sin embargo, es preciso reconocer que esa enorme centralización de recursos en los *chaebol* también facilita que estas empresas puedan acceder a la clase de capital paciente requerido para que una empresa invierta en proyectos innovadores que, por su propia naturaleza, están sometidos a un elevado riesgo de fracaso tecnológico y comercial y que por tanto cuesta mucho financiar.

⁷⁸ Martin Hemmert (2008), «Innovation management of Japanese and Korean firms: A comparative analysis». *Asia Pacific Business Review*, núm. 14(3), págs. 293-314.

Otro modelo de innovación: cuál es el papel del Estado

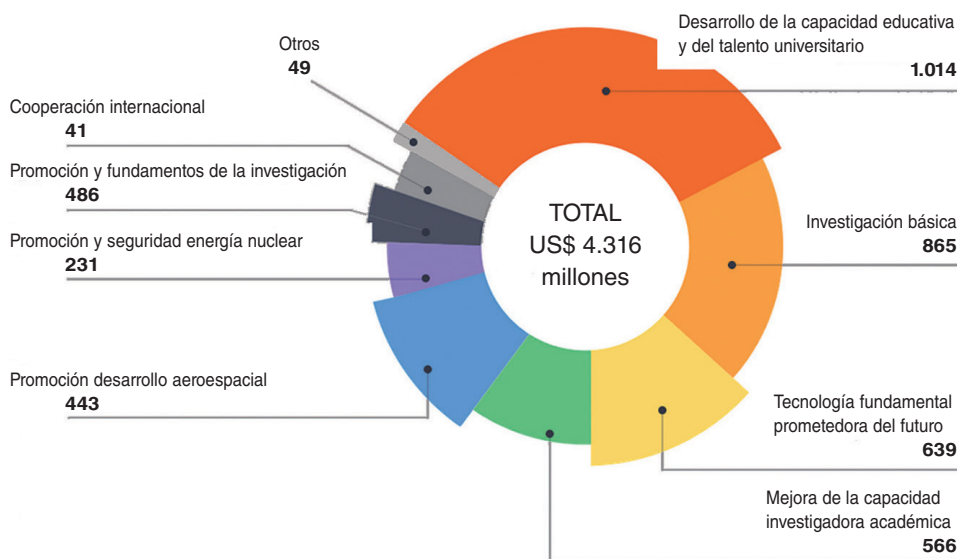
Stuart Medina Miltimore

Por muy admirable que sea el modelo empresarial coreano⁷⁹, sería un error atribuir el mérito del espectacular y exitoso cambio de modelo productivo exclusivamente al sector privado. Corea del Sur es citado frecuentemente como el ejemplo de un país donde el sector privado ha tomado la iniciativa, lo cual aparentemente validaría el discurso neoliberal que justifica el abandono de las políticas de desarrollo industrial. Sin embargo, el estado ha desempeñado un importante papel director. La política gubernamental se ha instrumentado a través de Planes Básicos de Ciencia y Tecnología quinquenales. «El más reciente, (...), se centró en determinados sectores tales como automóviles, astilleros, semiconductores, acero, maquinaria, textiles y materiales. Además Corea está desarrollando tres áreas de tecnologías verdes, servicios de valor añadido y convergencia de telecomunicaciones y tecnologías de redes en un único dispositivo (MKE 2010)»⁸⁰. El modelo coreano no excluye al sector privado pero cuenta con un potente liderazgo del sector público.

⁷⁹ Véase capítulo, *Otro modelo de innovación: Cómo innova nuestro gemelo de Asia*, por Stuart Medina Miltimore.

⁸⁰ Nayanee Gupta, David W. Healey, Aliza M. Stein y Stephanie S. Shipp (2013), *Innovation policies of South Korea*. Institute for Defense Analyses.

El estado coreano complementa la iniciativa privada con potentes herramientas de apoyo a la I+D empresarial. La Fundación Nacional de Investigación de Corea (FNIC) fue creada en 2009 como consecuencia de la fusión de tres entidades preexistentes: la Fundación de Ciencia e Ingeniería de Corea, la Fundación de Investigación de Corea y la Fundación de Cooperación Internacional de Ciencia y Tecnología de Corea. La FNIC aporta ayudas para la investigación en nuevas teorías para el avance de la ciencia, las artes y la cultura coreana en general. Para 2017 el presupuesto anual excedió los 4.300 millones de dólares USA (3.600 millones de euros). Para valorar la dimensión de este presupuesto recordemos que una entidad homóloga en España como el Consejo Superior de Investigaciones Científica recibió una asignación presupuestaria para el mismo ejercicio de 624 millones de euros.



Desglose del presupuesto de la Fundación Nacional de Investigación Coreana.
Fuente: Página web de la FNIC.

Además de un potente programa de apoyo a la investigación el gobierno coreano ha implantado instrumentos de inversión en jóvenes empresas tecnológicas. La *Korea Venture Investment Corp* (KVIC) fue creada en 2005 dentro de un paquete de medidas para la promoción del emprendimiento de riesgo con fondos del gobierno. La KVIC gestiona un fondo de fondos cuyo capital de 3.200 millones de dólares USA (2.700 millones

de euros) tiene una ventana de inversión hasta 2035 para tomar participaciones en fondos especializados en nuevas empresas de base tecnológica, pyme, empresas e industrias culturales, empresas de comercialización de propiedad industrial, industrias de medios y telecomunicaciones y cine coreano. Además ha creado dos fondos que coinvierten en fondos de capital riesgo (*matching funds*), el Fondo de Coinversión en redes de ángeles de negocio (hasta 2.000 millones de won [1,5 millones de euros]) y el Fondo de Coinversión para fusiones y adquisiciones de pyme y empresas de riesgo. La KVIC realizó en 2011 una inversión de 79,74 millones de dólares USA (65 millones de euros) en el sector biotecnológico y en 2014 esa cifra alcanzó los 250,26 millones de dólares (210 millones de euros). Este esfuerzo fue favorecido por los esfuerzos de la bolsa coreana para facilitar la cotización de empresas biotecnológicas eximiéndolas de presentar unas cuentas anuales con beneficios⁸¹.

El Ministerio de Ciencia, TIC y Planificación Futura anunció en marzo de 2017 que el gobierno coreano dotaría un fondo de 100 millones de dólares USA (84 millones de euros) para ayudar al crecimiento de NEBT (Nuevas Empresas de Base Tecnológica) biotecnológicas y firmas de capital riesgo que inviertan en la industria biotecnológica. El fondo tendría el apoyo de la Administración de Pyme, el Ministerio de Comercio, Industria y Energía. Además, el Ministerio crearía una infraestructura biotecnológica que será un centro de investigación y desarrollo. El gobierno considera que la biotecnología será el próximo motor de crecimiento de su economía y la ambición es convertir a Corea en un centro mundial de biotecnología y tecnología médica y sanitaria. Los citados son solo algunas de los instrumentos que ha creado un estado que no se ha tomado la innovación y el desarrollo de empresas tecnológicas a la ligera. Los instrumentos homólogos en España palidecen en comparación.

Las limitaciones del modelo neoliberal

En conclusión, ¿qué puede aprender España del modelo coreano? Quizás la crisis de la que recientemente hemos empezado a salir debiera

⁸¹ Jung Suk-ye (2016), *Biotech venture investment achieved remarkable growth over last five years. Business Korea*. <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=14262>

obligar a plantearnos un nuevo modelo productivo y de innovación. Es fundamental que los poderes públicos y privados se convenzan de la importancia de la ciencia, la transferencia y la innovación tecnológica para construir un futuro sostenible. Solamente una apuesta firme, coordinada y a largo plazo permitirá hacer realidad la transformación que tanto necesitamos.

Aunque suene a herejía para los virginales oídos europeístas, es probable que el factor determinante que explica que España haya escogido una senda distinta a la coreana a partir de los años 80 es precisamente su apuesta por el proyecto librecambista europeo que aborrece de toda intervención estatal. A raíz de la entrada en las Comunidades Económicas Europeas se abandonaron las políticas de desarrollo industrial de los años 70 con la interrupción prematura del último plan quinquenal de desarrollo (1970-1975) y el estado español se ha limitado a crear un entorno que pretende ceder el liderazgo al sector privado. En el modelo neoliberal el estado debe abstenerse de dirigir el proceso de innovación y mantener una posición agnóstica en cuanto a las apuestas tecnológicas confiando en su lugar en la sabiduría de la «mano invisible» de los mercados. Se fía todo al fomento de una cultura emprendedora y la creación de condiciones favorables al desarrollo de la innovación.

Para los neoliberales la falta de desarrollo tecnológico sería consecuencia de fallos del mercado. Esta «brecha de mercado» sería característica de los sectores de alta tecnología. Por una parte, la demanda emitiría señales confusas y no sería capaz de transmitir sus verdaderas necesidades. Por otra parte, los inversores no serían capaces de evaluar el riesgo y el valor de los proyectos tecnológicos. Se reconoce que la inversión en investigación básica y de frontera no suele ser rentable y por eso debe considerarse un bien público. Por ello bastaría financiar la fase de innovación más temprana que genera las invenciones de frontera y facilitar un entorno favorable al emprendedor para que las lleve al mercado. Más allá de financiar la investigación básica el papel del estado sería limitado porque los administradores públicos no tendrían la suficiente visión como para determinar por qué sendas caminará la innovación en el futuro. A partir de los resultados obtenidos en los centros públicos de investigación y las universidades sería el mercado quien tomaría el relevo y apostaría por las invenciones más prometedoras. El paradigma vigente espera que surja espontáneamen-

te el emprendedor que transformará nuestro modelo económico si se crean las condiciones adecuadas. El estado debería limitarse a corregir los «fallos del mercado» mediante el fomento de la I+D a través de las ayudas públicas y deducciones fiscales. El principal factor limitante para el desarrollo de empresas tecnológicas se resolvería mediante la creación de instrumentos de financiación que no deben tener una naturaleza «anticompetitiva», es decir, que no distorsionen el funcionamiento de unos mercados y dejen siempre el liderazgo en manos privadas. En esencia la política europea se ha basado en las políticas de oferta, es decir, en crear un ecosistema favorable a la innovación. Sí se tolera que el estado desempeñe un limitado papel para corregir determinados fallos del mercado pero nada más. Tal es el modelo de innovación seguido en España desde los años 80.

El modelo se aplica no solo en España sino en toda Europa con resultados bastante mediocres. Esto quizás explique la paradoja del continente europeo: existen un capital humano muy cualificado, centros de investigación punteros, universidades de prestigio y un mercado desarrollado con alto poder adquisitivo. Sin embargo, Europa parece haberse descolgado de la vanguardia en la innovación. La falta de liderazgo y ambición de nuestras políticas de innovación ha dado lugar a resultados subóptimos.

Cuando se analiza la baja productividad de la economía española esta se atribuye a su apuesta por sectores de bajo valor añadido (turismo, construcción), la escasa dimensión de sus empresas y la falta de formación de la fuerza de trabajo —situación agravada por las elevadas tasas de temporalidad y precariado—. En España la mayor parte de las empresas son pyme o micropyme sin capacidad de acometer las inversiones arriesgadas que se necesitan para introducir en el mercado global productos realmente innovadores y rupturistas. El capital privado destinado a invertir en empresas innovadoras es escaso, tiene una elevada aversión al riesgo y no puede apostar por proyectos con plazos de maduración superior a dos o tres años. Falta el tipo de capital «paciente» que puede movilizar grandes recursos y esperar a que se produzcan los resultados e incluso tolerar que muchos proyectos fracasen. Estos fracasos son necesarios y forman parte de un proceso de aprendizaje continuado. Analizando las condiciones de nuestro sistema productivo solo cabe concluir que confiar en que el modelo de innovación europeo va a operar un cambio de modelo productivo es como esperar a que se produzca un milagro.

Elevar la productividad de nuestra economía exige dar un salto en el alcance y escala de nuestros proyectos empresariales y dotarlos de mayor contenido tecnológico. El estado español necesita desarrollar una política basada en un mejor conocimiento de cómo se produce la innovación en una economía capitalista. Corea del Sur nos sugiere que ha llegado el momento de considerar políticas industriales más ambiciosas y menos ingenuas.

**CIENCIA Y POLÍTICA.
EL PARLAMENTO POR LA CIENCIA,
Y LA CIENCIA EN EL PARLAMENTO**

Relaciones insatisfactorias

César Ullastres

En el acto de presentación del *Informe sobre la Ciencia y la Tecnología en España* que coordinó Vicente Larraga para la Fundación Alternativas⁸², el pasado 25 de Enero de 2018, José Lladó, presidente de Técnicas Reunidas, expresó que las relaciones entre la investigación y la empresa eran insatisfactorias, y señaló la imperiosa necesidad de que el sistema productivo tiene que estar apoyado por la ciencia. Añadió con contundencia: «Es en los laboratorios donde la gente trabaja buscando lo que luego nos da de comer a las empresas».

La ciencia como factor de innovación debe de entrar en la agenda política pero, más allá de que exista un pacto entre los representantes políticos que permita a los científicos hacer su trabajo sin el corsé de sus tiempos legislativos y con los recursos necesarios, algo que emerge como consenso si no quiere llevar la ciencia al colapso, es necesario que todos nos involucremos. Un pacto de Estado que no vaya precedido de un pacto social no vale para nada. ¿Recuerdan el famoso 0,7% del PIB como ayuda oficial a los países más pobres? La tozuda realidad lo convirtió en papel mojado. No ocurrió nada, el

⁸² Vicente Larraga (coord.) (2017), *Informe sobre la ciencia y la tecnología en España*. Fundación Alternativas. <http://www.fundacionalternativas.org/las-publicaciones/informes/informe-sobre-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana>

Pacto contra la Pobreza de diciembre de 2007 no ha tenido ninguna repercusión real.

Este último año he participado en un Grupo de Trabajo promovido por dos Direcciones Generales de la Comunidad de Madrid para identificar las barreras a la transferencia que se producen entre las universidades y centros públicos de investigación y las empresas. Estaban casi todos los concernidos: las consejerías de economía, educación y sanidad, las universidades, los centros públicos de investigación, los organismos de interfaz, las oficinas de transferencia de resultados de la investigación y las organizaciones empresariales. Se identificaron tres bloques de cuestiones, dos de ellos tenían que ver con las siempre insatisfechas cuestiones referidas al tira y afloja de cómo se reparten los derechos de las invenciones y a incrementar las rebajas fiscales y el tercero en qué hacer para mejorar el conocimiento de las empresas de lo que se hace en la investigación y cómo pueden aprovecharlo, algo que tiene mucho que ver en cómo mejorar la relación entre la ciencia y la sociedad.

Las barreras más significativas se podrían sortear dentro del marco legal previsto a nivel nacional en la Ley de Economía Sostenible (2/2011) y la de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (14/2011), desarrollando ciertas disposiciones de la legislación que se incluyeron como encomiendas a las comunidades autónomas para su implementación mediante normativa propia.

En síntesis, en la Comunidad de Madrid habría que adaptar parte del articulado de seis leyes autonómicas para adecuar y desplegar los instrumentos previstos en la norma nacional. La Administración General del Estado también tendría que aplicarse el cuento. Para desarrollar lo previsto en las dos leyes nacionales citadas y eliminar todas las barreras identificadas se tendría que adaptar artículos de trece leyes que son competencia del Congreso de los Diputados. Por mi experiencia, calculo que, una vez tomada la decisión de hacerlo, ponerlo negro sobre blanco supondría un mes de trabajo de unos pocos funcionarios profesionales que todavía no hayan entrado en el proceso de petrificación del que algunos están aquejados. Luego, interventores y los servicios jurídicos, defendiendo con el celo característico sus atribuciones, revisarían las propuestas que los técnicos hayan hecho. El tiempo en hacer esa revisión es inversamente proporcional al interés que hayan explicitado los responsables políticos en que el tema vaya adelante.

El problema es que, hasta la fecha, está comprobado que a la inmensa mayoría de nuestros profesionales de la política lo de la ciencia les importa un bledo. Puede ser porque solo se estima de verdad lo que se conoce y, en su ignorancia, no perciban la ciencia que aquí se produce como algo propio; puede ser porque la política se base en certezas y, sin embargo, los hitos que se producen con la ciencia atraviesan la frontera de lo conocido y producen novedad, replanteamientos y rupturas. Es en la frontera del conocimiento donde se entienden las leyes que rigen el universo y es ahí donde se puede descubrir el conocimiento diferencial que haga posible generar productos que convenzan a los consumidores, es decir, que sean innovadores. Y es precisamente ahora, un momento en el que están convergiendo tecnologías que están cambiando radicalmente la forma de hacer las cosas y surgiendo nuevas preguntas, cuando la flexibilidad es más importante que nunca.

Está claro que el espacio de la ciencia y de la innovación es difícil de abarcar en leyes por el carácter multidimensional de los factores que en las dos intervienen. Deben incorporarse medidas que contribuyan a favorecer los procesos de innovación en la empresa en el conjunto de las políticas públicas tanto a través de incentivos generales como de acciones específicas concertadas con los diferentes actores: administración, científicos y empresarios, encaminadas a la incorporación de conocimientos y tecnologías en los sectores público y privado como fuente de innovaciones tecnológicas, organizativas, culturales y sociales. Y también, es necesario asegurar que los científicos puedan hacer su trabajo en las condiciones adecuadas. Basta ya de decir que el trabajo de los investigadores es crítico para promover el cambio en el modelo productivo imprescindible mientras que su presupuesto esté sometido a drásticos y continuados recortes a la primera de cambio.

