

Objetividad, humildad epistémica y ciencia responsable

Sara Lumbreras Sancho

Universidad Pontificia Comillas - ICAI
E-mail: slumbreras@comillas.edu

Recibido: 15 de enero de 2020
Aceptado: 24 de febrero de 2020

RESUMEN: La ciencia y la tecnología no realizan sus funciones de manera objetiva, sino que se construyen desde los puntos de vista de los individuos que participan de ella y de ellos heredan sus defectos y virtudes. En este artículo se describen los sesgos cognitivos individuales y de grupo que más afectan negativamente a la práctica tecnocientífica y se explican a partir de ellos fenómenos indeseables como los giros de 180 grados en las recomendaciones médicas. Finalmente, se plantean unas breves líneas de actuación que podrían ser de utilidad en la búsqueda de la objetividad, centradas en la humildad y la responsabilidad.

PALABRAS CLAVE: objetividad; epistemología de la virtud; sesgos cognitivos; conocimiento situado; ingeniería; medicina.

Objectivity, epistemic humility and responsible science

ABSTRACT: Science and technology do not perform their functions in a purely objectively manner, but are rather constructed from the points of view of the individuals who build them, inheriting their virtues and defects. This article describes the individual and group cognitive biases that most negatively affect technoscientific practice and explains undesirable phenomena such as 180 degree turns in medical recommendations. Finally, it proposes some brief lines of action that could be useful in the search for objectivity, centered on humility and responsibility.

KEYWORDS: objectivity; virtue epistemology; cognitive biases; situated knowledge; engineering; medicine.

1. Introducción: epistemología social y virtud epistémica

La objetividad de la ciencia es uno de los pilares de nuestras sociedades. Confiamos en ella para determinar el mejor curso de acción en decisiones técnicas (por ejemplo, qué tratamiento administrar a un enfermo o de qué manera construir un puente) y para informar decisiones políticas (como qué política económica sería más beneficiosa para un país en una determinada situación). En las últimas décadas ha surgido un movimiento de escepticismo con respecto a la ciencia con importantes consecuencias sociales. La negación del cambio climático o los movimientos antivacunas están enraizados en el cuestionamiento de las relaciones entre ciencia y poder, entre objetividad e intereses. Insistir en la objetividad de la ciencia y sus procesos no es una estrategia efectiva para sanar esta brecha. Más bien deberíamos hacer lo contrario: reconocer con humildad los orígenes de la subjetividad en la actividad tecnocientífica, explicar los mecanismos que limitan el impacto de esta subjetividad (mejorándolos según el caso), y asumir la responsabilidad social de sus resultados.

Sin embargo, esto no es ni mucho menos obvio en la mayoría de los contextos. Para una gran mayoría

de *evidencialistas*, las creencias en general –y en particular las científicas– están basadas única y exclusivamente en la evidencia, que puede determinarse de manera inequívoca¹. Además, nos encontramos con que muchos pensadores son *individualistas* en este contexto, defendiendo que las creencias individuales están sustentadas por evidencia a la que se ha tenido acceso directa o indirectamente.

Al individualismo se opone la *epistemología social*, que destaca el papel de los factores sociales en la formación de las creencias. Autores como Foucault² han subrayado la importancia de las estructuras sociales en la formación de conocimiento y en especial la relación entre ciencia y poder. Según Foucault, son los que tienen el poder quienes definen lo que es normal y lo que no lo es. Su ejemplo más paradigmático, la locura, sería una etiqueta que se aplica a ciertas personas o colectivos con el propósito de aislarlos y deslegitimar sus protestas.

La perspectiva de Foucault sugiere una manipulación consciente,

¹ E. CONEE; R. FELDMAN, *Evidentialism: Essays in epistemology*, Clarendon Press 2004.

² M. FOUCAULT; P. RABINOW, *Ethics, subjectivity and truth: Essential works of foucault 1954-1984 (vol. 1)*, New York 1997.

mientras que esto no es necesario para que ciencia y estructuras sociales se realimenten. Esta visión de una ciencia perversa está implícita en las actitudes contemporáneas de rechazo a la ciencia. Sin embargo, me gustaría defender que los mecanismos que hacen que la ciencia se desvíe de la objetividad existen, pero son en su mayor parte inconscientes. En la primera parte de este artículo se presentarán ejemplos de las desviaciones con respecto a la objetividad y los fenómenos que las generan.

