



Some thoughts on science

Title in Spanish: *Algunas reflexiones sobre la ciencia*

Santiago Cuéllar Rodríguez¹

¹Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos, Madrid.

***Corresponding Author:** santiago.cuellar.rodriguez@gmail.com *An Real Acad Farm* Vol. 81, Nº 3 (2015), pp. 230-238

Received: September 27, 2015 **Accepted:** October 23, 2015

Language of Manuscript: Spanish

1. INTRODUCCIÓN

Al leer cuidadosamente los artículos de las publicaciones *científicas* relativas a diversas áreas de conocimiento, no es difícil percibir discrepancias – algunas profundas – en cuanto al *sentido* que se da al término *ciencia*. De hecho, todos los que nos relacionamos con la actividad científica apelamos a sus *esencias*, pero no todos nos preocupamos por saber cuáles son, con lo que pasamos de *basarnos* en la ciencia a utilizar este término como una especie de *escudo protector* contra injerencias supuestamente profanas y, casi siempre, incómodas. Por todo ello, me permito proponer al lector algunas sencillas ideas, como punto de partida – pero no de llegada – de una reflexión personal.

Seguramente, encontraremos en la literatura científica y en filosofía cientos de definiciones del término *ciencia*, aunque la mayoría pueden encuadrarse en dos grandes grupos: las que se centran en el proceso de acumulación de conocimientos y las que se refieren fundamentalmente a la forma con que se adquiere un determinado conocimiento. Si hacemos caso a la definición de la Real Academia Española (RAE), la ciencia es un conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales; también define como ciencia el saber o la erudición, e incluso la habilidad, la maestría o el conjunto de conocimientos en cualquier cosa. Es decir, la RAE destaca de la ciencia, sobre todo, el carácter acumulativo de conocimientos.

Sin embargo, cualquier persona que esté relacionado con la producción, utilización o divulgación científica echará de menos en la anterior definición la referencia a la forma y el método de cómo se obtienen esos conocimientos y su desarrollo ulterior; es decir, casi todos acordaremos que la ciencia implica tanto *adquisición sistemática* de conocimiento como su *acumulación organizada* y su *desarrollo evolutivo*.

A todo lo anterior cabe agregar un tercer elemento constitucional: la ciencia es una *referencia del conocimiento* o, al menos, de un cierto tipo de

conocimiento. Por ello, la ciencia es – debería ser – *pública*; es decir, accesible para cualquier persona suficientemente cualificada en la materia en cuestión, con la única exigencia de conocer el método científico estándar. También debería ser *concreta*, expresada en términos claramente definidos y no ambiguos; por ello, como dice Mario Bunge (1), la ciencia constituye una rebelión contra la vaguedad y la superficialidad del sentido común. Asimismo, debería estar *sujeta a una arquitectura simbólica específica y compartida* (matemática, química, etc.), independiente de la lengua particular de cada científico. Finalmente, la ciencia debe ser *objetiva*, es decir, ajena a ideas particulares.

Pero, tan importante como acordar qué es la ciencia es hacerlo sobre lo que no es. En este sentido, la ciencia:

- *NO es la opinión de una persona*, aunque sea experta en la materia en cuestión, y menos aún si es un charlatán. La opinión de un experto puede ser muy valiosa como orientación personal, pero una idea – aunque esté correctamente formulada – solo podrá alcanzar a ser el punto de partida de una hipótesis científica, pero para llegar a ser ciencia requiere muchos pasos adicionales. La credibilidad y la autoridad científica de los verdaderos expertos se fundamentan en el rigor científico de estos y no al revés.

- *NO es inmutable*; las leyes científicas evolucionan con el conocimiento teórico y el empírico, en la medida en que profundizan en la realidad.

- *NO es infalible*; una ley científica solo es válida temporalmente, hasta que se encuentren hallazgos contrastados que la contradigan; tan solo es la mejor explicación posible... hasta el momento.

- *NO es una ideología ni una religión*. La credibilidad de la ciencia se fundamenta en la aplicación estricta de un procedimiento sistemático y objetivo – o, al menos, intersubjetivo – de estudio, que implica la contrastación experimental de la hipótesis formulada. Los idearios políticos y los dogmas religiosos – a veces tan estrechamente relacionados – se apoyan fundamentalmente

en convicciones íntimas de carácter fundamentalmente subjetivo.

– *NO sirve para conocer cualquier tipo de realidad.* No todo el conocimiento posible es susceptible de ser integrado en la ciencia ni abordado por su método. Solo el reduccionismo más simple se obstina en empequeñecer el mundo para poder encastrarlo en su particular agujero; para el reduccionista solo existe lo que cabe en su estrecha percepción, convirtiéndose – en el sentido más *íntimo* del término – en lo que podríamos definir como un *creyente* de la ciencia. La ciencia no puede – ontológicamente – afrontar la globalidad de la realidad, porque su visión se basa en modelos que, aunque puedan ser muy complejos o muy útiles, simplifican – reducen – la realidad.

2. ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL MÉTODO CIENTÍFICO

Formulado en términos muy elementales, el *método científico* es definido tradicionalmente como un procedimiento estandarizado de adquisición de conocimientos que utiliza básicamente cuatro pasos consecutivos – susceptibles de reiteración, lo que permite optimizar progresivamente el *proceso* – que pueden identificarse con los siguientes:

- *Observación de fenómenos* o, en ocasiones, en lugar de la observación – o además de ella – lo que hay es una idea deducida teóricamente a partir de otras. Todo ello desemboca en la *duda*, que induce una respuesta mental de carácter interpretativo.