La realidad ha demostrado que tanto la Ley de la Ciencia de 2011 como la de Economía Sostenible no se han desarrollado en las Comunidades Autónomas, sorprendentemente solo se ha hecho en Cataluña, Galicia y Murcia. En el resto, su normativa no ha sido actualizada según lo dispuesto en la normativa nacional y, de acuerdo con lo comentado, es algo factible. No encuentro ninguna explicación de porqué no se hace. No tiene coste y según los propios actores del proceso de generación de conocimiento hasta la transferencia de resultados para fines de explotación comercial, esa acción facilitaría mucho su realización.

Reconocer la actividad de transferencia al personal investigador a efectos de su compensación y desarrollo profesional, igual que ocurre con las publicaciones, y compensarle económicamente si, fruto de la explotación de su trabajo, se obtienen rendimientos es algo obvio, pero no se hace.

Proteger la asignación de la titularidad de los resultados de la investigación en favor de los centros donde han sido desarrollados por su personal investigador y permitir que esos centros puedan adjudicar licencias de explotación de los resultados de la investigación en ellos realizados, mientras que se participa con todas las consecuencias en su explotación ya sea en una empresa a la que le interese o en una *spin off* que se cree al hilo de esos resultados tienen toda la lógica. Sin embargo, es un calvario para el que se le ocurra intentarlo.

Es ilógica la pérdida del complemento de exclusividad al personal investigador si se incorporan a una empresa *spin off* cuando en realidad, se trata de un instrumento de transferencia que debería estar vinculado al propio centro de investigación. Se deben ampliar los supuestos de levantamiento de incompatibilidades del personal investigador y mejorar el régimen de excedencia, de forma que la opción de crear una empresa sea algo normal en la trayectoria profesional de los investigadores y abandonar la acusación de deslealtad bochornosa que todavía algunos aplican a un investigador si se plantea que su trabajo puede convertirse en un producto innovador. Hay que señalar, por cierto, que una empresa no es más que el instrumento económico más eficaz y barato para saber si las ideas funcionan o no.

En cuanto a las medidas fiscales, la transferencia de conocimiento se incentivaría incrementando en el IRPF los incentivos a la inversión en *spin off* y *start up*, así como el que se permitiera compensar las pérdidas resultantes de esas inversiones. Respecto al Impuesto de Sociedades, aunque es de competencia estatal, serviría de acicate diseñar un incentivo a las empresas que inviertan para que puedan beneficiarse de las deducciones a la I+D+i y, también, trasladar las generadas por entidades exentas a los inversores que participan en los procesos de forma indirecta.

Avanzar en las medidas legales solo requiere la voluntad política para hacerlo. Sin embargo, con esto no se resuelve todo. Lo más importante es el reto de gestionar conflictos de una dimensión que todos desconocemos. La calidad de la sanidad, la alimentación o el medioambiente, bienes que son de todos y de nadie al mismo tiempo, son asuntos difíciles de

abordar desde un solo prisma. Son temas con tantas y tan obvias connotaciones políticas y mediáticas, que es imposible reducirlos a parámetros controlables en el seguro espacio de un laboratorio. La envergadura del asunto implica la imposibilidad de abarcarlo solo con la perspectiva del mercado. Es necesario que toda la sociedad se involucre.

Vincular la ciencia y la sociedad es particularmente urgente en estos momentos de cambios acelerados asociados con la irrupción y convergencia de tecnologías que van a cambiar en profundidad todo lo que estamos haciendo. Estamos ya en la trayectoria de transformación que va desde la sociedad industrial que conocemos a la sociedad digital, con cambios en el paradigma tecnológico que exigen al tejido productivo hacer las cosas de otra manera, a innovar. Las nuevas fronteras del conocimiento en áreas como la biotecnología, los nuevos materiales o la corrección del deterioro medioambiental, resultan de tecnologías, enfoques y métodos alternativos que están impactando sensiblemente en los modelos operativos y culturales tradicionales en los laboratorios. Las investigaciones pueden modelarse sin límite y ello afecta no sólo a las políticas de investigación, también al papel que cada científico ha de desempeñar en la sociedad.

Por otro lado, el modelo con el que se informa a la gente parte de la base de que sabe poco y que cuanto más sepa, mejor se aceptará lo de hacer ciencia y algo de verdad hay en esto. De todas formas, algo le falta. No se trata solo de hacer grandes exposiciones, organizar todo tipo de saraos en bares, traer gurús especializados en convencer a los responsables políticos para que inviertan más o esfuerzos de marketing que se los lleva el viento. Habría que hacer más énfasis en trabajar las capacidades de los ciudadanos para que también evaluaran, en su justa medida, los asuntos científicos que les conciernen.

Según el diccionario transferir significa «pasar o llevar algo desde un lugar a otro» y, también, «ceder a otra persona el derecho, dominio o atribución que se tiene sobre algo». Probablemente ya no nos valga la palabra. Este imaginario nos lleva a la conocida propuesta de tender puentes e implica la existencia de valles que sin ellos son difíciles de recorrer. Se trataría de llenar esos valles con personas que permitan transitarlos.

Se necesitan más investigadores que hayan pasado por la industria en la Universidad, y más universitarios y doctores en las empresas con la capacidad de relacionar lo que se hace en la Ciencia con los modelos

de negocio de las empresas que demandan los consumidores. Personas que se adentren y descubran oportunidades donde otros ven problemas y dificultades insalvables, profesionales preparados, capacitados y con los recursos necesarios para que el ineludible camino que ya hay que recorrer fuera sencillo. Lo que nos lleva a la cooperación de manera necesaria e ineludible entre los subsistemas públicos y el privado, donde cada uno aporte lo mejor que tenga, respetando los derechos fundamentales de todas las partes orientados al bien común.

La ciencia vuelve al Parlamento

Borja Sánchez

En este artículo quería compartir con ustedes las reflexiones que me ha suscitado mi asistencia, en calidad de secretario en funciones de la *Asociación Española para el Avance de la Ciencia*⁸³, a una iniciativa muy reciente surgida del magma resultante de la laminación al que durante años ha sido sometido nuestro sistema público de Ciencia y Tecnología. *Laminación* entendida como la segunda y tercera acepción que, para dicho término, recoge el diccionario Larousse.

El pasado día 6 de noviembre de 2018 acudí al Congreso de los Diputados, con motivo de la primera jornada de #CienciaenelParlamento⁸⁴, una iniciativa que persigue la creación de oficinas de asesoramiento científico técnico que den información científica, contrastada, independiente y sobre todo permanente que los políticos puedan utilizar en su labor legislativa. Esta iniciativa ha suscitado un interés transversal, tanto entre científicos, políticos, ciudadanos o empresarios.

Resulta paradójico (o tal vez no, a estas alturas ya no me sorprende) que estas oficinas lleven presentes desde los años 80 en otros países Europeos: incluso existe la EPTA⁸⁵, que es la red europea de dichas

⁸³ *Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC)*. <https://aeac.science/>

⁸⁴ *Asociación Ciencia en el Parlamento*. <https://cienciaenelparlamento.org/>

⁸⁵ *European Parliamentary Technology Assessment (EPTA)*. <https://eptanetwork.org/>

oficinas. Justamente por esta cuestión España (junto con Italia) era considerada una excepción europea al no haber implantado esta iniciativa; y digo *era* porque parece ser que esta vez sí que va a cuajar la idea: a la tercera va la vencida. A este respecto quería destacar que Cataluña sí cuenta con representación en la EPTA, a través del *Consell Assessor del Parlament sobre Ciència i Tecnologia (CAPCIT)*: recordemos que las comunidades autónomas tienen competencias en cuestiones de investigación, desarrollo e innovación, como nos recordó el profesor Mas-Colell en una de sus últimas conferencias.

Comenzó el acto con las intervenciones de una mesa conformada por Ana Pastor (Presidenta del Congreso de los Diputados), Andreu Climent (Promotor de #CienciaenelParlamento), Jorge Barrero (Director General de COTEC⁸⁶) y Ángeles Heras (Secretaria de Estado de Universidades, Investigación, Desarrollo e Innovación). También intervino la robot Mini.

De Ana Pastor me quedo con el reconocimiento a la importancia que una oficina de esta índole tiene para los legisladores, así como el reconocimiento a la importancia que la innovación tiene en nuestros días. Se agradece esta reflexión, aunque sabemos que esta importancia de la innovación en nuestro país tiene tanto de obvio como de difuso: ¿podemos apostar por innovación dejando a un lado la creación de conocimiento científico? Más aún, en mi pequeño *parcours* de apenas año y medio entre la política y la ciencia he podido comprobar como muchos empresarios reconocen que lo que investigamos ahora mismo en el laboratorio será con lo que ellos comercien en el futuro, pero esto se diluye a la hora de llevar al mercado las iniciativas más prometedoras y más cercanas al mismo, al menos en algunos campos.

De Andreu Climent, cabeza visible de esta iniciativa, me quedo con su comparación de la España actual con la de hace 40 años. Hace 40 años nuestra Constitución comenzaba su andanza, pero también se sintetizaba por primera vez insulina a partir de bacterias modificadas genéticamente. Cómo ha cambiado la vida en tan solo cuarenta años simplemente a la luz de estos dos hechos... ¿pueden imaginárselo? También sus palabras suscitaron una especie de idea fuerza de que la ciencia estaba ahí para dar y no pedir. Esto no refleja sino la propia generosidad de una comunidad que, a pesar de haber sido pisoteada durante años,

⁸⁶ Fundación COTEC para la Innovación. <http://cotec.es/>

no quiere desaprovechar una oportunidad como esta para mostrar lo útil que puede ser al país.

Tras Andreu intervino Mini, no sé si la primera robot en intervenir en el Congreso de los Diputados, quién propulsada por sus algoritmos de inteligencia artificial dio sucintamente la bienvenida al encuentro entre ciencia y política. Mini acabó su intervención mencionando a Rosalind Franklin, la gran química y cristalógrafa inglesa: «Ciencia y vida nunca deben estar separadas». Mini se ruborizó visiblemente ante nuestros aplausos.

De Jorge Barrero, Director General de COTEC, me quedo con la clara exposición de la estrategia mediante la que su organización se ha enfocado en trabajar de forma más amplia en el análisis del fenómeno de la innovación. COTEC está centrando una parte sustancial de sus esfuerzos en acompañar los cambios necesarios para que el conocimiento se transforme en innovación y se plasme en su vertiente económica. Necesario, tanto como el apoyo a la investigación básica. Acompañar a #CienciaenelParlamento como co-organizador entronca perfectamente con esta estrategia. También incidió en la idea de que con #CienciaenelParlamento la ciencia había entrado en el parlamento a dar, no a pedir. De nuevo la generosidad de la comunidad científica a colación que, prácticamente aniquilada durante los últimos años es capaz de resurgir y ofrecer su conocimiento en pro del bien común.

Ángeles Heras retoma un punto importante que debiera estar meridianamente claro en 2018: la ciencia es una inversión, no un gasto. Que se siga viendo como un gasto en algunos estamentos resulta chocante, sobre todo a la vista de que una parte sustancial del presupuesto destinado a actividades de I+D+i son en realidad préstamos que retornan con sus correspondientes intereses. Durante su intervención la Secretaria de Estado también reclamó una mayor concienciación social en la transformación del conocimiento (yo añadido científico y tecnológico) en innovación, muy en línea con COTEC. Nombra el papel clave de los sistemas fiscales en este proceso que para mí es especial relevante, tal vez incluso más importante que parámetros como la propia intensidad de innovación. Seguramente haya un artículo en el futuro sobre este tema ya que atañe muy de cerca al futuro de la región donde vivo, Asturias.

El turno de intervenciones concluye con Ana Pastor, quien transmite el compromiso de los grupos parlamentarios para la creación de esta oficina, con la esperanza de que dicha creación se materialice siendo ella

Presidenta. Y acaba tomando un extracto de una conversación con «el nieto» (supongo que querría decir con la nieta) de Madame Curie: «Que no tengan que pasar muchos años sin que la gente reconozca el valor de la ciencia».

Tras estas intervenciones se concitaron 4 mesas coloquio con las que se pretendía ejemplificar el funcionamiento de la futura Oficina de Asesoramiento Científico Técnico. Temas tan distantes como la inteligencia artificial o la dependencia, la contaminación por plásticos o la gestión del agua o de los migrantes. Estos temas fueron revisados y expuestos por personal técnico, lo que daba paso a intervenciones de dos expertos y de un nutrido grupo de políticos de diferentes opciones políticas que analizaron desde los retos hasta las oportunidades para abrir nuevos mercados. Un resumen detallado de estas reuniones y jornadas será publicado por los organizadores en los próximos meses.

Desde la AEAC apoyamos sin reservas esta iniciativa que, no en vano, ha estado en nuestra estrategia desde la entrada de Eduardo Oliver como socio fundacional. También quería destacar la llamada realizada desde distintos grupos parlamentarios a la participación activa de políticos en ciencia. La mala reputación de la política entre nuestra comunidad científica es algo que debemos tratar de vencer; un servidor ya daba alguna pista a principios de años en una tribuna sobre política científica, y sigo animando a que todo aquel científico que crea pueda aportar algo en política desarrolle su labor a modo de viaje de ida y vuelta⁸⁷.

#CienciaenelParlamento es un primer paso no sólo hacia la creación de oficinas de asesoramiento científico-técnico parlamentarias, es un paso hacia la normalización de reuniones periódicas ciencia-política para que esta última tenga en cuenta a la primera en la toma de decisiones, que ésta sea informada y basada en la evidencia. Es en definitiva un paso para que ambas comunidades se conozcan y busquen formas de ayudarse mutuamente. A futuros, iniciativas como #CienciaenelParlamento son la forma de involucrar a nuestros jóvenes investigadores en las decisiones que se tomen sobre investigación, desarrollo e innovación en nuestro país. En la AEAC tenemos claro que una parte sustancial de nuestras inversiones en proyectos debe ir destinada no sólo a darle un marco de participación a los ciudadanos, sino también a nuestra cantera científica.

⁸⁷ Borja Sánchez (2018), «¿Dónde ha quedado la política científica?». *El País*, 8 de enero. https://elpais.com/elpais/2018/01/02/ciencia/1514887867_207976.html

Por último, que la ciencia vuelva al Parlamento es también un esfuerzo por atraer la atención de la comunidad investigadora del sector privado: este sector es tan clave como la adopción de una política científica para la recuperación de la ciencia y la tecnología en nuestro país.

Un proverbio turco dice que cuando el carro se rompe, muchas personas te dirán por dónde no tenía que haber pasado. Aún en el supuesto de que #CienciaenelParlamento no acabe cuajando ni a la tercera, que lo dudo, mi más sincera enhorabuena a todas las personas que estáis detrás de ella abriendo camino. Si como recogen muchos medios de comunicación la ciencia ha vuelto al Parlamento eso implica admitir, de forma indirecta, que en algún momento del pasado salió. Pero lo importante es que ha vuelto, y esta vez para quedarse.

Voluntad, ciencia y política

Armando Menéndez Viso

En un artículo reciente⁸⁸, Daniel Innerarity afirmaba que «la democracia no consiste en el sumatorio de las preferencias en conflicto sino en un proceso de mediación en el que se garantiza en lo posible la misma capacidad de todos para condicionar las decisiones políticas colectivas. La democracia es mejor cuanto más inclusiva, cuando la voluntad que finalmente se hace valer es el resultado del trabajo de la representación». Este trabajo de la representación no es el que ejerce quien ocupa un escaño, sino el procesado del mundo para volverlo inteligible. Que vivimos en un mundo representado, y no directamente en un mundo objetivo, es uno de los hallazgos más viejos y repetidos de la tradición filosófica occidental, desde Platón hasta hoy. La mediación de nuestros sentidos, nuestras lenguas, nuestras tradiciones artísticas y religiosas, nuestros instrumentos, etc. nos permite construir una imagen del entorno que habitamos y de nuestro obrar en él, pero a la vez introduce una distancia insalvable: no tenemos acceso directo a lo que hay. Por eso el mundo habitado por Demócrito era distinto del de Hildegarda de Bingen, y el de ésta diferente del de Marie Curie. No es casualidad que el asunto de la representación del mundo haya atraído especial atención en

⁸⁸ Daniel Innerarity (2018), «Voluntad y representación». *El País*, 20 de junio. https://elpais.com/elpais/2018/06/19/opinion/1529415735_606436.html

la Modernidad y la Ilustración, cuando se estaban fraguando a la vez las ideas actuales de ciencia y de estado. Descartes, Malebranche, Leibniz, Bacon, Berkeley, Locke, Hume o Kant (por enumerar sólo algunos de los nombres habituales en los manuales de historia de la filosofía y de la ciencia) se ocuparon de él no sólo por su interés para la teoría del conocimiento sino también, y quizá sobre todo, por sus implicaciones políticas: la realidad, sea lo que sea, resulta el único árbitro imparcial para resolver confrontaciones de pareceres distintos. Cuando sólo se enarbolan voluntades, no hay otra salida a las disconformidades que los golpes, más contundentes cuanto mayor fuerza se tiene. Por el contrario, toparse con la realidad obliga a asentir. La búsqueda de la realidad vale, pues, como freno de la violencia arbitraria y, por tanto, como camino de convivencia más o menos pacífica.