Finalmente, y para completar la descripción del marco de trabajo para este artículo, según los *epistemólogos de la virtud*, la ciencia debe comprenderse como una actividad humana que materializa tanto las virtudes como los defectos de los individuos que la realizan³. Así, la ciencia sólo es objetiva cuando los individuos que la construyen lo son. Según Wood, una serie de virtudes son necesarias para la práctica científica: desde la curiosidad –que él identifica como la principal– hasta la sensibilidad, pasando por la honestidad y la objetividad. Según los epistemólogos virtuosos no tiene sentido hablar de la ciencia como proyecto abstracto

sino únicamente en sus manifestaciones concretas y el conocimiento generado, y estas virtudes no deben darse por supuestas, sino que es necesario un esfuerzo por conseguirlas. Asimilando esta perspectiva, hablaré de *buena ciencia* y *mala ciencia* en el resto de este artículo. Una de las principales virtudes que caracteriza a esta buena ciencia será la objetividad entendida como *no-subjetividad*, la *independencia del sujeto* y el acercamiento a la verdad.

La objetividad debe, por tanto, buscarse realizando un esfuerzo consciente. Me gustaría destacar que el hecho de que el resultado de la actividad científica no sea necesariamente objetivo no niega la existencia de una verdad absoluta. La perspectiva que planteo en este artículo no es relativista. Simplemente, reconoce que nuestros defectos como seres humanos permean todas nuestras construcciones: sólo desde la humildad, reconociendo nuestros errores, podremos acercarnos lo más posible a hacer buena ciencia, ciencia lo más objetiva posible dentro de nuestras posibilidades que nos acerque a la verdad.

La presencia de valores en la práctica de la ciencia se superpone a otras manifestaciones axiológicas en sus aplicaciones, que en su versión más simple asumen que

³ W. J. WOOD, *Epistemology: Becoming intellectually virtuous*, InterVarsity Press 2009.

la tecnociencia es neutra y son sólo las aplicaciones particulares las que resultan en una manifestación humanizadora o deshumanizadora.

Expuesto ya el punto de partida de la falta de objetividad en la ciencia, la próxima sección describe los orígenes de este fenómeno.

2. La ciencia no es objetiva porque las personas no lo somos

El origen de la falta de objetividad de la ciencia es tan simple como la falta de objetividad en las personas, que nos desviamos continuamente de la racionalidad tanto en nuestras decisiones individuales como en grupo. Es de sobra conocido el modelo de Kahneman, premio Nobel en 2002, que articula los procesos de pensamiento humanos en dos modalidades distintas⁴.

El primer sistema es intuitivo, emocional e inconsciente. Lleva a decisiones rápidas que se toman de manera automática y sin esfuerzo. Estos automatismos se basan en respuestas reflejas que han sido seleccionadas o bien evolutivamente o bien a través del apren-

dizaje. Por ejemplo, un buen conductor consigue mantenerse en el primer sistema mientras realiza esta actividad y lo hará de manera automática y competente. La principal ventaja del primer sistema es la rapidez (sería imposible alcanzar la misma competencia manteniéndonos conscientes de cada movimiento), pero el ser instantánea puede llevarnos a errores que no sean corregidos. El segundo sistema, por el contrario, es lento, consciente y deliberativo. Permite llegar a conclusiones racionales, pero sólo puede utilizarse con un esfuerzo considerable.

Muchos de los errores que cometemos tanto como individuos como en comunidad tienen su origen en *sesgos cognitivos* estudiados entre otros por economistas del comportamiento como Kahneman, Tversky o Thaler⁵, patrones sistemáticos que nos desvían de la racionalidad. Estos sesgos son predecibles (aparecen en las más diversas situaciones) pero involuntarios. Además, resulta mucho más fácil identificarlos en otras personas que en uno mismo: nuestros propios errores caen en un punto ciego. Muchos de estos sesgos resultan sin embargo muy

⁴ D. KAHNEMAN, *Thinking, fast and slow*, Macmillan 2011.

⁵ A. TVERSKY – D. KAHNEMAN, "Judgment under uncertainty: Heuristics and biases", *Science, New Series*, 185/4157 (1974), 1124-1124-1131.

útiles para tomar decisiones rápidas, y se ha argumentado que son eficientes desde un punto de vista evolutivo, ya que apoyarían la supervivencia en situaciones en las que es necesario decidir de forma inmediata.