Las voluntades, para resultar eficaces, necesitan un mínimo de asentamiento en el mundo. Se puede tener la voluntad, perfectamente racional y loable, de remediar un infarto, pero, si no se sabe cómo, no servirá de nada. En cambio, una voluntad en principio extravagante pero consciente de las posibilidades reales puede llegar a imponerse, logrando, por ejemplo, poner una perra en órbita o construir una isla en forma de palmera. Volviendo a Innerarity, «la tarea de la política no es conseguir un equilibrio entre las voluntades políticas ya constituidas sino la formación de una voluntad política común que no existía con anterioridad». Y esta voluntad política común sólo puede generarse apoyada en la razón (también común), cuyo ejercicio se da por antonomasia en las ciencias (entendidas en su sentido más amplio, desde la filosofía hasta la física de partículas, pasando por la sociología o la filología) y las técnicas (incluidas las artes —al fin y al cabo, *ars* y *téchne* son términos equivalentes en sus lenguas respectivas—). Por ejemplo, la reciente voluntad común de reducir las emisiones de gases con efecto invernadero sólo puede brotar de la constatación de que esos gases contribuyen al calentamiento del planeta; la voluntad común de obligar a la vacunación contra ciertas enfermedades aparece porque las vacunas efectivamente funcionan; la voluntad común de garantizar el acceso a la banda ancha surge cuando esa banda ancha existe y porta datos considerados interesantes; la voluntad común de defender a toda costa un trazado ferroviario de alta velocidad sólo se genera si ese trazado es asumible social, económica y medioambientalmente, etc. Y si el disenso razonable tiene cabida, entonces no hay voluntad común. Tampoco, claro, cuando se impone el

arbitrio irracional, el capricho. Por eso la actividad tecno-científica (y artística) no es un adorno de las sociedades democráticas (o, simplemente, de las sociedades razonablemente organizadas), sino una necesidad perentoria. De ahí que las teorías y prácticas democráticas hayan incluido siempre la educación científica y técnica en su armazón. La democracia moderna no puede concebirse sin el ideal ilustrado de difusión del conocimiento.

La Ilustración española participó tan activamente como cualquiera en el fomento de la instrucción científica. Así, uno de sus representantes no tan recordados, Pedro Díaz de Valdés, asturiano que a la sazón ejercía de obispo de Barcelona, podía decir: «Las ciencias naturales pueden ser familiares a todos; y ninguno hay tan tosco, ni tan ocupado, que no tenga luz y algunos instantes para comprender algo de los objetos que forzosamente ha de tocar, usar o gustar en el curso de la vida [...], objetos que cada día y a todas horas tenemos a la vista, y en que el naturalista observador puede fijar útilmente su reflexión»⁸⁹. Hoy, en cambio, se sigue abonando la concepción de las diferentes disciplinas científicas como algo abstruso, inasequible y reservado a personas con habilidades particulares, como en esas noticias que al parecer tanto gustan del profesor de matemáticas que logra hacerlas comprensibles a niños de nueve años, o los comentarios pertinaces de quienes recomiendan a sus estudiantes más brillantes optar por *carreras de ciencias o de ingeniería*. Ignorando los orígenes de nuestro sistema educativo y de nuestras instituciones políticas, se obvia que la separación entre técnicas, artes, ciencias, política y vida pública es puramente convencional, y, lo que es peor, se tiende a disponer esos ámbitos jerárquicamente. Pero lo científico no es un añadido lujoso sino una parte consustancial del tejido político de cualquier sociedad. Ésta florece cuando sus saberes y técnicas lo hacen y declina cuando decaen (siquiera porque entonces se ve empujada a adoptar saberes y técnicas ajenas, que portan consigo nuevas costumbres y órdenes). ¿Cómo podría un país tener una hacienda eficaz sin gente que supiera cómo funcionan los impuestos o los mercados? ¿Cómo podría poner en marcha y mantener un sistema sanitario sin un depósito ingente

⁸⁹ «Discurso sobre la Historia Natural con respecto a Cataluña (1791)», en *Tratados sobre la física del clero y otros puntos útiles y provechosos de las ciencias naturales, impresos en el Memorial Literario de Madrid de 1787, 1789, 1790 y 1793 y Discurso sobre la Historia Natural con respecto a Cataluña*. Manuel Texéro, Barcelona, 1806.

de conocimientos médicos y organizativos? ¿Cómo podría contar con empresas rentables, si no estuvieran al día en la elaboración y venta de sus productos? ¿Cómo podría aspirar a una sociedad igualitaria y justa, si nadie se hubiera parado a establecer en qué pueden consistir la igualdad y la justicia? ¿Cómo podría albergar medios de comunicación útiles sin nadie capaz de construirlos y sin algo que distribuir a través de ellos?

La actividad tecno-científica conforma las raíces sociales. Fomentarla constituye una tarea radicalmente política y nada partidista, igual que promover la educación, la seguridad, la salud o el cuidado de los demás y del entorno. El estado hará siempre bien en implicarse en ella, pero, como en tantas otras cosas, no está de más que sus habitantes suplan o completen su tarea. De ahí la AEAC, que resulta una iniciativa necesaria para la mera supervivencia, no del gremio científico, sino de la sociedad toda, pues la actividad tecnocientífica es sustento de una vida común pacífica y rica.

Ciencia e innovación en espacio y tiempo electorales: análisis bajo el prisma del método científico

Emilio Muñoz

Este texto fue escrito en un momento determinado de enorme intensidad electoral (la importancia del contexto). Podría parecer que ha perdido vigencia. Pero curiosamente su objetivo caía de lleno en la estrategia de la AEAC recién llegada a la plataforma de la comunicación para destacar las relaciones entre sociedad, política y ciencia. Una nota final da potencial vigencia a un programa electoral y sirve para recuperar memoria en una sociedad desmemoriada.

Estamos en una primavera caliente, climática y políticamente hablando: su intensidad electoral es palmaria. En esta circunstancia la Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC) pretende, pretendemos me atrevería a decir, ser un Observatorio que, por medio de los programas electorales, perciba cómo se configura el próximo futuro de la ciencia, la tecnología y de sus transferencias hacia la innovación en nuestro país y sobre todo en comparación con el complicado entorno global en el que vivimos, caracterizado por las desconfianzas y las incertidumbres.

Tal pretensión se enmarca en línea con los objetivos fundacionales de la Asociación, y de modo fundamental con aquel que se ha escogido como signo de identidad: el reconocimiento de la ciencia como derecho

humano universal. Ese anhelo se refuerza con la coyuntura estratégica de la AEAC en la que se ha publicado un Manifiesto y Acuerdo⁹⁰ orientado a la movilización de la comunidad intelectual, que trabaja y piensa en el terreno de la racionalidad. Esa iniciativa convoca a liderar las ineludibles respuestas a las amenazas que a escala mundial se proyectan sobre la humanidad y obviamente la conmueven. Entre las potenciales estrategias para afrontar el desafío está la Agenda 2030, definida en 2015 desde el multilateralismo con sus sugerentes 17 objetivos para el desarrollo sostenible, y para cuyo cumplimiento se requiere un notable esfuerzo científico, tecnológico e innovador basado en la cooperación intergeneracional, entre hombres y mujeres, y apoyado en dimensiones y dinámicas interdisciplinarias y éticas.

El miércoles 27 de marzo de 2019, en pleno fragor de una campaña electoral continua, el partido en el Gobierno, el PSOE, presentó las líneas de su programa electoral. El texto *110 compromisos con la España que quieres*⁹¹ contiene elementos de interés para los objetivos antepuestos de la AEAC. Llegaba como casi siempre en España en un momento crítico para la ciencia con los investigadores denunciando los problemas del sistema.

A señalar, sin embargo, que el programa presentado encierra elementos positivos. Algunos de ellos son notorios como lo es que el texto esté escrito con rigor, sencillez y claridad. El texto *110 compromisos con la España que quieres* cuenta con un índice, excelente decisión, por el que se destilan las siete grandes avenidas por las que se trata de caminar para recuperar, o al menos mejorar, la posición de España en el concierto mundial. Son: *La España del conocimiento, La España competitiva y de las oportunidades, La España del bienestar, La España feminista, La España de la transición ecológica, La España de los nuevos derechos y libertades, y Una España europea abierta al mundo.*

Ese índice facilita la selección de temas para el análisis, de forma que el punto de vista de la ciencia y la tecnología y su relación con la sociedad se enfrenta ya en el primer apartado, referido al conocimiento, que recoge 15 compromisos, 8 de ellos relativos a la educación, 3 a la conexión entre

⁹⁰ Tanto el Manifiesto como la propuesta de Acuerdo pueden leerse en el apéndice, al final de este libro.

⁹¹ PSOE (2019), *110 compromisos con la España que quieres*. <https://www.psoe.es/media-content/2019/03/110-Compromisos-PSOE-programa-electoral-2019.pdf>

investigación y universidad y 4 a marcar el futuro a través de la ciencia y la innovación. Esfuerzos presupuestarios, leyes, pactos, son los instrumentos previstos para los compromisos de carácter institucional, mientras que hay otros compromisos de corte social e individual como el reforzamiento del profesorado, la mejoría del sistema de becas, la gratuidad de las escuelas infantiles, la lucha contra el fracaso escolar, así como la apuesta por la formación profesional y la formación continua, los cuales deberán articularse sobre la acción del gobierno y las negociaciones con distintos agentes, desde los parlamentarios hasta los sindicatos y las asociaciones de profesionales y usuarios. Es verdad que la escritura de los compromisos es esencialmente cualitativa, con discurso pero sin cifras, acorde con los tiempos actuales hasta el extremo de que su longitud parece meditada con el fin de que puedan ser objeto de transmisión por tuits y de difusión por redes sociales. Aun con todos estos condicionantes o precisamente por ellos, el panorama presentado es ilusionante y puede facilitar su seguimiento para la rendición de cuentas.

Esta impresión en principio favorable contrasta desgraciadamente con la siguiente vertiente en la que se mueve funcionalmente la AEAC y que concierne a la conexión entre ciencia y sociedad, y la reacción en términos de opinión y participación. En el caso de la presentación de un programa electoral, un primer y sencillo indicador es explorar el impacto, atención y enfoque en los medios de comunicación. A tal fin hemos centrado nuestro análisis comparativo en dos programas informativos de televisión, la Sexta y RTVE, en la tarde-noche del mismo miércoles y en cinco periódicos de tirada nacional del día siguiente, 28 de marzo: *ABC*, *El Mundo*, *EL País*, *La Razón* y *La Vanguardia*.

Los resultados han sido decepcionantes. No ha habido ninguna referencia al primer apartado del índice a pesar de que, en cualquier caso, y más todavía bajo el prisma del método científico, todo informe o documento se debe leer desde el principio. Además, como ya se ha comentado, el índice facilitaba la elección, si se hubiera considerado prioritario por los medios, de un apartado que incluía las propuestas en educación, universidad, investigación, la ciencia y la innovación. Solo la educación ha merecido el señalamiento en *El País* en un recuadro que se titula *Otras medidas del programa del PSOE* —por lo tanto fuera del relato principal— con la referencia al *Pacto de Estado por la Educación* y a *Establecer de forma gradual la gratuidad de las matriculas* en los estudios de grado de las universidades públicas.

Tres de los diarios, *ABC*, *El Mundo* y *La Razón*, han optado por centrar su reseña en el problema identitario y la eventual independencia de Cataluña, recurriendo a una ausencia del programa electoral, algo inaceptable en el método científico, puesto que en él no hay referencia explícita a esa región, aunque sí se insista en el desarrollo autonómico. No obstante, hay diferencias entre ellos, ya que *ABC* también aborda y selecciona las medidas que requerirán más gasto y por tanto más impuestos, aunque esta aproximación racional en el plano ideológico se ve contrarrestada emocionalmente con una portada incendiaria que lleva al siguiente título: *El PSC pone fecha a la independencia de Cataluña: 10 años*, aprovechando la inoportuna, pero ajustada a la lógica política, declaración de Miguel Iceta en un programa en euskera. Por su parte, *El Mundo* completa un reportaje sobre Iceta y Cataluña para entresacar las cuestiones económicas que según la autora del artículo tienen un doble objetivo: liquidar el legado de Rajoy y poner fin a las principales medidas de control de gasto y la subida de impuestos; un editorial balancea ambos temas para identificar a Sánchez como un nuevo Zapatero, «El sanchismo no es otra cosa que un zapaterismo llevado al extremo»; en *La Razón* todo se orienta hacia el olvido de Cataluña en la propuesta electoral, para abundar en la crítica en otro texto adjunto al señalar que es una estrategia de ocultación y de huida de los micrófonos.

El País ha escogido los aspectos económicos apuntando al regreso a la socialdemocracia y la apuesta por revertir la desigualdad y por distribuir la riqueza vía impuestos. En el artículo escrito con cuidado se hace también referencia a las pensiones, al feminismo y a la despoblación rural, es decir, a los temas que más preocupación social están suscitando y como se ha comentado anteriormente, se han seleccionado asimismo siete temas de otras áreas. Finalmente, *La Vanguardia* opta por una posición híbrida ya que titula su reportaje con la mención a que «Sánchez sitúa la España autonómica como la única garante de la convivencia» y subtitula que «El presidente del gobierno asume un centenar de compromisos de impacto social». Aunque para matizar el aparente talante elogioso del reportaje, hay una viñeta crítica sobre un eventual electoralismo.

Tras este análisis, mi preocupación por la ausencia de interés por la ciencia y lo que se podría asociar con la falta de cultura científica no ha hecho más que agudizarse, porque otra gran ausencia que se detecta en los medios son aquellas avenidas que exponen los compromisos de la relación de España con algo tan trascendental como la transición ecológi-

ca y acerca de su papel como país europeo que se abre al mundo (quinto y séptimo ítems respectivamente del índice).

Esta desoladora conclusión me lleva a interpelar a los medios de comunicación para contribuir al establecimiento de una opinión pública más acorde con los objetivos de la AEAC y del Manifiesto que hemos lanzado con voluntad de servicio, que se perciben escondidos por la inmediatez, los relatos alejados de la racionalidad, las declaraciones altisonantes, la preferencia miope por la confrontación ejemplificada en los nacionalismos y los populismos identitarios. Es sensible que no aparezca en la agenda mediática, el relato basado en la importancia de la cooperación, cuando hoy día sabemos científicamente que la cooperación ha sido y es un factor decisivo para la evolución amigable. Este llamamiento se extendería a que en estos tiempos electorales los medios de comunicación optaran por animar un debate sobre el futuro de España entre los partidos políticos para que la comparación fuera posible.

La AEAC se haría un eco lo más amplio posible de tal debate porque ese futuro es cada día más demandante de ciencia, tecnología, innovación, inteligencia social y cooperación ante los grandes retos que hoy debemos afrontar solidariamente: el cambio climático, la desigualdad, la pobreza y la consecución del bienestar y del empleo.

Nota del autor: una nota de actualidad. Ante la grave crisis generada por la pandemia de la COVID-19 quizá habría que recuperar este programa como elemento básico para la reconstrucción del país.

¿Se equivocan las encuestas?

Ana Muñoz van den Eynde

Esta es una pregunta que resurge cada vez que hay elecciones y los resultados no coinciden con lo pronosticado por los sondeos previos. Ocupa también buena cantidad de espacio informativo en todo el mundo, especialmente desde 2016. En ese año «fallaron» en anticipar la victoria de Donald Trump en EEUU y la del Brexit en el referéndum realizado en Gran Bretaña. Estos dos resultados fueron uno de los principales temas abordados, con notable preocupación, en la asamblea anual de WAPOR (*World Association for Public Opinion Research*) de 2017. En este contexto, en 2018 se ha publicado un estudio en *Nature Human Behaviour* para demostrar que las encuestas no fallan. Los autores combinaron los datos de más de 26.000 encuestas sobre 338 procesos electorales en 45 países que tuvieron lugar entre 1942 y 2013. También incluyeron datos de elecciones celebradas entre 2014 y 2016. La variable dependiente ha sido la diferencia entre el porcentaje de voto recibido y el anticipado por la encuesta, en valor absoluto. El resultado principal del estudio es que no se ha producido un aumento en la tasa de error de las encuestas consideradas globalmente⁹².

En cualquier caso, los resultados de las elecciones andaluzas nos proporcionan una buena oportunidad para reflexionar sobre el tema.

⁹² Will Jenings y Christopher Wleizen (2018), «Election polling errors across time and space». *Nature Human Behaviour*, núm. 2, págs. 276-283.

Empecemos con un breve repaso de lo que ha ocurrido en esa Comunidad Autónoma en los tres últimos comicios. En 2012 los sondeos coincidieron en señalar que el PP obtendría mayoría absoluta. No fue así. Ganó, pero no obtuvo mayoría suficiente para gobernar. Y corrieron ríos de tinta sobre la incapacidad de las encuestas de predecir ese resultado. En 2015 los sondeos vaticinaron una victoria del PSOE sin mayoría absoluta. No hubo sorpresas, pero sí artículos de reflexión. Uno titulado *El éxito de las encuestas* apuntaba cómo el acierto en Andalucía era un claro indicador de que «el electorado ya es más previsible»⁹³. En 2018, todas las encuestas anticiparon una victoria del PSOE y la mayoría apuntaron a una entrada de Vox en el Parlamento Andaluz. Pero ha vuelto a haber sorpresas. El resultado del PSOE ha sido notablemente peor de lo esperado. Lo más destacable, sin embargo, ha sido la entrada en estampida de Vox, que finalmente ha obtenido 12 escaños.