Sin embargo, el sistema de pensamiento rápido no es adecuado para la práctica científica. Algunos de los sesgos resultan especialmente perjudiciales, y se presentan en la siguiente sección.

3. Los peores enemigos de la buena ciencia

Los peores enemigos de la objetividad científica están dentro de nosotros. En esta sección expongo los que creo que impactan la ciencia en mayor medida.

- El *sesgo de confirmación*⁶ se deriva de que, en general, a los seres humanos nos gusta tener razón. Nuestros cerebros buscan confirmar que están en lo cierto. Así, damos más peso a la fracción de los hechos objetivos que confirma nuestras creencias previas. El *sesgo de disconformidad*, además, hace

que estemos más dispuestos a dudar de la evidencia que contradice nuestras anteriores convicciones.

Además, a estas tendencias se superpone el hecho de que somos más proclives a aceptar las afirmaciones de la gente que nos gusta o que se parece a nosotros, y a oponernos a las que vienen de alguien por el que no sentimos afinidad.

- El *sesgo de selección*⁷ aparece cuando los individuos o muestras seleccionados para participar en un experimento no son representativos de la población que se pretende analizar, invalidando así las conclusiones obtenidas. El *sesgo de supervivencia* es un caso particular de éste, en el que se seleccionan preferentemente los individuos que han sobrevivido un proceso. La ilustración más conocida de este efecto proviene del estadístico Wald, a quien en la Segunda Guerra Mundial se le pidió estudiar dónde convenía más reforzar el fuselaje de los aviones americanos. Se recogieron datos de los impactos registrados y se calcularon sus densidades: aparentemente, los extremos de las alas y

⁶ R. S. NICKERSON, "Confirmation bias: A ubiquitous phenomenon in many guises", *Review of General Psychology* 2/2 (1998), 175-220.

⁷ J. HECKMAN, "Varieties of selection bias", *The American Economic Review* 80/2 (1990), 313.

las zonas cercanas a la cabina recibían el mayor número de disparos, mientras que otras zonas como los motores sólo resultaban dañadas de manera muy poco frecuente. La primera intuición es proponer el refuerzo de las áreas impactadas con mayor frecuencia (extremos de las alas y cercanía de la cabina). Sin embargo, esta interpretación es completamente errónea: sólo los aviones impactados en esas áreas consiguen volver, por lo que las áreas a reforzar deberían ser justamente las contrarias. El sesgo de selección es uno de los más difíciles de identificar y corregir, y aparece en un amplio espectro de diseños experimentales.

- El *efecto arrastre* (o, en inglés, *bandwagon effect*), nos confronta con la realidad de que, en muchas situaciones, importa más no equivocarse solo que estar en lo cierto. Resulta una tendencia natural en nosotros el seguir a la mayoría. Esto tiene un origen evolutivamente eficiente, ya que parece intuitivo que, por ejemplo, si llegados a un cruce de caminos y toda nuestra tribu sigue una dirección determinada, sea porque exista alguna razón para ello. Escoger otro camino no parece una decisión prudente. Sin em-

bargo, el pensamiento gregario es el opuesto de la actitud crítica necesaria para la buena ciencia. Un sesgo relacionado es el *groupthink*, en el que las decisiones tomadas en grupo pueden resultar de peor calidad que las decisiones individuales, al verse afectadas por el deseo de mantener la armonía en el grupo.

- El *sesgo de autoridad* hace que, de manera sistemática, se atribuya una mayor certeza a las opiniones presentadas por una figura de autoridad. Si deseamos ser objetivos, es necesario evaluar cada una de las opiniones basándose en sus méritos para explicar la evidencia disponible, independientemente de quién las haya formulado. Desgraciadamente, el mundo tecnocientífico ha funcionado tradicionalmente en estructuras jerárquicas, lentas y poco diversas, con lo que este sesgo es más prevalente de lo que sería deseable.
- El *sesgo de focusing* hace que consideremos más importante la información que tenemos más a mano o que recordamos mejor. Esto hace que la evidencia no se valore sólo por sí misma sino también por cómo de fácil sea acceder a ella. Por ejemplo, puede llevarnos a sobervalorar evidencia anecdóti-

ca de primera mano por encima de estudios más rigurosos realizados por otros investigadores.

- Por último, el *sesgo de confianza* o *deformación profesional* hace que tendamos a sobrevalorar nuestro conocimiento y la propia competencia: estamos contruidos para creernos más listos de lo que realmente somos. Además, la deformación profesional hace que, igualmente, se sobrevalore la importancia del propio campo de conocimiento sobre el resto, lo que resulta en interpretaciones sesgadas de la realidad.

4. Los giros de 180 grados

Los giros de 180 grados (*U-turns*, en inglés), mencionados en la sección anterior, son cambios drásticos en las recomendaciones médicas. Por ejemplo, en 2000, la guía de la American Academy of Pediatrics recomendaba en madres con alergias alimentarias que eliminaran el consumo de frutos secos durante el embarazo y evitasen que sus hijos los probasen hasta al menos los 3 años. En 2008, cambió la recomendación a algo completamente opuesto: se debe exponer a los niños a los frutos secos a partir de los 4 meses (recordemos que hasta esa edad se recomienda lactancia

materna exclusiva). Fue necesario cambiar la recomendación a la luz de nuevos estudios, que incontestablemente probaron que la exposición temprana a los frutos secos reduce el riesgo de alergia en nada menos que un 80%. Un estudio de la clínica Mayo identificó 146 de estos giros en la práctica médica entre 2000 y 2010⁸. ¿Por qué suceden? Aunque no todos los factores están claros, sí parece evidente que, como decíamos anteriormente, interviene el sesgo de confirmación en la aceptación apresurada de una nueva recomendación propuesta aún con evidencia limitada. Además, una vez ha sido aprobada, el efecto arrastre y el sesgo de autoridad hacen que sea muy difícil replantearse la evidencia o incluso se imposibilita la propuesta de nuevos estudios.

5. Más mala ciencia y mala ingeniería

Otro ejemplo más sutil es el tratamiento dado a la diversidad étnica en la práctica clínica. Recientemente se publicó un informe de la Federación Internacional de Estudiantes de Medicina que

⁸ V. PRASAD *et al.*, "A decade of reversal: An analysis of 146 contradicted medical practices", *Mayo Clinic Proceedings* 88/8 (2013), 790-798.

advierte de varias enfermedades severas que se infradiagnostican en pacientes de color debido a que sus síntomas son ligeramente distintos⁹. Además, los prejuicios y estereotipos tienen influencias directas. Por ejemplo, es posible que en Estados Unidos se receten dosis menores de analgésicos a los afroamericanos para la misma dolencia, debido probablemente al estereotipo de que soportan mejor el dolor¹⁰.

Otro ejemplo es el de la episiotomía, la realización de un corte en la mujer para acelerar el parto. Se realiza con tijeras o bisturí y requiere una sutura posterior. La episiotomía se realiza como técnica supuestamente preventiva de los desgarros. Sin embargo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido que esta práctica no sólo no previene los desgarros, sino que tiene consecuencias negativas para la salud de la mujer, que se ve afectada por la cicatriz de manera que aumentan las incontinencias y las disfunciones sexuales¹¹. Pese a la

claridad de esta evidencia y a las recomendaciones de la OMS, la episiotomía se realiza indiscriminadamente en países como España¹². ¿Cómo es posible que no hayamos conseguido eliminar esta práctica aún en España? En este caso, parece que el sesgo de autoridad es la principal causa de este error: los médicos que ostentan hoy las posiciones de poder en las que se deciden los protocolos de parto tienen una mayor predisposición a estar desactualizados. Además, su sesgo de confianza y la deformación profesional les hacen sobrevalorar sus propios conocimientos sobre este tema, a la vez que el sesgo de disconformidad probablemente les haga despreciar los estudios en los que se basa la OMS incluso aunque lleguen a conocerlos.

Pasando a la ingeniería: se ha hablado mucho últimamente del *sesgo algorítmico*, en el que los algoritmos entrenados mediante inteligencia artificial pueden llevar a situacio-

⁹ INTERNATIONAL MEDICAL STUDENTS FEDERATION, *Ethnicity and health*, 2018.

¹⁰ C.S. WEISSE, *et al.*, "Do gender and race affect decisions about pain management?", *Journal of General Internal Medicine* 16/4 (2001), 211-217.

¹¹ S. CHANG *et al.*, "Comparison of the effects of episiotomy and no episiotomy on pain, urinary incontinence, and sexual function 3 months postpartum: A prospective follow-up study", *International Journal of Nursing Studies* 48/4 (2011), 409-418.