Entonces, ¿se equivocan, o no se equivocan las encuestas? Como ocurre con más frecuencia de la que nos gustaría, todo depende del lado desde el que se mire. En mi opinión, la pregunta realmente pertinente es: ¿tiene sentido pensar que las encuestas «aciertan»? Para responder a esta pregunta hay que tener en cuenta dos cuestiones adicionales: ¿qué son las encuestas?, ¿cuál es su objetivo?

Vamos con ellas. La encuesta es una técnica que sirve para obtener información de manera sistemática acerca de una población determinada, a partir de las respuestas que proporciona una pequeña parte de los individuos de esa población⁹⁴. Desde el punto de vista de la investigación, los procedimientos que utilizan encuestas establecen reglas que nos permiten acceder de forma científica a lo que las personas opinan. Porque la única forma de saber lo que la gente piensa es preguntárselo. Con las encuestas podemos conocer prácticamente todo lo que se nos ocurra y sobre lo que la gente esté dispuesta a ser encuestada⁹⁵.

⁹³ Kiko Llaneras y Gonzalo Rivero (2015), «El éxito de las encuestas». *El País*, 31 de marzo. https://elpais.com/elpais/2015/03/30/opinion/1427718532_504103.html

⁹⁴ Joan Font Fàbregas y Sara Pasadas del Amo (2016), *¿Qué sabemos de? Las encuestas de opinión*. Editorial CSIC y Los Libros de la Catarata.

⁹⁵ Ofelio Gerardo León y Ignacio Montero Gracia-Celay (1993), *Diseño de investigaciones. Introducción a la lógica de la investigación en psicología y educación*. Editorial McGraw-Hill.

Como herramienta para obtener conocimiento las encuestas no se equivocan. Serán más o menos capaces de captar la realidad social en función de multitud de factores. Pero esa realidad es la que es. En Andalucía anticiparon quién obtendría el respaldo mayoritario de la población en las tres ediciones. En el referéndum del Brexit mostraron que la sociedad británica estaba prácticamente dividida en dos mitades iguales. En EEUU le atribuyeron a Hilary Clinton un 70% de posibilidades de ganar. Pero eso solo significaba que Donald Trump tenía un 30% de posibilidades de hacerlo, no que no pudiera ocurrir.

Por lo que respecta a los objetivos, dependen de qué tipo de encuesta se trate. Las electorales buscan «estimar las tendencias electorales de los ciudadanos de cara a una elección. Estimar. No predecir»⁹⁶. No obstante, cada vez es más frecuente concebir las encuestas como el oráculo de Delfos de nuestra época y, por tanto, asumir que pueden «anticipar cómo votarán millones de personas cuando ni siquiera esas personas lo saben con seguridad»⁹⁷.

El supuesto de que las encuestas pueden anticipar el voto de los ciudadanos se sustenta en la idea de que un cálculo basado en muchos datos combinados de manera sofisticada mediante complejos algoritmos tiene la capacidad de predecir el futuro. A mí esto me hace pensar en los intentos por adivinar el número del Sorteo de Navidad de la Lotería, y por eso unas veces «toca» acertar y otras no. En las elecciones celebradas en Andalucía el 2 de diciembre de 2018 la única encuesta que se acercó algo al resultado final fue la que realizó GAD3 para el periódico ABC. No porque esa empresa haya encontrado la piedra filosofal, sino porque realizó la recogida de datos cuando las elecciones eran inminentes⁹⁸. Y como muestra el artículo de *Nature Human Behaviour* al que he hecho referencia un poco más arriba, el error disminuye notablemente cuanto más cerca del día de la elección se hace la toma de datos.

Una vez producido el resultado, sobre todo cuando resulta inesperado, hay que utilizar la información de que disponemos para obtener conclusiones que nos ayuden a entenderlo y a extraer enseñanzas para

⁹⁶ José Pablo Ferrándiz (2015), «¿Han acertado los sondeos?». *El País*, 22 de marzo. https://elpais.com/politica/2015/03/22/actualidad/1427062759_829041.html

⁹⁷ Kiko Llaneras y Gonzalo Rivero. *Op. cit.*

⁹⁸ En <https://www.gad3.com/single-post/Andalucia-2D-Encuesta-final-de-GAD3-para-ABC-a-las-2000h>.

el futuro. En los datos de los barómetros realizados por el CIS antes de las elecciones andaluzas ya se percibían algunas tendencias que apuntaban a un resultado más parecido al que se ha producido finalmente. La tabla 1 recoge los resultados de 2012, 2015 y 2018 en una selección de preguntas. Hay varias cuestiones en la información de la tabla que me parecen interesantes.

En primer lugar, la pregunta sobre qué partido creen que ganará indica que esa opinión parece reflejar más lo que «está en el aire» que la opinión de quienes responden. Llevo tiempo pensando que las encuestas de intención de voto fuera de periodo electoral, probablemente también en periodo electoral en muchos casos, reflejan más bien el clima de opinión sobre el partido que tiene más posibilidades, el que destaca, del que se habla. Como nos indica la psicología cognitiva, hay dos sistemas de procesamiento. El Sistema 1 opera de manera rápida, automática y con escaso control voluntario utilizando heurísticos. El Sistema 2 centra la atención en las actividades mentales que requieren esfuerzo. Aunque va en contra de lo que pensamos de nosotros, la mayor parte de nuestro procesamiento cognitivo está guiado por las impresiones del Sistema 1 y por la memoria asociativa. Esta se describe como una red inmensa, en la que las ideas, los conceptos, son como nudos dentro de ella. Cuando una idea se activa, transmite activación a todas las demás con las que está relacionada, y así sucesivamente, mientras la señal se va debilitando. Una de las consecuencias de todo esto es que las personas tendemos a evaluar la importancia relativa de los acontecimientos según la facilidad con que nos vienen a la memoria⁹⁹. Del mismo modo, una manera de responder rápidamente cuando nos preguntan a quién vamos a votar y no lo tenemos claro o no queremos revelarlo es decir el nombre del partido que está de actualidad, pues es el que nos viene rápidamente a la mente.

En segundo lugar, el porcentaje de personas que no dice a quién votaría ha ido incrementándose hasta situarse cerca del 30% en 2018. En consonancia con ese dato, la abstención ha sido alta. Y parece claro que han sido los votantes de izquierda los que han optado en mayor medida por quedarse en casa. Una hipótesis: es posible que se hayan sentido desencantados por la incapacidad manifestada por las líderes de los dos partidos de izquierda para entenderse. Si no iba a servir de nada, ¿para qué ir a votar?

⁹⁹ Daniel Kahneman (2011), *Pensar rápido, pensar despacio*. Editorial Debate.

Tabla 1. Algunas preguntas de los estudios preelectorales del CIS en Andalucía (% de respuesta)

	2012	2015	2018		2012	2015	2018
Gestión Presidencia				Defiende los intereses de Andalucía			
Buena	17,5	21,4	15,5	PSOE	32,6	28,5	24,5
Regular	34,6	35	33,6	PP	19,5	9,2	8,1
Mala	34,1	30	43,7	Podemos	—	6,8	5,4
NS/NC	13,8	13,7	7,2	Ciudadanos	—	1,3	6,5
Intención de voto				IU	8	4,4	3
PSOE	29,6	25,5	22,2	Ninguno	26,7	35	37,4
PP	25,3	12,8	9,8	Representa las ideas del votante			
IU	7,9	3,8	—	PSOE	34,6	28,5	25,6
Adelante Andalucía (*)	—	13,7	9,2	PP	20,2	11	9,7
Ciudadanos	—	3,5	9,8	Podemos	—	11,6	7,3
VOX	—	—	1,6	Ciudadanos	—	2,8	10,2
No votaría	9,6	11	11,4	IU	9,7	5,5	2,5
NS/NC	19,9	21,3	29,6	Ninguno	22,3	27,5	31
Le gustaría que ganara				Inspira más confianza			
PSOE	33,6	28,3	27,3	PSOE	30,6	24,6	23,6
PP	28,3	14,5	12,3	PP	23,9	11,1	9,8
IU	9,1	4,6	—	Podemos	—	10,8	6,2
Adelante Andalucía (*)	—	15,8	11,9	Ciudadanos	—	3,2	11
Ciudadanos	—	3,9	13,2	IU	8,3	4,3	3,4
VOX	—	—	1,6	Ninguno	28,6	36,6	37,8
NS/NC	22,8	28,7	28,7	Tiene mejor líder en Andalucía			
Cuál cree que ganará				PSOE	30,5	33,6	26,6
PSOE	18,9	51,9	65,1	PP	25,9	9,4	8,8
PP	57	12,7	8,5	Podemos	—	5,6	6,4
IU	0,9	0,3	—	Ciudadanos	—	0,7	5,6
Adelante Andalucía (*)	—	10,2	1,4	IU	5,8	3	2,5
Ciudadanos	—	0,1	1,9	Ninguno	22,2	27,7	33,3
VOX	—	—	0,1	Más capacitado para gobernar			
NS/NC	22,8	24,5	22,8	PSOE	30,9	29,3	25,5
Le gustaría que hubiera cambio				PP	25,9	11,9	10,1
Sí	52,3	53,3	58,4	Podemos	—	7,2	5,6
No	26,6	25,3	24,9	Ciudadanos	—	1,8	7,3
Le es indiferente	11,8	13,5	10,5	IU	5,4	2,9	2,5
NS/NC	9,3	7,8	6,1	Ninguno	21,1	27,1	32,9
Quién le gustaría que fuera presidente/a (**)							
PSOE	30,7	32,9	25,8				
IU	8,6	2,8	3,1				
Ciudadanos	—	—	7,8				
PP	29,4	9,9	9				
Podemos	—	—	9,8				
Otro	7	23,7	9,8				
NS/NC	24,3	30,7	34,6				

(*) En 2015 son los datos de Podemos.

(**) Originalmente se pregunta por los líderes de los partidos, pero como han cambiado en estos años, he preferido hacer referencia al partido.

En tercer lugar, se observa una disminución notable en el número de personas que manifestó su deseo de que ganara el PSOE y un aumento en el porcentaje de aquellas a las que les gustaría que hubiera cambio en la presidencia de la Junta. Una segunda hipótesis es que el PSOE ha obtenido peor resultado del estimado porque ha habido muchos votantes que han decidido su voto en el último momento¹⁰⁰. Además, sus resultados muestran una tendencia decreciente continuada debido al desgaste de haber estado más de 30 años en el Gobierno. Entrando de lleno en el terreno de la especulación, creo que durante mucho tiempo en la decisión de los votantes ha tenido más peso el miedo al cambio que el descontento con la situación del momento. Como dice la Teoría de las Perspectivas, las personas rehuimos asumir riesgos cuando las ganancias están aseguradas, pero los buscamos cuando es la pérdida la que está garantizada¹⁰¹. Por algún motivo, o más probable por la combinación de varios, en 2018 un porcentaje nada despreciable de votantes tradicionales del PSOE ha percibido que un nuevo gobierno de ese partido suponía una pérdida garantizada. Parece que el rechazo a tener más de lo mismo ha pesado más que el miedo a la derecha.

Por último, más del 30% de las personas encuestadas consideró que ninguno de los partidos con representación parlamentaria defiende los intereses de Andalucía, representa las ideas del votante, inspira confianza, tiene un buen líder para la Comunidad o está capacitado para gobernar. En este sentido, estoy de acuerdo con Daniel Innerarity en que, desafortunadamente, la mayor parte de los análisis de los resultados de las elecciones en Andalucía no están siendo certeros en el diagnóstico porque no están teniendo en cuenta el voto de la irritación¹⁰², ese que dice: «Que os molesta el voto a Vox, pues eso voto»¹⁰³. Considero que es algo que se deberían mirar con urgencia nuestros representantes políticos.

¹⁰⁰ Antonio J. Mora, Jesús A. Cañas y Nacho Sánchez (2018), «He tenido dudas de a quién votar hasta el último momento». *El País*, 2 de diciembre. https://elpais.com/politica/2018/12/02/actualidad/1543756713_895537.html

¹⁰¹ Daniel Kahneman. *Op cit.*

¹⁰² Daniel Innerarity (2018), «Las voces de la ira». *El País*, 10 de diciembre. https://elpais.com/elpais/2018/12/07/opinion/1544210734_603775.html

¹⁰³ Javier Martín-Arroyo, J. (2018), «Los votantes socialistas que se quedaron en casa». *El País*, 5 de diciembre. https://elpais.com/politica/2018/12/04/actualidad/1543953969_025479.html

Respondiendo a la pregunta que nos ocupa, no se equivocan las encuestas, erran los intentos por convertirlas en una bola de cristal. Porque las decisiones de los votantes no pueden predecirse por muy sofisticados que sean los algoritmos que apliquemos a los datos obtenidos. La «cocina» puede ser útil cuando hay estabilidad, porque se apoya en las tendencias pasadas y en esas circunstancias lo que las personas dicen que van a votar y lo que luego realmente votan tiende a coincidir. Sin embargo, cuando hay inestabilidad lo primero no sirve para pronosticar lo segundo. Porque el pasado ayuda a comprender el presente, pero no tiene por qué ser la clave para anticipar el futuro. Y, como dice la sabiduría popular, del dicho al hecho hay mucho trecho.

Además, como apunta la hipótesis del marcador somático propuesta por el neurocientífico Antonio Damasio, las emociones ayudan en el proceso de razonamiento en vez de perturbarlo sin excepción, que es lo que se ha tendido a dar por supuesto. Es más bien al contrario, las emociones han proporcionado una ventaja evolutiva, ya que permiten a los seres vivos reaccionar con inteligencia sin tener que pensar de manera inteligente¹⁰⁴. Hemos heredado los mecanismos neuronales que evolucionaron para llevar a cabo continuas evaluaciones del nivel de riesgo. Por eso evaluamos las situaciones como buenas o malas. Esa evaluación genera sentimientos de agrado o desagrado que influyen en nuestros juicios y decisiones¹⁰⁵. El origen biológico de este mecanismo hay que situarlo en la necesidad de mantener el equilibrio homeostático. Por eso habla Damasio de la maquinaria biológica de la razón. A ella contribuyen la emoción y el sentimiento, junto con la maquinaria fisiológica que se oculta tras ellos, ya que nos ayudan a planificar nuestras acciones¹⁰⁶.

Ir a votar y elegir el partido en el que depositar nuestro voto es una decisión sobre la que influyen muchos factores. Y uno nada despreciable son los sentimientos: preocupación (por ejemplo, ante la posibilidad de que el resultado no sirva para que haya estabilidad política), deseo (de que las cosas cambien, o de que sigan igual), frustración (ante la sensación de que hagamos lo que hagamos la situación no mejora) o indignación (y, por consiguiente, deseo de «dar un bofetón» al sistema).

¹⁰⁴ Antonio Damasio (2017), *El error de Descartes. La emoción, la razón y el cerebro humano*. Editorial Planeta.

¹⁰⁵ Daniel Kahneman. *Op. cit.*

¹⁰⁶ Antonio Damasio. *Op. cit.*

Y los algoritmos no pueden predecir los sentimientos porque les falta el sustrato biológico¹⁰⁷.

Esa parece ser la razón de que, a pesar de que los análisis solo hubieran otorgado un 4% de posibilidades a un resultado electoral que proporcionara a los partidos de derechas la posibilidad de gobernar en Andalucía¹⁰⁸, la realidad ha sido tozuda en demostrarnos que una baja probabilidad puede acabar convirtiéndose en realidad. Por eso la lotería toca.

¹⁰⁷ Antonio Damasio (2018), *The strange order of things. Life, feeling, and the making of cultures*. Pantheon Books

¹⁰⁸ Kiko Llaneras (2018), «¿Quién va a ganar las elecciones en Andalucía?». *El País*, 2 de diciembre. https://elpais.com/politica/2018/11/28/actualidad/1543408692_128203.html

**CIENCIA Y GOBERNANZA.
NUEVOS TIEMPOS, NUEVAS INICIATIVAS**

Nuevos tiempos, nuevas iniciativas

M.^a Carmen Andrade

Los cambios en el Gobierno de España y dentro de ellos la constitución de un Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades ha despertado muchas expectativas dado el precario estado de todo el sistema involucrado y ha sacado a la luz iniciativas que llevaban dormidas varios años o que estaban a medio terminar, como es el caso de la Agencia Estatal de Investigación. Estas iniciativas, transmitidas como urgentes, sin embargo, deberían ser repensadas ya que, dado los vertiginosos cambios que se están produciendo en esta década, cualquier idea del reciente pasado puede estar ya obsoleta. Ello es debido a que el grado de inmovilismo organizativo y estatutario se arrastra de hace años (recuérdese que la Ley de la Ciencia fue publicada en 2011 y casi no ha sido desarrollada) por lo que soluciones de hace cinco años solamente no pueden servir para un mundo que camina hacia la inteligencia artificial a pasos agigantados. Habría pues que ser prudentes y no pretender que se arregle la debilidad actual de nuestro sistema de ciencia y tecnología con parches o con soluciones que solo servirían para salir del paso. Es necesaria una reflexión estratégica y tratar de imaginar qué necesita un sistema de ciencia-innovación-universidades para ser operativo en el siglo XXI con proyección de futuro.

Es pues necesario definir *una visión y una estrategia*, primero que no sean mera copia del Programa Marco Europeo (aunque desde luego

lo tenga en cuenta) y que definan objetivos alcanzables a corto plazo. Es necesario repensar todo el sistema organizativo y de gobernanza de organismos públicos de investigación (OPI), centros de investigación y universidades. Una *estrategia* se formula con cada uno de nuestros planes nacionales de investigación con los que se convocan los proyectos, pero en mi modesta opinión, se ha estirado demasiado el pasado y esa fórmula es ya de *odres viejos para el vino de calidad* que necesitamos. Por ello, incluso la existencia de la Agencia Estatal de Investigación (¡tantas veces y años reivindicada!) habría que repensarla con respecto a sus objetivos presentes, ya que el Ministerio de Hacienda tiene, sí o sí, que velar por que el gasto se haga correctamente y no estaba completamente de acuerdo en su organización. Habría pues que buscar otra figura que haga compatible este supuesto básico de control de Hacienda con tener una financiación estable, plurianual y predecible para los proyectos de investigación. No podemos tener estructuras organizativas en la ciencia pública que luego no son en la práctica aceptadas por el Ministerio que se ocupa de asegurar el buen uso de los fondos públicos. Entre las medidas a abordar, atendiendo al valor estratégico de la ciencia y la tecnología para un país del siglo XXI, muy intensamente demostrada por efecto de la pandemia, el Ministerio de Hacienda tendría que proponer un diálogo con la comunidad investigadora y los representantes políticos encargados de la gobernanza de este ámbito de la acción pública con el fin de proponer soluciones, que seguro, las hay. Hay que cambiar apriorismos y prácticas supuestamente aplicables a la actividad investigadora sobre la base de conocer a fondo el sistema de ciencia y tecnología de nuestro país, y comparar el funcionamiento del mismo en países desarrollados. El análisis comparado es un instrumento incorporado a la aplicación del método científico.

En cuanto a los OPI, es necesario recordar que fue un objetivo largamente perseguido desde la Ley de la Ciencia de 1986, el que todas las instituciones que se encontraban dispersas en los distintos ministerios y que hacían I+D pudieran agruparse en un solo Ministerio y tuvieran unas mismas reglas de funcionamiento y un mismo Estatuto de Personal. Igualmente era largamente reivindicada la centralización en el Plan Nacional de todos los recursos de I+D distribuidos en los distintos ministerios. Esta situación se consiguió mucho después, hace unos 15 años, y así desaparecieron de los distintos ministerios los presupuestos para actividades de I+D. ¿Cuál ha sido el resultado? Sin duda ha habido

beneficios, al haberse homogeneizado mucho más los objetivos científicos de los distintos OPI, pero al no haberse desarrollado el Estatuto de Personal, más que en una equiparación reciente, ni haberse progresado en otros aspectos mencionados en la Ley de la Ciencia de 2011, se han producido consecuencias muy negativas en mi opinión, como es que el haber desgajado a los OPI de los ministerios de su especialidad. Esta situación, ha llevado por ejemplo, a que estos ministerios no tengan un acceso inmediato a asesores en determinadas materias de importancia estratégica en agricultura, energías, medio ambiente, etc., y muchos investigadores hayan optado por objetivos para su trabajo que les rinden en número de publicaciones con reconocimientos dentro de la propia comunidad (impactos de tales trabajos), pero que no tienen tanto que ver con los objetivos industriales y sociales de nuestro país. Igualmente, esta reflexión se ha evidenciado con la pandemia y el papel del Instituto de Salud Carlos III con respecto al Ministerio de Sanidad. En resumen, la tendencia de estar guiados los investigadores por la necesidad de acrecentar su curriculum, lleva a producir un alejamiento de los OPI más especializados de los objetivos temáticos y sociales que les fueron atribuidos cuando fueron creados. Esta deriva se debería corregir y por ello es necesario aportar nuevas ideas para estos tiempos nuevos. No comento sobre los temas de personal o gobernanza porque excedería el espacio asignado, pero sin duda, en este siglo XXI de tan acelerados cambios, no valen las soluciones anteriores. Es por ello por lo que la Asociación Española para el Avance de la Ciencia, AEAC, creada hace poco, tiene entre sus objetivos promover las iniciativas que ayuden a debatir ideas nuevas sobre todos estos aspectos y crear así un foro de posibles soluciones a los muchos problemas que arrastra la I+D en nuestro país.

Informe (parcial) sobre la ciencia global en 2017

Emilio Muñoz

La fecha de este informe puede inducir a error al lector pensando que este artículo se ha quedado obsoleto cuando se publica editado en un libro. Nos permitimos advertirle con todo respeto que ese no es el caso. Es otro texto más que muestra la importancia del contexto: fue publicado para poner de relieve la cantidad de instrumentos de que se dispone para analizar y poner en marcha políticas científicas, procesos en los que se hace cada vez más inexcusable la creatividad innovadora y la desacralización de los patrones y pautas burocráticas.

La revista *Scientific American*, estandarte de la alta divulgación científica, introdujo hace unos años un tema de trascendencia para el análisis de la política científica: el informe *State of the World's Science*, inicialmente ubicado bajo la rúbrica *Policy & Ethics*, que sin embargo, ha cambiado a partir de 2016 al rótulo más aséptico de *Special Report*.

La versión española de la revista, *Investigación y Ciencia*, ha venido recogiendo fielmente estos ejercicios desde su inicio y así lo hace en el número de diciembre de 2017 con el cuidado con que acostumbra, aunque no hay que esconder las aportaciones propias de la edición española que se dan en cada número, como comprobaremos en lo que viene a continuación. No he podido acceder a la versión original y, por lo tanto,

no sé si el título en español *La razón en la cuerda floja* es traducción exacta de su original en inglés; en cualquier caso es preocupante.

El *Informe Especial sobre la Ciencia Global 2017* se desarrolla en cuatro artículos, págs. 52-64, con los siguientes títulos y autores: *La crisis de confianza en la ciencia* a cargo de James N. Druckman, catedrático Payson S. Wild del Departamento de Ciencias Políticas de la Universidad del Noroeste (Evanston, Illinois); *Ciencia abierta a la ciudadanía* de Brooke Borel, periodista con especialización en biotecnología; *Las repercusiones del Brexit*, de Inga Visper, periodista germano-británica residente en Londres y con diez años de experiencia informando sobre ciencia en la Unión Europea; *El auge científico de China*, de Lee Billings, editor de *Scientific American* especializado en ciencias espaciales y física.

Sin desmerecer la importancia de los dos últimos artículos que estimo de indudable repercusión geoestratégica, para este análisis voy a centrarme en los dos primeros que considero atinentes a los objetivos de la Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC) y congruentes con las preocupaciones del Grupo CURIE.

El primer artículo, págs. 56-58, es muy sugerente en atención a una serie de facetas innovadoras en el campo de los estudios sobre política de la ciencia. Fue publicado originalmente en *Nature Human Behaviour* (vol. 1, págs. 615-617, 2017), y traducido para la versión española. Por lo tanto es una aportación específica de esta versión en un informe de carácter anual y global, lo que no deja de sorprenderme. El autor expresa en el subtítulo lo que es una contribución propia en este campo de pensamiento: «La politización del conocimiento científico suscita escepticismo entre los ciudadanos ¿Cómo se puede evitar?». Es una magnífica síntesis de la esencia del texto que contiene algunos conceptos de interés y por lo tanto dignos de ser debatidos.

Para incidir en la síntesis y el análisis crítico de esta visión novedosa dentro de la política científica y con ello de nuevas incursiones en la sociología y filosofía de la ciencia, he considerado necesario hacer una inmersión en la hoja de vida del autor. A juzgar por la rotundidad de los datos, James N. Druckman aparece como una de las figuras relevantes de la ciencia política estadounidense y por ello quizás mundial. De su destacado currículum me gustaría entresacar la búsqueda de la interdisciplinariedad, no por la acumulación de títulos y diplomas, sino por la densidad de sus aproximaciones combinando saberes y técnicas de otras áreas del conocimiento como las metodologías, las ciencias de la

comunicación y la psicología. Con esta breve presentación no sorprende que, a pesar de no haber publicado previamente —al menos en lo que conocemos— sobre política de y para la ciencia, haya entrado con fuerza en este campo. Debo dejar claro no obstante que su importante artículo también me plantea dudas de modo especial en lo que concierne a la parte propositiva.

Inicia el autor sus reflexiones con la referencia a un editorial de la prestigiosa revista *Nature* en 2010 en el que se denunciaba el crecimiento de una tendencia anticientífica que según la revista podría traer consecuencias sociales y políticas de alcance. Seguidamente, el autor invoca a la misma revista porque en 2016 publicó un artículo, sin duda inquietante, que demostraba que cerca del cincuenta por ciento de los científicos reconocían la existencia de un problema de reproducibilidad de la ciencia, socavando así uno de los fundamentos éticos en relación a la responsabilidad y el compromiso del método científico y de la sociología mertoniana de la ciencia.

Con notable capacidad dialéctica el politólogo Druckman plantea una cuestión básica que aúna ambos problemas y a tal fin apunta que «si la ciencia se halla en apuros, los ajenos a ella pueden rebelarse en su contra». Es una hipótesis arriesgada, al menos en tanto que el autor, que trata de responder a ella en el artículo, no parece ser un experto en el ejercicio de la profesión del investigador científico y técnico.

Para él, el problema primario radica en la politización de la ciencia, un término que se está utilizando con frecuencia en tiempos recientes y que justifica la importancia que le presta este experto en ciencias políticas, si bien reconoce que no es un término claro. Tal reconocimiento me apacigua intelectualmente. Druckman establece, en un intento de clarificación, que este proceso se da en cuestiones (políticas apunto por mi parte), donde interviene la ciencia y enuncia los siguientes campos de intervención: sanidad, medio ambiente y educación, pero da también un paso arriesgado en lo referente a la ciencia básica porque recurre en este caso al ejemplo de los modelos de cambio climático que se sitúan próximos a este tipo de ciencia, aunque no son ni mucho menos el mejor ejemplo. Da un paso más en su argumentación al admitir que la ciencia se manipula para promover programas políticos para seguidamente abordar este hecho político dando paso a la sociología de la ciencia —quizás sin haber entrado en la filosofía de la ciencia según un apunte personal— para evocar que la ciencia puede politizarse por una de sus rasgos inhe-

rentes, la incertidumbre. La idea básica es que la incertidumbre forma parte esencial de la ciencia, declaración con la que me permito disentir —con perdón por la autocita y además no quiero que con ella se cierre el debate— puesto que he declarado en diversas ocasiones y con rotundidad que «la ciencia persigue las verdades pero éstas nunca son dogmas sino verdades evolutivas», lo cual es distinto de la incertidumbre.

El segundo argumento deriva verosímilmente de las conexiones del autor con los ámbitos de la psicología y las ciencias cognitivas. Desarrolla el concepto de razonamiento motivado que para el catedrático de la universidad del Noroeste de los Estados Unidos es un determinante de que se produzcan sesgos según la elección de las fuentes y de las pruebas.

La tercera razón que se define en el artículo como pieza final del rompecabezas (la politización), parece apuntalarse en la visión interdisciplinar del autor para atribuir tal proceso al entorno tecnológico del siglo XXI en un contexto particular para las dinámicas y dimensiones de la comunicación, es decir la información y de su influencia en la cognición, declaraciones con las que estoy plenamente de acuerdo.

El segundo apartado, *Desacreditar la ciencia*, relata que los políticos y partes interesadas suelen poner en entredicho la ciencia cuando contradice sus programas. Es un relato que desvela algunas de las facetas más oscuras de la política y que se apoya en la orientación analítica de base psicológica del autor en combinación con las estrategias de la comunicación, a las que Druckman atribuye una fácil vulnerabilidad de la ciencia. Estando de acuerdo con ello, me permito una digresión: me choca, y no dejo de lamentar, que no se mencionen las dimensiones éticas que circundan estas estrategias y comportamientos.

El tercer apartado, titulado *Consecuencia de los sesgos* recurre a la tercera razón expuesta anteriormente, que concierne a la revolución tecnológica con la obvia referencia a la capacidad computacional de que se dispone para aplicarla con facilidad a la obtención y análisis de la información. En este apartado el autor no deja de caer en sus propios sesgos puesto que se apoya en sus intereses intelectuales y metodológicos, la psicología y la estadística. Esto le conduce a una frágil posición discursiva, ya que le lleva a declarar que la búsqueda de la veracidad de los datos puede conducir a prácticas cuestionables en la investigación y a un sesgo de las publicaciones. Es una constatación interesante pero no exenta de riesgos y de naufragio en un mar de contradicciones. De nuevo evoco a las éticas como factor que debe ganar peso en los análisis

y debates sobre estas cuestiones, dimensiones y dinámicas éticas que se han definido como complejas e interrelacionadas, de donde ha surgido la propuesta del concepto de interéticas¹⁰⁹.

El cuarto apartado, titulado *Cómo actuar*, reclama actuaciones con las que en esencia estoy de acuerdo aunque se expresan quizás demasiado en línea con los patrones discursivos de la ciencia política y confieso mis limitaciones para encajarlos en lo que se ha estudiado a lo largo de muchos años en sociología, filosofía y política de la ciencia y la tecnología. Me atrevo a resumirlos del siguiente modo: aplicación de valores (éticas aplicadas) en los procesos de comunicación y difusión de los productos que son los conocimientos científicos y técnicos y sus repercusiones sociales, económicas y políticas; desarrollo de la investigación en cultura científica y difusión e introducción de la misma en los espacios informativos y formativos; por último, y no menos importante, análisis de los problemas generados en los sistemas científico-tecnológicos por la gobernanza utilizada para su gestión y promoción de los cambios necesarios para fluidificar su rendimiento con el consiguiente reconocimiento de la actividad científica y de sus profesionales como valor estratégico para el desarrollo socialmente sostenible. Esta estrategia multifacética puede ayudar a lo que Druckman propone al final de su artículo «...trabajar hacia un consenso, cuando sea posible, y avanzar para dar publicidad a los éxitos de la ciencia a la hora de orientar la elaboración y la aplicación de normativas».

El segundo artículo, *Ciencia abierta a la ciudadanía*, págs. 58-60, es más claro y diáfano. El autor al estar acostumbrado a los problemas de comunicación en biotecnología, denuncia los errores cometidos en la difusión de la biotecnología agroalimentaria. Promueve el salto desde la arrogancia de la torre de marfil hacia la transparencia y a buscar proactivamente la conexión con la sociedad en el curso de los avances. Se trata de nuevas estrategias cercanas a iniciativas como la ciencia ciudadana o la participación cívica en los desarrollos y toma de decisiones relacionados con los avances en los conocimientos científicos para persuadir al público escéptico, o más bien (¿dialogar con él?). Hay por otra parte

¹⁰⁹ Emilio Muñoz (2015), *Economía biológica: las interéticas*. Seminario Internacional sobre economía y valores, Madrid, Fundación Ramón Areces. <https://www.fundacionareces.es/fundacionareces/es/comunicacion/blog/economia-biologica-las-intereticas.html>

una crítica muy significativa al que se llama «el deficiente modelo del déficit», caballo de batalla de la investigación sobre la percepción social de la ciencia y la tecnología.

Bajo el entusiasmo despertado por el potencial de la técnica CRISPR y el impulso génico (*gene drive*) se plantea que «los investigadores no solo deben estar dispuestos a escuchar la confusión y el rechazo del público sino también en adaptarse a la situación, aun si ello implica dejar aparcada una técnica que, según ellos, podría cambiar el mundo».

Lo propuesto anteriormente respecto a cómo actuar puede valer para alcanzar tales objetivos y en todo caso asimismo se puede recurrir al programa que se desarrolla en la Unidad de Investigación en Cultura Científica del CIEMAT.

Los bacteriófagos y la(s) política(s): reflexiones convergentes con Yuval Noah Harari

Emilio Muñoz y Borja Sánchez

El primer autor es responsable de esta nota introductoria. El artículo se escribió a dos cabezas y cuatro manos en momentos especiales para las trayectorias de la AEAC y de Borja Sánchez. La asociación iniciaba su despegue bajo la presidencia de Federico Mayor Zaragoza y el denodado trabajo de Borja Sánchez como Secretario General, quien a su vez preparaba su estrategia para aterrizar en la política científica. Las elecciones andaluzas con la sorprendente abstención y la irrupción de la ultraderecha en un parlamento tras cuarenta años de ejercicio de la democracia en España en momentos importantes de nuestra historia desvelaron a ojos guiados por el método científico el discurso monocorde la ciencia política. Quisimos ofrecer un artículo que analizara el contexto político bajo una perspectiva acorde con los principios y objetivos de la AEAC: interdisciplinariedad, análisis plurifacético y bajo el prisma de la aproximación intergeneracional. Nos juntamos dos científicos separados por la distancia de cuatro generaciones y carreras profesionales y emociones diferentes, pero unidos por la ciencia biológica y la pasión por la política para y con la ciencia. Dio además la coincidencia de que Yuval Noah Harari había publicado en español su tercer libro: 21 lecciones para el siglo XXI¹¹⁰. Esto es lo que con modestia pero con voluntad de rigor se ofrece en las líneas siguientes.

¹¹⁰ Yuval Noah Harari (2018), *21 lecciones para el siglo XXI*. Editorial Debate.