¹² C. CLESSE, "Statistical trends of episiotomy around the world: Comparative systematic review of changing practices", *Health Care for Women International* 39/6 (2018), 644-662.

nes injustas al favorecer arbitrariamente a algunos grupos de usuarios frente a otros. Se conoce, por ejemplo, que los algoritmos que prevén la reincidencia criminal en los presos (y que pueden emplearse en algunos estados de EE.UU. para determinar la fianza) estiman una probabilidad sistemáticamente mayor para los individuos de raza negra. Afortunadamente, los avances legales en este contexto nos han llevado a, por ejemplo, el derecho a rechazar ser categorizado por un algoritmo en vez de por una persona. Además de algoritmos racistas, una vez fueron comunes las películas fotográficas optimizadas para mostrar los matices de la piel blanca (y que mostraban un rostro oscuro plano para las personas de color) o sensores táctiles que no conseguían detectar la piel oscura.

Otro ejemplo interesante de mala ingeniería fue muy comentado hace algunos años, cuando la Universidad de Virginia demostró, analizando datos de más de 45000 víctimas de accidentes de tráfico a lo largo de 11 años, que las mujeres tienen un 47% más de probabilidades de sufrir daños severos en un accidente¹³. El motivo parece

ser el diseño de los reposacabezas. Está optimizado para la altura del hombre medio y, aunque puede adaptarse ligeramente en casi todos los modelos de automóvil, no incluye en su rango de alturas las más frecuentes para las mujeres: es imposible ajustarlos sin que queden demasiado altos. Diseñar los sistemas de seguridad pensando en el hombre medio y no en la persona media no es razonable. Ni siquiera es una cuestión de costes: un reposacabezas suficientemente flexible no tendría por qué ser más caro que los existentes y, en cualquier caso, este coste es despreciable con respecto al total del vehículo. La injusticia se produce aquí al ignorar, aunque sea involuntariamente, a algunos de los usuarios (en particular, alrededor de la mitad de estos).

6. ¿Cómo entendemos estos ejemplos? La importancia de la perspectiva

La teoría del punto de vista (*standpoint theory*¹⁴) reivindica que toda afirmación, incluidas las científico-técnicas, se realiza desde un punto de vista determinado, que incluye

¹³ D. BOSE, "Vulnerability of female drivers involved in motor vehicle crashes: An analysis of US population at risk", *American Journal of Public Health* 101/12 (2011), 2368-2373.

¹⁴ D. HARAWAY, "Situated knowledges: The science question in feminism and the privilege of partial perspective", *Feminist Studies* 14/3 (1988), 575-599.

las circunstancias sociales y personales del sujeto. Así, no existe una intención perversa en ninguno de los ejemplos anteriores. Ni los fabricantes de coches quieren que las mujeres viajen menos seguras ni los programadores desean perjudicar intencionadamente a los afroamericanos. Sin embargo, piensan y construyen desde su propia perspectiva.

En esta dinámica, el poder entra a formar parte de estos mecanismos a través de la autoridad y de las mayorías. Parafraseando a Haraway, el poder da el privilegio de la neutralidad, de ser considerado neutro. En el ejemplo del automóvil, el conductor neutro se ha imaginado como varón, por lo que el dispositivo reposacabezas produce la ilusión de ser suficientemente flexible cuando no lo es. De esta manera, el concepto de neutralidad menoscaba nuestra capacidad de generar buena ciencia y buena ingeniería, ya que nos aleja de la verdadera objetividad.

Es clave que, además, tiende a valorarse como *más objetiva* la opinión de los que pertenecen al grupo neutro, mientras que el resto de voces se minusvaloran, atribuyéndose sus opiniones a su diferencia. Esta *injusticia testimonial* en térmi-

nos de Friker¹⁵ se une al sesgo de autoridad (que ya hace que unas opiniones pesen más que otras) y nos roba la oportunidad de introducir criterios y puntos de vista complementarios que nos acerquen a la verdad.

La *injusticia hermenéutica* complementa a esta perspectiva de manera un poco más sutil: desde las estructuras de la ciencia se define también lo que es importante, así como los conceptos necesarios para el trabajo científico. Es frecuente que estas definiciones se centren demasiado en las experiencias de los grupos de poder, resultando así *subjetivas* en tanto que centradas en un grupo específico de sujetos, que son los que se consideran neutros en términos de Haraway.

Si toda afirmación se realiza desde un determinado punto de vista, el único camino hacia la objetividad es incluir el mayor número de puntos de vista posibles.

¹⁵ M. FRICKER, *Epistemic injustice: Power and the ethics of knowing*, Oxford University Press 2007.

7. ¿Qué podemos hacer? Humildad y responsabilidad para hacer buena ciencia y buena ingeniería

En este artículo he presentado las limitaciones de la objetividad de la ciencia junto con sus orígenes y algunas teorías epistemológicas que nos ayudan a comprenderlas. La idea clave es que la ciencia y la tecnología, como actividades humanas, heredan nuestras virtudes y nuestros defectos. Los epistemólogos de la virtud señalaban la curiosidad como la principal virtud epistémica; yo me permito contradecirles y afirmar que la virtud más importante en la práctica científica es la humildad.

Debemos ser conscientes de nuestra debilidad: aunque intentemos emplear nuestras capacidades racionales, solemos cometer errores. Estamos contruidos para desear tener la razón, y valoramos más la evidencia que apoya nuestras opiniones que la que la contradice (sesgos de confirmación y disconfirmitad). Pensamos que nuestro conocimiento es mejor y más importante de lo que realmente es (sesgos de confianza, deformación profesional y *focusing*) y tendemos a seguir la opinión de la mayoría (efecto arrastre) en vez de buscar la verdad por nosotros mismos. Además, valoramos las opiniones

de manera diferente dependiendo de quién las proponga: atribuimos más verdad a las opiniones que vienen de figuras de autoridad o parecidas a nosotras, y minusvaloramos de forma injusta las que provienen de individuos alejados del poder o de las definiciones de la mayoría. Esto nos lleva a fenómenos como los giros de 180 grados en las recomendaciones médicas, a la práctica extendida de técnicas desfasadas y desautorizadas por la evidencia o a diseños tecnológicos que resultan en un perjuicio innecesario a determinados colectivos.

Hemos destacado que estos sesgos inconscientes se caracterizan por ser sistemáticos (suceden consistentemente en una amplia variedad de situaciones) e involuntarios. Sin embargo, conocerlos nos hace ser capaces de reducir, hasta cierto punto, su impacto. Si somos conscientes de en qué situaciones tendemos a perder la objetividad con más facilidad, podemos intentar reevaluar nuestros juicios. Existen varios proyectos muy interesantes en este sentido. Por ejemplo, el proyecto "Implicit" de Harvard proporciona pruebas online gratuitas en las que se determinan nuestras tendencias individuales a valorar más unos colectivos sobre otros o a este-

reotipar a ciertas personas¹⁶. En general, conviene tener presente que solemos perder la objetividad cuando utilizamos el primer sistema de pensamiento, el rápido, que como hemos destacado es imprescindible desde el punto de vista de la supervivencia, pero un lastre en demasiadas ocasiones si lo que pretendemos es la búsqueda de la verdad. Es posible aprender a detectar cuándo estamos operando en este sistema y pasar de manera voluntaria al segundo sistema, si bien es necesario un cierto nivel de autoconocimiento y, sobre todo, de humildad para admitir que no estamos siendo todo lo racionales que querríamos ser. Esta práctica requiere de un esfuerzo considerable, pero sería ampliamente beneficiosa para la actividad tecnocientífica.

Además, el establecimiento de procesos es una manera de introducir filtros a nuestras acciones colectivas e individuales. Un ejemplo particularmente claro es el de los planes de análisis estadísticos que son ahora obligatorios antes de comenzar las pruebas de un nuevo fármaco. Cuando se definen los análisis a realizar antes de comenzar el estudio, somos

mucho menos propensos a errores como el sesgo de selección y el de confirmación. Sería interesante extender esta práctica a otros campos, entendiéndola como un escudo contra las malas prácticas que no debería en ningún caso limitar la creatividad de la empresa científica puesto que no reduce la amplitud de las preguntas o las hipótesis propuestas; tan sólo explica qué debemos considerar una respuesta válida y qué necesita aún más trabajo.