Introducción

Desde diversas plataformas y bajo distintas perspectivas se viene señalando que vivimos en una sociedad que es espejo de rayos de complejidad e incertidumbre. Por citar solo un hecho: los cambios de nombre que ha experimentado la caracterización de esta sociedad a lo largo de las últimas décadas, desde la sociedad del riesgo de Ulrich Beck (1986) a la sociedad líquida de Bauman (1999 hasta 2017 en diversas facetas) pasando por conceptos como: modernidad, información, conocimiento(s), pos-social o posverdad.

Tales situaciones caracterizadas, tanto de indefinición como de inusitada velocidad de transformación social, han colocado a muchos analistas más o menos ilustrados ante dificultades analíticas y argumentativas. Lo que ha acarreado una admiración inusitada por la ciencia política y los supuestos expertos, los politólogos. En muchos de los periodistas importantes, profesional y mediáticamente hablando, ha llegado hasta la idolatría pero con riesgo para los admirados: ser invocados como oráculos de Delfos es siempre arriesgado para quien milita o pretende limitar en el bando de la ciencia¹¹¹.

Por ello esta extraordinaria velocidad de cambio en lo que se dice, lo que se hace, lo que se propone o lo que se vota está dirigiendo al esplendor de la ciencia política a un breve fulgor, o dicho más sencillamente a una pérdida de fuelle. Lo creemos así no por mayor capacidad o sabiduría, sino sencillamente porque hemos nacido y nos hemos desarrollado como científicos experimentales y por lo tanto como defensores y practicantes del método científico. Los que reflexionamos sobre el valor de este método apreciamos que su valor se acrecienta en momentos como los dibujados anteriormente. Tal que así lo ha expuesto con su lucidez habitual María Novo, catedrática de la UNED y titular de la Cátedra Unesco de Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible y una extraordinaria representante de la esfera de la interdisciplinariedad como revela su currículum¹¹². En una sugerente intervención en un acto celebrado en Caixa

¹¹¹ En el curso de la elaboración de este texto, ha llegado a nuestras manos el libro *El príncipe moderno* (Debate, 2018) de Pablo Simón. El autor, es uno de ellos. Reconocemos el valor y dignidad intelectual de este texto y sobre todo la modestia que se refleja en la nota introductoria.

¹¹² http://www.ecoarte.org/MARIANOVO_cv.html

Fórum el 17 de noviembre de 2018¹¹³, María Novo ha apuntado que una de las razones del éxito del método científico para transitar por la complejidad y las incertidumbres ha sido su adaptación desde el paradigma mecanicista a la incorporación de las visiones y avances del mundo cuántico, un salto evolutivo que no han experimentado por el contrario las ciencias humanas y sociales en sus programas de investigación. El método científico ha evolucionado satisfactoriamente desde la visión clásica del mundo a la visión cuántica y probabilística que caracterizan a todas las descripciones que han venido tras el trabajo de Max Planck.

Como científicos profesionales de generaciones que si bien están muy separadas temporalmente comparten el método científico, proponemos y recurrimos al análisis interdisciplinar y a compartir perspectivas multidisciplinares para realizar las siguientes aportaciones.

Propuestas

Toda esta larga introducción tiene su justificación en el *shock* producido por los resultados electorales en Andalucía el 2 de diciembre de 2018. Tras ese terremoto, muchas cuestiones han saltado por los aires o están en álgidos debates: las estimaciones de votos de las encuestas electorales, las interpretaciones con monovisión o la agobiante unilateralidad y sesgo de muchos de los tertulianos y comentaristas ¿políticos? Bajo una perspectiva multilateral y plurifactorial nos aventuramos a proponer una serie de concausas: *i*) la cuestión catalana en su complejidad con varios factores intrínsecos a la misma; *ii*) la brusca reaparición en Europa con variados orígenes de un movimiento al que politólogos de distintas capas buscan definir sin acierto pleno: populismo, nacionalismo, supremacismo; *iii*) la evolución geopolítica como fruto del anterior movimiento: EE. UU., Brasil, Alemania, Francia, Países Nórdicos, Austria, Países Bajos, Bélgica, etc.; *iv*) el descontento de quienes han perdido junto al orgullo acaparador de quienes han ganado en la crisis; *v*) la campaña españolista del PP y Ciudadanos en contraste con las campañas planas de andalucismo, confrontado de Susana Díaz y Adelante Andalucía, y *vi*) como estrambote, el preocu-

¹¹³ Disrupción científico técnica y sus efectos ambientales y territoriales. Club de Roma-CaixaForum. Madrid, 7 de noviembre de 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=aBNGzkg1XB4#action=share>

pante y creciente problema de la migración que ha sido y está siendo tan mal gestionado desde una multilateralidad desfalleciente. Como referencia puntual y por lo tanto anecdótica, nos complace señalar que en la parte final del Programa *Hoy por hoy* de Cadena Ser el día 5 de diciembre de 2018 haya aparecido el filósofo político Daniel Innerarity, para abundar en la multiplicidad de causas y argüir en contra de la unicidad.

De todas formas, nuestra propuesta fundamental es ofrecer una relación entre este resultado y la decidida intervención de las fuerzas políticas de extrema derecha desde Trump a Le Pen y Salvini planeando un asalto victorioso a las instituciones europeas para liquidarlas desde dentro. Dicha estrategia, más que a un caballo de Troya, se asemeja mucho a la de unos viejos conocidos de la microbiología: los bacteriófagos. Éstos, también conocidos como fagos o virus bacterianos, son sencillamente eso, virus que infectan bacterias (aunque muchos también infectan arqueas) para multiplicarse. No vamos a ahondar en los distintos tipos de bacteriófagos existentes, pero sí en uno de sus mecanismos de replicación, el ciclo lítico. Durante el mismo, un bacteriófago reconoce una especie de puerta específica en la superficie de una bacteria, a la cuál inyecta literalmente sus mensajes de propagación en forma de material genético. Estos mensajes o genes víricos toman el control de la maquinaria molecular bacteriana rápidamente, produciendo copias más o menos fieles del bacteriófago inicial y que conducen a la lisis (destrucción) bacteriana con la consiguiente liberación de miles de partículas víricas que constituyen la progenie.

Traslademos ahora el símil del bacteriófago a la inoculación del discurso del odio: unos pocos bacteriófagos que aumentando su progenie e infectando nuevas bacterias se deciden a asaltar la Europa que todos conocemos. Más preocupante aún es que a veces las copias de los bacteriófagos no son exactamente fieles al virus inicial, sufriendo variaciones que incrementan su virulencia y que ayudan a la colonización de nuevas bacterias. No nos negarán que la expansión del discurso de extrema derecha resulta paradójicamente similar a la expansión de bacteriófagos que, con muy poquitos genes, son capaces de propagarse de manera exponencial. Asimilando genes a mensajes, ¿puede sembrarse el odio, el caos y la incertidumbre en una sociedad con 10 mensajes bien estudiados y dirigidos? La respuesta es que sí, mensajes como «deportación de migrantes legales e ilegales», «suspensión de autonomías», «ilegalización de partidos» o «impulsar un nuevo tratado europeo» se han expandido de forma tan virulenta que comienzan a sacudir los cimientos no sólo

de Europa, sino de la democracia que entre todas las personas hemos construido durante los últimos 40 años en España.

Pero no todo está perdido, también en la propia ciencia se encuentran posibilidades de beneficiarse de estos bacteriófagos. Éstos son a veces tan específicos de una bacteria que pueden utilizarse para combatir la resistencia a los antibióticos que tanto alarman a las autoridades sanitarias. Por tanto, un bacteriófago bien diseñado y seleccionado puede dirigirse con éxito a la difícil tarea de responder al creciente aumento de resistencia ante los errores de uso de los mismos por parte de la sociedad. Por si fuera poco, la ciencia también permite actuar genéticamente sobre las bacterias con el fin de conferirles resistencia a bacteriófagos portadores de mensajes mal intencionados. Existe una tecnología de candente actualidad, con el sello de su descubridor español, que se denomina CRISPR y en la que justamente unas secuencias de ADN muy específico presentes en el propio genoma de las bacterias les sirven como primitivo pero efectivo sistema inmunitario para defenderse del ataque de los bacteriófagos. Tal es la especificidad de esta técnica que este sistema bacteriano, aislado y modificado, puede utilizarse para alterar específicamente genes en organismos tan alejados de las bacterias como somos los propios mamíferos. Ser o hacer inocuos a otras personas al contenido de ciertos mensajes, de ciertos bacteriófagos, es toda una tarea digna de la más precisa de las técnicas de biología molecular.

En todo este batiburrillo microbiológico y molecular que esperamos no perturbe al lector, sino que le atraiga y hasta le apasione, nos quedaría pendiente el tema de las bacterias oportunistas, que aprovechan la bajada en las defensas inmunitarias para atacar y prosperar, y que se identifica claramente con uno de los partidos implicados en el «shock» electoral andaluz.

Coda

Insistiendo en sus objetivos, y como miembros de la Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC), recordamos la riqueza de vías y estrategias que ofrecen el método científico y la sólida cultura científica para que una persona se construya una opinión crítica y por qué no, se inmunice contra determinados mensajes. Si la ciudadanía se acerca a esos temas con voluntad de educarse, podrá sacar provecho y disfrute al resarcirse con inteligencia de evidentes daños colaterales que resultan del uso exclusivamente

emocional y a veces visceral de las tecnologías de la información. El ejemplo de los bacteriófagos y del CRISPR es uno de los muchos que confiamos que surjan en esta plataforma como reveladoras enseñanzas del potencial que presenta la biología en toda su amplitud de objetos de estudio desde los organismos y sistemas a lo nanomolecular y que se reflejan en variadas aplicaciones y estrategias. Una biología que, como ciencia, está ausente de cualquier argumentario de derechas, y si no échenle un ojo a los 37 puntos que dan lugar al acuerdo entre Vox y el PP¹¹⁴ ¿ven ustedes que aparezcan los términos *ciencia, investigación, innovación o tecnología...* o incluso términos más generales como *futuro* o *progreso*?; no, ¿verdad?

No podemos desaprovechar esta oportunidad para recurrir al apoyo que por serendipia —término científico y frecuente en la historia de las ciencias, reconocido por la Real Academia de la Lengua— nos ofrece el artículo de Yuval Noah Harari, aparecido en *El País* el 6 de enero de 2019¹¹⁵. Podemos entresacar lo siguiente: «... En lugar de investigar lo que nos aguarda más allá del libre albedrío, la gente está retrocediendo en todo el mundo para refugiarse en ilusiones... remotas. En vez de enfrentarse al reto de la inteligencia artificial y la bioingeniería, la gente recurre a fantasías religiosas y nacionalistas que están... más alejadas que el liberalismo de las realidades científicas de nuestro tiempo. Lo que se nos ofrece, en lugar en lugar de nuevos modelos políticos, son restos reempaquetados del siglo xx o incluso de la Edad Media».

Estas reflexiones compartidas o confluyentes con un autor de culto como Noah Harari —lo que uno de nosotros ha llamado «convergencia evolutiva intelectual»¹¹⁶— son un regalo de Reyes que no podíamos imaginar. Hemos promovido la AEAC en el año 2018, y la AEAC ha nacido para ayudar en estas líneas de pensamiento y acción. Formar parte de ella es muy sencillo¹¹⁷ y les aseguramos que puede enriquecer científica y técnicamente.

¹¹⁴ R.M. (2019), «Estos son los 37 puntos del pacto entre PP y Vox para el nuevo Gobierno en Andalucía». *ABCandalucía*, 10 enero. https://sevilla.abc.es/andalucia/sevi-estos-37-puntos-pacto-entre-pp-y-para-nuevo-gobierno-andalucia-201901091846_noticia.html

¹¹⁵ Yuval Noah Harari (2019), «Somos animales pirateables». *El País, Suplemento Ideas*, 6 de enero, portada y págs. 2-4.

¹¹⁶ Emilio Muñoz, *El reto de reflexionar*. <https://aeac.science/articulo/reto-de-reflexionar/>

¹¹⁷ <https://aeac.science/hazte-socio/>

¿A alguien le interesa el futuro de este país? El Estado de Nevada no es el modelo

Vicente Larraga

Desde hace unos meses, en los que el torbellino del COVID-19 lo borra todo, venimos asistiendo a los esfuerzos denodados de distintos grupos de científicos por llamar la atención sobre la situación, no ya de precariedad, sino de agonía que sufren la ciencia y la tecnología en España. Las cifras, son, no solo tozudas, sino también patéticas. Una disminución de los gastos dedicados a la I+D superior al 30% en los últimos diez años, una reducción del 60% en el número de patentes presentadas en Europa por parte de grupos de investigación y empresas españolas y un incremento asfixiante de las trabas administrativas en la gestión diaria de las instituciones de investigación que tienen por objeto el restringir lo más posible el gasto en I+D, so pretexto de un incremento del «control y la transparencia». En realidad, el gobierno del Partido Popular de la pasada década, lo único que hizo fue cumplir su programa electoral de las elecciones generales de 2011. Anunciaron que en el periodo anterior del presidente Rodríguez Zapatero «se había gastado mucho y mal» refiriéndose a un periodo en el que se produjo un incremento notable de la inversión, que prácticamente duplicó los fondos dedicados a investigación en el periodo 2005/2009 y que condujo a un crecimiento espectacular de la producción científica y un aumento de su calidad (los grupos españoles llegaron a publicar casi el 13%

de sus publicaciones en las revistas de mayor difusión en el mundo¹¹⁸. Desde su llegada al gobierno, los fondos de los PGE dedicados a I+D se redujeron drásticamente, más de lo que indican las cifras, puesto que la mitad de los fondos comprometidos inicialmente se dedicaban a créditos reembolsables que no se podían utilizar en gran parte de los centros públicos, ya que, por ejemplo, los OPI tienen prohibido endeudarse por sus estatutos. Como resultado de estas maniobras de «ingeniería financiera», la mitad de los fondos comprometidos en los PGE vuelven a casa (Hacienda) a final de año, cumpliendo una segunda función, después de la del maquillaje presupuestario, reducen el déficit. Esto, no se ha corregido con el actual gobierno con su flamante Ministerio de Ciencia. Ha habido un respiro durante el Estado de Alarma y solamente para los proyectos relacionados con el COVID-19. Pasado este y un mes más de gracia, la burocracia ha vuelto a enseñorearse de la administración de la I+D+i pública española. Que nadie piense que la empresa privada va a suplir lo que son responsabilidades del Estado en todos los países desarrollados y con cotas altas de competitividad. La formación del personal y las grandes infraestructuras son competencia exclusiva de los gobiernos en todos los países avanzados en I+D.

Esta acción consciente contra la investigación y la innovación se inició con la excusa de la crisis económica, pero en realidad es el resultado de una ideología que piensa en nuestro país como una sociedad de servicios de turismo y no como una de economía innovadora. Incluso en los ambientes conservadores se ponen *ejemplos* de este tipo de pensamiento. Igual que en Estados Unidos, país todavía líder mundial en I+D, existen estados que se dedican a la innovación como California, Washington o Massachusetts, hay otros que se dedican al turismo, como Nevada, dicen. Así pues, según este credo conservador, del que se han impregnado muchos de nuestros altos funcionarios, supuestamente «imparciales en el funcionamiento del Estado», España debería constituirse en la Nevada de Europa, dejando para los países del norte la economía basada en la innovación y la cultura del conocimiento. No importa la dependencia de otros países que se cree y el precio a pagar, no solo cultural, con la emigración de nuestros jóvenes bien formados, sino también con

¹¹⁸ Vicente Larraga (coord.) (2017), *Informe sobre la ciencia y la tecnología en España*. Fundación Alternativas. <http://www.fundacionalternativas.org/las-publicaciones/informes/informe-sobre-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana>

un coste muy importante, monetario, en royalties que compensan a los países innovadores por los productos que nos venden. Esta política ha sido implementada consciente y eficientemente y mantiene a la ciencia y la innovación española en una situación de coma superficial inducido. Olvidando que los servidores públicos están en sus puestos para hacer el bien en la sociedad a las órdenes de un gobierno democrático. Claro que, para muchos de ellos, la I+D es un despilfarro que hay que reducir al mínimo por los medios que sean. La Agencia Nacional de Investigación no ha mejorado en absoluto el panorama, pues son los mismos perros con distintos collares. La antigua Agencia Estatal de Evaluación y Prospectiva, organismo de evaluación independiente e indispensable en todos los sistemas de calidad que existen en el mundo, está virtualmente desaparecida. Aunque haya voces que reclamen evaluaciones objetivas de la gestión de la pandemia, nadie se plantea activarla. Ahora nos encontramos que la Nevada de Europa no tiene prácticamente clientes, con una reducción del negocio turístico en un 80%.

¿Qué vamos a hacer ahora? Deberían preguntarse estos genios de la política y la administración. Con todas las precauciones y la modestia necesaria, el raquítico sistema de I+D español relacionado con la biomedicina y la biotecnología ha puesto en marcha en un tiempo record un grupo de proyectos para el desarrollo de sistemas de diagnóstico, vacunas y fármacos que intentan ayudar a frenar la epidemia. La patética imagen de políticos yendo a los aeropuertos a esperar aviones que lleguen con mascarillas, no pueden repetirse con dosis de vacuna protectora.