Una sana actitud crítica debería verse recompensada en mayor medida en este contexto: la repetición de estudios, la exploración de hipótesis alternativas o los estudios con resultados negativos o no concluyentes son demasiado difíciles de publicar. Esto ha llevado a algunos a proponer regulaciones estrictas para las revistas académicas, que por ejemplo podrían estar obligadas a publicar un cierto porcentaje de artículos en estas categorías. Esto, unido a una divulgación científica de calidad (cosa difícil de conseguir en esta crisis del periodismo en la que vivimos), podría transmitir al público en general la idea de que la ciencia está viva y abierta, y que los consensos son un trabajo conjunto y no la imposición de la idea que mejor corresponde a determinados intereses.

¹⁶ A. G. GREENWALD; L. H. KRIEGER, "Implicit bias: Scientific foundations", *California Law Review* 94/4 (2006), 945-967.

Existen además herramientas para estimular la actitud crítica en los diálogos, que podrían integrarse en la práctica diaria del mismo modo en el que se da la bienvenida o se recogen las actas de las discusiones. Por ejemplo, pueden reservarse espacios para contemplar alternativas distintas o soluciones que escapen a las dicotomías establecidas. El mundo corporativo está ya trabajando en estas líneas; sería necesario que la ciencia y la tecnología incorporasen y mejorasen estas prácticas. La diversidad es un recurso del que afortunadamente se habla mucho actualmente, pero aún hace falta trabajo para definirlo y aprovecharlo. El sexo, la raza, la cultura o el tipo de experiencia profesional previa son fuentes de riqueza que pueden ayudar a que un equipo sea más objetivo en sus conclusiones¹⁷.

La tecnociencia necesita además reconocer su impacto social y ejercerlo con responsabilidad. En este sentido, la ingeniería ha desarrollado en el último par de décadas un concepto tremendamente útil: el *diseño universal*. Consiste en que, para que un diseño se considere apropiado, debe incluir entre sus posibles usuarios al mayor nú-

mero posible de personas e idealmente al total de la población. Con esto, no sólo nos referimos a incluir hombres y mujeres de diferentes razas, sino también con discapacidades. Por ejemplo, en el caso del asiento de automóvil, el paradigma de diseño universal nos llevaría a considerar un rango lo más amplio posible de alturas y pesos, para que pudiesen utilizarlo cómodamente tanto los muy altos como los más bajos. El diseño universal está creciendo de manera intensa en el diseño de aplicaciones web y en la arquitectura. Por ejemplo, si se tiene en cuenta el acceso en la fase de diseño de un edificio, no resulta prácticamente un sobre coste asegurar que personas con movilidad reducida puedan moverse con facilidad, que los niños estén más seguros o que, simplemente, podamos abrir una puerta cómodamente aún teniendo las manos ocupadas (resulta especialmente ilustrativo el trabajo de la empresa española PMMT en diseño de manillas para puertas según los criterios de diseño universal). En el diseño de páginas web, el diseño universal se ocupa de que incluso las personas con problemas de visión puedan emplear el contenido. Por ejemplo, se crean etiquetas descriptivas para las imágenes, se utilizan paletas de colores que mantienen los contrastes incluso para personas

¹⁷ G. FISCHER, "Distances and diversity: Sources for social creativity", *Proceedings of the 5th Conference on Creativity & Cognition* (2005), 128-136.

con daltonismo o se emplean interfaces múltiples para adecuarlas al canal que cada usuario encuentre más apropiado. La idea es que esto no supone un sobrecoste: más bien al contrario, ya que si se diseña dentro de este paradigma se accede a una mayor base de clientes y se provee una mejor experiencia incluso para los que en principio pensamos que no tendrían esas necesidades. Además, en el entorno de diseño web ya se ha probado que, al desarrollarse de manera más ordenada, las páginas que siguen estos criterios tienen costes de mantenimiento sensiblemente más baratos. Dentro del paradigma de diseño universal, que en los últimos años viene cristalizándose en una serie de normas, no tienen sentido ejemplos como los descri-

tos anteriormente como ejemplos de mala ingeniería. Además, esta visión de la ingeniería reconoce que todos somos diferentes y estamos sujetos a enfermar y envejecer, por lo que no tiene sentido diseñar pensando en un único tipo de persona.

Necesitamos aceptar con paz que ni la ciencia es neutra ni podemos considerar que sus métodos sean automáticamente objetivos. La ciencia y la tecnología reflejan lo que somos como individuos y como sociedad, y heredan tanto nuestros defectos como nuestras virtudes. La humildad es la clave para conseguir una ciencia que nos acerque lo más posible a la verdad y una tecnología cada vez más humana. ■