Está todo inventado en la política científica. Al contrario de lo que hizo el gobierno de España, nuestros vecinos más avanzados (Francia, Alemania, Reino Unido, Italia incluso) reaccionaron ante la crisis económica con incrementos en los presupuestos de investigación de entre el 12 y el 30%. Basten las palabras de la canciller alemana Sra. Merkel, tan querida en España tanto en los ambientes conservadores como en los no tan conservadores, cuando introdujo los recortes presupuestarios en la crisis de 2009 «vamos a recortar en todo, menos en educación e investigación, porque no podemos poner en peligro el futuro de nuestro país». Como resultado, España ha retrasado muy claramente su posición con respecto a nuestros socios/competidores de la Unión Europea, por no hablar de Estados Unidos y China que representan el 28 y el 21% respectivamente, del gasto anual en I+D en todo el mundo, mientras que España tiene solo un modesto 1,16%. Esto lo estamos

pagando ahora cuando hemos tenido una crisis de las dimensiones de la del COVID-19.

En estos momentos, la sociedad española se ha hecho consciente de la importancia de la I+D, además de la de la sanidad y los sanitarios, literalmente para sobrevivir. Pero no solo desde el punto de vista médico/epidemiológico, la salida a la crisis económica va a estar en la creación de empresas de los servicios que son requeridos en este siglo XXI. Las empresas de inteligencia artificial, de materiales innovadores, de farmacia, de sanidad animal y humana, entre otras, deberían tener un futuro en nuestro país y nos permitirían sobrevivir en el nuevo mundo que ya está aquí, aunque muchos no lo vean. Para ello, los 140.000 millones del UE deben emplearse en el fortalecimiento del sistema de I+D e innovación como base de una economía diferente. Este cambio de paradigma intelectual debería verse ya en el nuevo presupuesto que hay que elaborar. No se trata de menospreciar el turismo que nos ha salvado, durante años, de la incuria intelectual de muchos gobiernos. No obstante, la fragilidad que ha mostrado debe hacernos pensar en no depender tanto de una industria tan sensible a variables que no controlamos.

Dada la situación, es extraño el silencio de los investigadores, menospreciados por la política de los últimos años y hay que proponer un pacto social que supere el tan manido *Pacto de Estado por la I+D* entre los partidos del sistema, tantas veces prometido e incluso firmado y otras tantas negado, por los hechos. Este pacto social debería alcanzar a amplios sectores de la sociedad que en estos momentos ven la ciencia como algo útil. Saben que la falta de sistemas sólidos de ciencia y sanidad mata. En este pacto, deberían implicarse los agentes sociales con los representantes democráticos en España para que la Investigación y la Innovación sean un pilar sólido del desarrollo sociocultural y económico de nuestro país. Esta idea, junto con la propuesta de la necesidad de un órgano permanente (por pequeño que sea) que asesore a nuestros representantes en el Parlamento, únicos cualificados para decidir las inversiones en ciencia e innovación, son inexcusables para salir de esta situación de dependencia científico/tecnológica. Es necesario un movimiento social de rebeldía ante un futuro de empleos precarios y devaluaciones internas resultante de cualquier crisis que siempre pagan los más débiles, mientras que en los periodos de expansión solo se piensa en la especulación financiero/inmobiliaria de la que se benefician solo

unos pocos. Hay que decirlo claramente, en España si hay personas, muchas, que se preocupan por el futuro del país y que quieren un país moderno para dentro de cinco años, con una sociedad basada en el conocimiento y la innovación. No obstante, hay que hacer el esfuerzo para que este tipo de pensamiento de progreso, de insubordinación ante simples objetivos macroeconómicos cuya aparente bondad esconde el desprecio por la ciencia y la tecnología, se extienda a capas más amplias de la sociedad. No solo desde un punto de vista más teórico, sino para que vean que esto conducirá a su propio beneficio propiciando un futuro mejor para el conjunto de la población.

Ciencia en sociedad: Cajalicemos España

Emilio Muñoz

El día 21 de febrero de 2018 se ha presentado en el Círculo de Bellas Artes de Madrid el número 249-250, correspondiente al mes de enero, de la revista *Sistema*¹¹⁹. Esta revista nació en 1973, es decir que durante cuarenta y cinco años y con periodicidad bimestral ha estado siendo atalaya de las cuestiones académicas y prácticas relacionadas con las ciencias sociales y las humanidades con la participación de autores españoles y extranjeros desde diversas facetas disciplinares e interdisciplinares. Es un hito que se merece el reconocimiento y la celebración de aquellos que se interesen por los avances del conocimiento y del pensamiento humanístico, científico y técnico. Tiene un gran mérito porque la supervivencia económica se ha debido a la excelente gestión de los y las responsables de la Fundación Sistema, ya que no han contado con el apoyo continuo de entidad financiera alguna. Entre estos actores merece especial mención José Félix Tezanos.

Precisamente a su capacidad y vocación de empresario público se debe la gestación del número que glosamos y a su olfato político científico el título del número: *Ciencia en sociedad*. El número aborda algo poco

¹¹⁹ Fundación Sistema (2018), *Revista Sistema*, núm. 249-250. *Ciencia en Sociedad*. <https://fundacionsistema.com/revista-sistema-num-242-243-america-latina-y-el-fin-de-un-ciclo-politico-2/>

usual en las publicaciones españolas del ámbito de las ciencias sociales y humanas como es el análisis de las relaciones entre el ejercicio de la actividad científica y la sociedad.

Me ha cabido el honor de coordinar dicho número y la fortuna de editarlo en colaboración con Miguel Ángel Quintanilla y Santiago López, académicos e investigadores del Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ECYT), institución de referencia en estas cuestiones, adscrita a la histórica Universidad de Salamanca.

En el acto de la presentación, con una nómina infrecuente de 11 ponentes, se desvelaron las características del número y las condiciones de contexto estratégico y socio-político en las que se ha elaborado el mismo, junto con los impactos e influencias sobre la sociedad que para su desarrollo se proyectan en un futuro de ilusión. De este acto hay una grabación que está disponible para su visualización¹²⁰.

En el número se exponen además de la presentación, nueve artículos encaminados a intentar dar respuestas y mostrar propuestas a la pregunta básica, central: ¿cómo colocar la ciencia en la agenda social como paso previo, e indispensable, para incorporarla en la agenda política? Desde la presentación se reconoce que en el monográfico hay dos líneas argumentales: la primera sobre el estado de política científica en España que se explora en los primeros cuatro artículos de forma específica y de modo más indirecto en el quinto que aborda la innovación. La segunda línea es la que penetra en el análisis de la relación en España entre ciencia y sociedad, sociedad y ciencia, desde distintas ópticas y objetos de análisis.

No es el objetivo de este texto ofrecer una síntesis de los distintos artículos: en el acto de presentación hay una muestra del análisis sintético de los contenidos de la revista en este número conmemorativo. Pero es en el número mismo, que se puede adquirir en los lugares y según los procedimientos habituales, donde acercarse a lo que han querido plantearse y contestar los promotores, los editores y los autores de la obra. En estas líneas pretendo centrarme en el último epígrafe de mi intervención en el acto donde exponía conclusiones que ahora reformulo.

¹²⁰ Fundación Sistema (2018), *Vídeo de la presentación del núm. 249-250 de la Revista Sistema*. Madrid, Círculo de Bellas Artes, 21 de febrero de 2018. <https://www.fundacionsistema.com/video-de-la-presentacion-debate-del-no-265-de-la-revista-temas-2-2/>

En primer lugar, he decidido recuperar la figura y el pensamiento multifacéticos de don Santiago Ramón y Cajal, las diversas aristas de su personalidad y su obra. En el número hay aromas de admiración, fruto de esa tarea, por esta gran figura de la ciencia, quizá la más significativa, completa, e influyente —totalmente realizada en suelo español— de la historia de la ciencia moderna en nuestro país. Durante la preparación y edición del número, así como para explorar su proyección hacia el futuro, he procedido a la relectura del libro *Santiago Ramón y Cajal* por Enriqueta Lewy¹²¹. El libro tiene una parte introductoria importante que consta de un prólogo de Severo Ochoa, el otro premio Nobel español en Fisiología o Medicina, aunque por una actividad investigadora realizada sobre todo en los Estados Unidos; la introducción a cargo de dos historiadores de la ciencia española, Agustín Albarracín y José Luis Peset; y una nota de la autora.

Enfoco mi atención en estas tres páginas de la nota para iniciar el discurso del porqué de la admiración y con ello estimular a reconocer la necesidad de incorporar muchos de los principios y valores que han alumbrado la trayectoria científica y vital del gran sabio navarro-aragonés. Terminé mis palabras el día de la presentación del número de *Sistema*, invocando como grito-propuesta el verbo *cajalizar*, neologismo tomado prestado del libro en su penúltimo epígrafe, que reza «Cajalizar la filosofía hispánica». Ahora conjugo, para el título, ese verbo con la primera persona del plural del presente de indicativo: *cajalizamos*. Por cierto, que este término me sirve para rendir un homenaje a Antonio Fraguas, Forges, fallecido en febrero de 2018, un genial y original humorista, creador de personajes y de palabras, quien además en varias ocasiones dedicó sus viñetas a la situación precaria de la ciencia española y que ejemplificó en ciertos casos en los investigadores del CSIC. Quizá es un vocablo que hubiera reconocido y adoptado.

Dice Enriqueta Lewy en esa nota: «El 50 aniversario de la muerte de Cajal ha coincidido con la democratización de España y para mí ha sido una gran satisfacción el poder compartir los diversos homenajes al Maestro, organizados por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, donde he trabajado a mi regreso a España después de largos años de exilio» y continúa refiriéndose al esfuerzo de «relanzamiento de la figura

¹²¹ Enriqueta Lewy (1987), *Santiago Ramón y Cajal: el hombre, el sabio y el pensador*. Editado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

de Cajal y de su proyección histórica en varias ocasiones», para lo que reconoce a diversas autoridades del CSIC, entre las que al autor de estas líneas le cabe el honor de figurar, cuando apoyó al Presidente Alejandro Nieto, iniciador de esta recuperación de la figura y la obra cajaliana, como Vicepresidente de política científica, encargado entre otras tareas de esta recuperación de la «memoria histórica» del gran neurohistólogo, humanista vocacional y ciudadano socialmente implicado, y de la revitalización del Instituto Cajal. Pero no solo de su figura sino también de la extraordinaria Escuela Neurológica Española, como Enriqueta subraya.

Es muy probable que muchos de los lectores ignoren que Santiago Ramón y Cajal ha sido el único premio Nobel en las áreas de la ciencia experimental reconocidas en los galardones suecos por su excepcional y renovadora actividad investigadora realizada al 100 por cien en España. Es aún más improbable que conozcan que otros tres integrantes de su escuela de Cajal estuvieron al borde de alcanzar tan preciado galardón: Pio del Río Hortega, Fernando de Castro Rodríguez y Rafael Lorente de Nó. Este último menos acomodaticio, fue precursor del exilio científico que explotó en torno de la Guerra Civil. En cambio, Fernando de Castro permaneció en España a costa de mucho sacrificio personal y científico, tratando de salvaguardar la obra y el Instituto de Cajal. Con respecto a la Escuela Neurohistológica, recomiendo acceder a la conferencia que en la Jornada del 27 de noviembre de 2017 sobre *Cinco siglos de medicina en España*, organizada por la Fundación Areces¹²², pronunció Fernando de Castro Soubriet, científico titular del CSIC en neurobiología y nieto de Fernando de Castro Rodríguez.

Cierro transcribiendo los últimos párrafos de mi intervención escrita en el acto del 21 de febrero:

«Termino con un apartado de conclusiones de modo muy sintético. Primero, una invocación hacia la pertinencia de un proceso de irrigación y drenaje sobre la sociedad, de procesos, estrategias y métodos asociados con la cultura científica y orientados y apoyados sobre principios éticos

¹²² Fernando de Castro Soubriet (2017), *Quizá la más exitosa escuela de la Historia de la Biomedicina: Cajal y la Escuela Española de Neurohistología*. Jornada «Reconocimiento a cinco siglos de Medicina Española». Madrid, Fundación Ramón Areces, 28 de noviembre de 2017. <https://www.fundacionareces.tv/ciencias-de-la-vida-y-de-la-materia/reconocimiento-a-cinco-siglos-de-medicina-espanola/fernando-de-castro-soubriet-quiza-la-mas-exitosa-escuela-d/>

como la responsabilidad, la empatía, la cooperación (altruismo), el compromiso, la justicia social y la verdad (búsqueda y derecho a conocerla).

La tarea a la que se enfrenta ese ejercicio es enorme. Enuncio algunos conceptos y procesos que salpican y llegan a impregnar a la sociedad actual: globalización; posverdad; economía neoliberal, economicista, monetarista y especulativa frente a la rica diversidad de las teorías que la adornan y envuelven: evolucionista, ecológica o biofísica, neuroeconomía o comportamental, del bien común, bioeconomía o circular, de la atención, en fin la economía biológica como amplio campo que propuse hace unos pocos años y que de la suma de algunas de las mencionadas parece alcanzar sentido; economía digital y transhumanismo; sostenibilidad y cambio climático; crecimiento del PIB y desigualdad; descenso inusitado de la inversión pública en nuestro país. Hay más pero para muestra bastan los botones. Tales conceptos no pueden dejarse que circulen, se apliquen, se acepten sin un profundo debate acorde con el método científico.

Como colofón, quiero traer a colación a Cajal, algo que será nanoscópico dentro de las múltiples citas que ofrecen la vida y la obra del gran Maestro como le llama su secretaria y biógrafa Enriqueta Lewi Rodríguez. En su libro publicado por el CSIC en 1987, página 203, último párrafo, en palabras síntesis de la biógrafa, se dice «En opinión del sabio, la dependencia de otras naciones y la pérdida de la soberanía la sufren aquellos países que no cuentan con economía y ciencia propia». En el mismo libro, página 176, la autora recoge que en 1913 en el curso de un debate cordial pero firme, escribía a Unamuno, «Creo que España debe desarrollar su genio propio, su personalidad original en arte, filosofía, literatura, hasta en el modo de consolidar la vida...hay escuelas filosóficas, literarias, artísticas, pero solo hay una ciencia, la cultivada desde Galileo a Pasteur y Claude Bernard. Todo nos urge, pero sobre todo la ciencia que es de lo que vamos peor». Para convencer al reticente Unamuno terminaba apocalíptico. Otro rasgo consustancial a su vida y a su obra fue declarar continuamente que desconfiaba de las élites y dedicaba su trabajo a la juventud estudiosa y a la ciudadanía laboriosa: la lectura del libro citado lo atestigua fehacientemente. Cierran el libro dos apartados muy breves, páginas 228-231, uno titulado *Cajalizar la filosofía hispánica*, y el último que reza *¡Mis contradicciones! ¡Ojalá fueran mayores!*

Y en este último, casi al final del libro, se recoge la siguiente frase de su obra *Los tónicos de la voluntad*: «Con sinceridad simpática ha dicho

un científico: Varío porque estudio. Todavía sería más noble y modesto declarar: cambio porque estudian los demás y tengo a gala renovarme ...el culto a la consecuencia que en política pasa por virtud, en ciencia resulta casi siempre señal inequívoca de orgullo o cortedad de luces. La variabilidad es uno de los rasgos que mejor traducen la honradez del investigador».

Apoyándome en el legado de Cajal, transito desde el infinitivo al indicativo, porque pienso que es ya el momento de actuar, acudiendo a iniciativas cooperativas, orientadas a favorecer dimensiones y dinámicas éticas y científicas en la cultura y en la política, a recuperar la importancia de la CIENCIA, conjugando su vertiente experimental y tecnológica con la filosófica, para intentar corregir los errores, y desmanes, de una sociedad guiada por la economía, orientada preferencialmente al consumo desorbitado, a la adoración del dinero y a la tendencia hacia la esclavización de gran parte de la ciudadanía global.

Pacto por la Ciencia: ¿cuestión estatal o social?

Borja Sánchez

El pasado 19 de septiembre de 2018, durante la sesión de control al Gobierno de España en el Congreso de los Diputados, se evidenció muy a las claras las dificultades que tienen nuestros gobernantes a la hora de alcanzar un Pacto de Estado por la Ciencia. En respuesta a la primera pregunta del Diputado Pablo Casado, el Presidente del Gobierno pronunció las siguientes palabras: «Fíjese, señor Casado, usted y yo tuvimos una reunión antes de irme de verano [...] y yo le ofrecí cinco pactos, [...] le ofrecí un pacto sobre ciencia y un pacto sobre infraestructuras. Usted no ha dicho absolutamente nada de ello»¹²³. La cuestión es que sigue sin decir nada y tampoco parece que lo vaya a decir (salvo magna sorpresa) en un futuro próximo.

La última oferta de alcanzar un pacto de estado por la ciencia, pacto para el que no sólo es deseable sino necesario que estén de acuerdo todas las fuerzas democráticas, fue planteada por el Presidente del Gobierno el 2 de agosto, en el transcurso de una reunión mantenida entre ambos líderes justo antes del período estival. La cosa venía de atrás, ya que

¹²³ Cortes Generales (2018), «Sesión plenaria núm. 142. 19 de septiembre de 2018». *Diario de sesiones del Congreso de los Diputados. Pleno y Diputación Permanente*, núm. 149. http://www.congreso.es/public_oficiales/L12/CONG/DS/PL/DSCD-12-PL-149.PDF

este mismo año, más concretamente en marzo, el grupo Parlamentario Socialista registró una propuesta de Pacto en el Congreso, proponiéndola como eje central de un futuro acuerdo por la ciencia entre las distintas fuerzas parlamentarias.

Nótese que la cuestión del Pacto de Estado por la Ciencia no es un asunto reciente. En febrero de 2004 un grupo de destacados investigadores del panorama científico español, vinculados a la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular, presentaron una formulación de pacto articulada en torno a 6 compromisos: por el desarrollo, institucional, de financiación, con el investigador, con la estructura y con la sociedad¹²⁴. Un detalle muy importante: la sociedad ya estaba contemplada en el texto original del pacto.

La reivindicación de un Pacto de Estado por la Ciencia es una cuestión que ha sido retomada no solo por (algunos de) nuestros políticos, sino también por diversas personalidades y colectivos del sistema de ciencia y tecnología español. Y me dispongo a nombrar algunos ejemplos. El Doctor Pedro Echenique, Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica de 1998, apoyaba este pacto durante una entrevista realizada en 2014. Argüía que sólo este pacto podría asegurar una política científica y tecnológica independiente de mandatos, y hacía una defensa a ultranza del binomio ciencia-educación como dos pilares básicos de una economía competitiva y un Estado del Bienestar generoso con aquellas personas que se quedan atrás¹²⁵. De nuevo la sociedad a colación.

A finales de 2015 el presidente de la COSCE afirmaba que era «el momento de un Pacto de Estado por la Ciencia» argumentando con razón y evidencia histórica que, salvo honrosas excepciones, los partidos políticos no quieren oír hablar de ciencia cuando llegan al Gobierno, bien sea en solitario o en coalición. El momento de esta propuesta parecía muy oportuno a la vista de la inestabilidad política que imperaba en

¹²⁴ Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular, SEBBM (2004). *Pacto de Estado por la Ciencia*. <https://web.archive.org/web/20100701093353/http://sebbm.bq.ub.es/soc/pacto.htm>

¹²⁵ Nicolás Congote (2014), «Hace falta pacto de Estado para la ciencia». El científico Pedro Echenique destaca las 5 claves para hacer fuerte a un país en la materia». *Diario El Tiempo*, 30 de julio de 2014. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14324956>

aquellos meses, pero de nuevo no se llegó a plasmar en ningún instrumento programático¹²⁶.

Durante este año se han promovido diferentes iniciativas que han tratado de resucitar el Pacto de Estado por la Ciencia y que al menos han conseguido que se mencione en una sesión de control al Gobierno. El pasado mes de abril y en una iniciativa promovida por Emilio Criado, se presentaron ante el Congreso de los Diputados 280.000 firmas en contra de los recortes científicos y humanos a los que se lleva sometiendo a la investigación española durante los últimos años¹²⁷. También desde la Red de Asociaciones de Investigadores y Científicos Españoles en el Exterior (RAICEX) se ha reivindicado este pacto. Esta asociación, destaco, representa a entre 15.000 y 20.000 personas que no son sino el talento científico que hemos «exportado»¹²⁸.

La expresión *Pacto de Estado por la Ciencia* ha sido pues tradicionalmente utilizada como mera promesa política que, medida por intereses electorales, desaparece arrastrada por el viento una vez estos se disipan. En algún medio de comunicación leí no hace mucho que si reuniésemos en una sala a representantes de los principales partidos políticos, seguramente no tendrían problema en reconocer la importancia de alcanzar este pacto. En un debate organizado por la Red de Doctorandos en Matemáticas, representantes destacados de los cuatro principales partidos del panorama político español no tuvieron demasiado problema en alcanzar ante los allí presentes un consenso al respecto¹²⁹. ¿Pero entonces por qué

¹²⁶ Europa Press (2019), «Nazario Martín, presidente de COSCE: “Es el momento de un pacto de Estado por la ciencia”». *Europa Press, Cienciaplus*, 19 de noviembre. <https://www.europapress.es/ciencia/noticia-nazario-martin-presidente-cosce-momento-pacto-estado-ciencia-20151119121734.html>

¹²⁷ Michele Catanzaro. Nature News (2018), «La mayor petición sobre ciencia jamás presentada en España condena el “abandono” de la investigación». *Investigación y Ciencia*, 20 de abril. <https://www.investigacionyciencia.es/noticias/la-mayor-peticion-sobre-ciencia-jams-presentada-en-espaa-condena-el-abandono-de-la-investigacin-16297>

¹²⁸ Raúl Romar (2018), «Quince mil investigadores piden un pacto de Estado por la ciencia». *La Voz de Galicia*, 11 de julio. https://www.lavozdegalicia.es/noticia/ciencia/2018/07/11/quince-mil-investigadores-piden-pacto-estado-ciencia/0003_201807G11P27991.htm

¹²⁹ EFE (2018), «Los partidos piden un pacto científico pero no se ponen de acuerdo en el cómo». *El Periódico*, 10 de abril. <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20180410/partidos-piden-pacto-cientifico-ponen-6748500>

no lo suscriben? Tal vez sea por la dificultad de pasar de las palabras a los hechos y pensar en qué herramientas programáticas son necesarias para que dicho pacto no quede en papel mojado. Y para muestra un botón: la actual Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación, que data de 2011, tiene sus principales artículos aún sin desarrollar debido esencialmente a la inacción política. ¿Los investigadores nos merecemos esto?

Con los datos anteriormente expuestos, cabe preguntarse si un Pacto de Estado por la Ciencia es esta la única vía de conseguir un compromiso de nuestros políticos por la ciencia a largo plazo, garantizando así mismo políticas científicas independientes de candidaturas, intereses electorales y mandatos. En mi humilde opinión creo que la respuesta es no, y en este sentido la recientemente creada Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC) persigue un enfoque distinto: conseguir a través de diferentes acciones que sea la sociedad quien, a través de la concienciación de la importancia de la ciencia no solo como generadora de bienestar y conocimiento, sino como motor económico y social, sea la encargada de elevar esta presión a esferas parlamentarias. Recordemos que en una de sus últimas declaraciones, la ex-Secretaria de Estado de I+D+i Carmen Vela afirmaba que «La sociedad puede presionar para que la I+D+i tenga más fondos»¹³⁰.

Ahora bien, si bien esto es potencialmente cierto, no lo es menos que aunque una sociedad posicionada sólidamente en una actitud cívica pro-ciencia pueda presionar a las Administraciones a dotar con más fondos públicos las partidas correspondientes a inversiones en I+D+i, el salto cualitativo solo será posible si esta inversión es acompañada por el sector privado. Es decir, un Pacto Social por la Ciencia sería tan sólo el primer peldaño de la escalera, el primer grano del racimo.

Queda por tanto planteada la apuesta por un Pacto Social por la Ciencia en el que, dejando a un lado posiciones y posibles intereses políticos, la sociedad española se organice y presione para conseguir un sistema científico y tecnológico menos burocratizado, más dotado económicamente, con más oportunidades para nuestros investigadores y científicos... no hace falta que le repita las principales reivindicaciones, ya se las conocen de sobra.

¹³⁰ Diario Médico (2018), «Vela: “La sociedad puede presionar para que la I+D+i tenga más fondos”». *Diario Médico*, 24 mayo. <https://www.diariomedico.com/politica/vela-la-sociedad-puede-presionar-para-que-la-idi-tenga-mas-fondos.html>

APÉNDICE

Propuesta de Acuerdo de las Comunidades Académica, Científica, Artística, Literaria, Intelectual en suma, para liderar la movilización ciudadana y llevar a cabo, antes de que sea demasiado tarde, los cambios radicales que son exigibles

Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC), 2019¹³¹

«Cada ser humano único, capaz de crear, nuestra esperanza».

Hasta hace tan sólo tres décadas, la gran mayoría de la humanidad nacía, vivía y moría en unos pocos kilómetros cuadrados, sujeta a un poder absoluto masculino.

Ahora, por primera vez en la historia, los seres humanos podemos disponer de una información global y de unas capacidades tecnológicas para convertirnos en ciudadanos del mundo, conscientes de la naturaleza de las amenazas y de la necesidad de una respuesta adecuada y oportuna. La tecnología digital ha facilitado la circulación de la información y, lo que es más importante todavía, la capacidad de expresarse. En esta

¹³¹ Esta propuesta de acuerdo fue publicada y difundida originalmente a través de la web de la AEAC. <https://aeac.science/articulo/proyectos/acuerdo-de-las-comunidades-academica-cientifica-artistica-literaria-intelectual-para-liderar-la-movilizacion-ciudadana/>

nueva era, lo más sobresaliente es la cada vez mayor participación de la mujer. Frente al maléfico proverbio «*si vis pacem, para bellum*» (si quieres la paz, prepara la guerra), que ha sido seguido indefectiblemente por el poder masculino, podemos ahora imaginar la transición de una cultura de imposición, dominio, violencia y guerra a una cultura de encuentro, diálogo, conciliación, alianza y paz. Transición histórica de la fuerza a la palabra a medida que la mujer participe como le corresponde en la toma de decisiones. Ya son, por fortuna, las mujeres las que, presencialmente y en el ciberespacio, manifiestan colectivamente su apoyo a las inaplazables transformaciones necesarias para reconducir las presentes tendencias.

También la juventud está movilizándose, consciente de que su destino no puede confiarse al destino de la gobernanza neoliberal.

Las presentes generaciones, mirando a los ojos de sus descendientes y de todos los niños del mundo, deben cumplir plenamente sus responsabilidades intergeneracionales.

Los cambios fundamentales para generalizar una vida digna requieren que sean los «pueblos» los que tomen en sus manos las riendas del destino común.

Ahora ya tenemos la certeza de que, desde hace algunos años, la demografía y la actividad propia de la especie humana afectan la calidad de la vida en Tierra y de que existen medidas que deben adoptarse sin demora. En el estricto cumplimiento de los Acuerdos de París y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) «para transformar el mundo», no caben aplazamientos, ni disculpas.

De las tres principales emergencias —la pobreza extrema unida a la desigualdad social creciente, el deterioro ecológico y la amenaza nuclear— la que representa el cambio climático nos puede abocar al fracaso histórico de la humanidad que representaría alcanzar puntos de no retorno en la propia habitabilidad del planeta.

La insolidaridad se ha acrecentado. Es manifiesta la reducción de las ayudas al desarrollo y las subvenciones para acoger como corresponde a refugiados y emigrantes. La impunidad a escala internacional y, por ende, la carencia de estabilidad y seguridad; la transferencia de responsabilidades públicas desde los gobernantes al «mercado»; el extremismo nacionalista y religioso; el fanatismo étnico y el supremacismo... han conocido una lamentable reactivación en las últimas décadas y, como respuesta colectiva, la enfermedad de nuestro tiempo: *la indiferencia*.

La marginación del Sistema de las Naciones Unidas y del multilateralismo democrático es cada vez mayor, con la creación de grupos autocráticos y favoreciendo que se deje de pertenecer a instituciones del Sistema, como ha sido el caso reincidente del Partido Republicano de los Estados Unidos en instituciones tan críticas como la UNESCO, la Convención de los Derechos Humanos de la Infancia, la ausencia en la Corte Penal Internacional o la creación de la Organización Mundial del Comercio directamente fuera del Sistema de las Naciones Unidas...

La Carta de la Tierra, uno de los documentos más lúcidos de la última década, afirma: «Nos encontramos en un momento crítico en la historia de la Tierra, un momento en que la humanidad debe elegir su futuro. A medida que el mundo se vuelve cada vez más interdependiente y frágil, el futuro conlleva un gran peligro y una gran promesa. Para avanzar, debemos reconocer que en medio de una magnífica diversidad de culturas y formas de vida, somos una familia humana y una comunidad de la Tierra con un destino común. Debemos unirnos para crear una sociedad global sostenible basada en el respeto por la naturaleza, los derechos humanos universales, la justicia económica y una cultura de paz ...».

Impotentes asistimos a la sustitución de los principios éticos —justicia, libertad, igualdad y solidaridad, tan bien enunciados en la Constitución de la UNESCO— por las normas mercantiles. Tendríamos que haber resguardado los valores, los ideales éticos comunes, empezando por la igual dignidad de todos los seres humanos. No se supo defender lo que era indispensable defender, y nos hemos ido quedando sin democracias eficientes, sin cooperación (sustituida por la explotación) y sin muchas industrias debido a la deslocalización productiva... y con ciudadanos escépticos y desconcertados en lugar de personas dispuestas a seguir los principios democráticos que, aplicados con urgencia, podrían todavía enderezar muchos de los torcidos derroteros actuales.

Estamos ante un inmenso poder que reduce a la mayor parte de la ciudadanía a la condición de espectador impasible y obcecado. La educación está más orientada a tener y obedecer que a ser «libre y responsable» ... Los seres humanos se caracterizan por su inverosímil facultad creadora, por poder anticiparse y prevenir, por diseñar deliberadamente su futuro. El por-venir está por-hacer. «Todo está por hacer y todo es posible... pero, ¿quién si no todos?», según el verso de Miquel Martí i Pol. Todos frente a los pocos que pretenden seguir llevando las riendas del destino común en sus manos.

Ha llegado el momento de poner en práctica un nuevo concepto de seguridad que, además de los territorios, tenga en cuenta a quienes los habitan (alimentación, agua potable, servicio de educación y de salud de calidad, cuidado del medio ambiente).

Es tiempo de acción. Contamos con muchos diagnósticos. Hay que aplicar los tratamientos efectivos antes de que sea demasiado tarde.

Acuerdo de las comunidades académica, científica, artística, literaria, intelectual para liderar la movilización ciudadana

Las comunidades académicas, científicas, artísticas, literarias, intelectuales en suma, deben liderar hoy las respuestas adecuadas a las amenazas que se ciernen sobre la humanidad a escala mundial. Sólo con una gran movilización que permita a todos los seres humanos ser conscientes de la situación presente y, en consecuencia, ser actores comprometidos a actuar sin demora con un comportamiento cotidiano apropiado será posible hacer frente a procesos potencialmente irreversibles.

Los profundos y apremiantes cambios que son ineludibles, necesitan que sean los «pueblos» los que tomen en sus manos las riendas del destino común. Son ahora urgentes grandes clamores populares presenciales y en el ciberespacio para el establecimiento de un multilateralismo eficiente dotado de los medios personales, técnicos, de defensa y financieros apropiados. La Asamblea General debería hallarse integrada a partes iguales por representantes de Estados y de instituciones de la sociedad civil. Además del Consejo de Seguridad Territorial, el Consejo de Seguridad Socioeconómica y el de Seguridad Medioambiental.

El cumplimiento adecuado y en tiempo oportuno de la Agenda 2030, decidida por la Asamblea General de las Naciones Unidas mediante la Resolución A/RES/70/1 (octubre 2015) titulada «Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible», en la cual se fijan los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible más relevantes para reconducir el actual Sistema, así como los Acuerdos de París sobre Cambio Climático (diciembre 2015), únicamente podrá tener lugar en el contexto de una cooperación global eficiente y rápida, coordinada con gran autoridad por las Naciones Unidas.

Los ODS representan el firme compromiso de todos los países del mundo, en el marco multilateral de las Naciones Unidas, para orientar debidamente el comportamiento personal, asegurando la igual dignidad y unas estrategias basadas en el conocimiento que proporcionan a todos un desarrollo sostenible y humano (alimentación, agua potable, salud y educación de calidad, cuidado del medio ambiente). Aprender a expresarse, a participar, a escuchar, a compartir, a vivir juntos.

Frente a amenazas globales son precisas reacciones así mismo globales de una ciudadanía mundial plenamente alerta y capacitada para evitar o mitigar las lamentables consecuencias que, en otro caso, se derivarían de las tendencias presentes.

Se trata de una ineludible responsabilidad intergeneracional que se presenta por primera vez en la historia en la era del Antropoceno. Si no se consiguieran detener los efectos de la actividad humana sobre la habitabilidad de la Tierra, el legado de las presentes generaciones a las siguientes representaría un irremediable retroceso en el progreso de la humanidad.

Unamos todas las voces de forma que alcancen la magnitud apropiada para ser escuchadas, y hacer posible la interacción que favorezca la presencia del «sentido más humano» en la acción educativa, social, cultural, política y económica a escala mundial, logrando un diálogo favorable con todos los actores de tal modo que pueda lograrse un verdadero desarrollo humano a nivel global, que garantice la armonía con la naturaleza y la diversidad cultural.

Este libro surge como una iniciativa para compilar una serie de artículos alumbrados a partir de la génesis del Grupo CURIE (Científic@s Unid@s por la Reactivación de la Investigación en España), semilla de la Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC). Durante meses sus miembros estuvieron intercambiando reflexiones y debatiendo sobre la distancia entre la ciencia y la sociedad, y la necesidad de crear una asociación que llenase ese vacío entre los científicos y los ciudadanos, que apostase por llevar la ciencia y los conocimientos generados por la misma a toda la sociedad, tal y como establecen la Declaración de Derechos Humanos y la Constitución Española, en su artículo 44.

El libro, prologado por Federico Mayor Zaragoza, se estructura en varias secciones, que agrupan las contribuciones de los autores en torno a distintos componentes de la relación bidireccional entre ciencia y los diferentes estamentos de la sociedad. Tras un repaso a los orígenes de la AEAC, el contexto social en el que surge y los objetivos que se planteó desde su creación, invitamos a los lectores a acompañarnos en la reflexión sobre una ciencia asociada indefectiblemente con la ciudadanía, la sociedad, los valores, la educación, la cognición, la economía, la empresa, la política y la gobernanza.

Edición y Coordinación: Jesús Rey Rocha y Víctor Ladero

ISBN: 978-84-09-34473-4



ASOCIACIÓN
ESPAÑOLA PARA EL
AVANCE DE LA
CIENCIA

<https://aeac.science/>