- *Formulación de una hipótesis*, como un modelo que intenta explicar el fenómeno observado o justificar la consistencia real de la idea teórica.

- Realización de un *experimento* que permita confirmar la validez predictiva de la hipótesis formulada, utilizando unos procedimientos previamente contrastados que garanticen la máxima objetividad del experimento. Es particularmente importante su *reproductibilidad empírica*; es decir, la cualidad de producir los mismos resultados cuando se repite el experimento en las condiciones establecidas.

- *Formulación de una ley*, en el caso de que el experimento confirme las predicciones propuestas por la hipótesis. Para ello, es particularmente recomendable hacerlo mediante un sistema simbólico y estructural estándar apropiado– matemático químico, etc. – que permita integrarla en un modelo científico más ampliamente compartido.

Sin embargo, estas cuatro características básicas pueden resultar excesivamente genéricas y, además, olvidan o trivializan otros aspectos que muchos científicos consideran fundamentales, como los relacionados con la experimentación (*experimentalidad*), la formalización, la transparencia, la publicidad y la aceptabilidad.

La *experimentalidad* se refiere a la continuidad entre el proceso de observación y el diseño y la ejecución del experimento, para comprobar – o refutar – la hipótesis

propuesta. Con la *formalización* – incluyendo la *matemática* – se busca incluir los elementos observacionales dentro de un marco definido y aceptado mayoritariamente de leyes y teorías – es decir, un *paradigma* –, que debe expresarse con un lenguaje inequívoco, exento de particularismos culturales o sociales. Además, las observaciones, hipótesis, experimentos y lenguajes científicos deberían ser *transparentes, públicos y reproducibles*; es decir, deben ser claramente definidos, difundidos en medios de acceso generalizado y poder ser repetibles por cualquier persona cualificada con los medios y en las condiciones especificadas.

Otro de los pilares fundamentales que soportan el valor de la prueba de la evidencia científica – es decir, su *aceptabilidad* generalizada – es la *objetividad*, manifestada como la ausencia de prejuicios, sesgos de opinión o intereses espurios; sin embargo, la objetividad absoluta implicaría que el ser humano renuncia a su propia humanidad. Por eso, lo más próximo a la objetividad que hemos acertado a inventar es la *intersubjetividad*, la coparticipación y el consenso mayoritario de la comunidad científica a la hora de reconocer un procedimiento, un dato o una relación de causalidad. Bien es cierto que bajo el término de *comunidad científica* se camufla en ocasiones una oscura mezcla de personajes con intereses políticos, sociales y económicos determinados.

Finalmente, a todas estas características de la ciencia debería añadirse la de la *provisionalidad*; es decir, la argumentación teórica y la demostración experimental de todo procedimiento científico deben estar sujetas a una revisión crítica continua. Nada en la ciencia, ni en ninguna otra forma de conocimiento racional, debería aceptarse como definitivo.

3. PREJUICIOS EN LA CIENCIA

José Ramón Ayllón afirma que la ciencia no piensa (2). Efectivamente, la ciencia no piensa; pero los científicos sí piensan y sienten (piensan sentientemente, como el resto de los humanos, según Xavier Zubiri) y, por tanto, el desarrollo práctico de la ciencia está sujeto al mundo de las ideas y de los sentimientos de los científicos, y eso hace que nos adentremos en el proceloso universo de los prejuicios, de lo intensamente subjetivo y, en bastantes ocasiones, de los apaños interesados. Como dice Clive S. Lewis (3), lo que aprendemos de la experiencia depende de la clase de filosofía con la que nos aproximamos a ella; en otras palabras, cualquiera que sea el método o el objeto de un estudio o de una reflexión, existe un trasfondo que afecta al resultado final. Dicho trasfondo no es otra cosa que su punto de partida; es decir, los prejuicios del que está reflexionando.

Al utilizar aquí la palabra *prejuicio* no pretendo darle el sentido peyorativo con el que habitualmente utilizamos este término. Todos tenemos prejuicios y, de hecho, gracias a ellos podemos enfrentarnos eficazmente a la mayoría de las cuestiones cotidianas. Eso quiere decir, de momento, que no todos los prejuicios son intrínsecamente

malos; como indica el que fuera director del proyecto *Genoma Humano*, Francis Collins (4), el conocimiento mismo no tiene valor moral intrínseco, es el modo en el que ese conocimiento se pone en práctica lo que adquiere una dimensión ética. Hannah Arendt (5) decía al respecto que el hombre no puede vivir sin prejuicios y no solo porque su buen sentido o su discernimiento no serían suficientes para juzgar de nuevo todo aquello sobre lo que se le pidiera algún juicio a lo largo de su vida, sino porque una ausencia tal de prejuicios exigiría una alerta sobrehumana, aunque – como reconocía la propia Arendt – entre los motivos de la eficacia y de la peligrosidad de los prejuicios está el hecho de que siempre ocultan un pedazo del pasado. En definitiva, para lo bueno y para lo malo, los científicos también tienen prejuicios.

A veces, a esos prejuicios se les viste de gala y pasan a ser llamados *predisposiciones filosóficas, personalidad propia, carácter o substrato moral*. Pero, se quiera o no, son prejuicios, ya que generan una actitud específica previa; es decir, predisponen en un sentido determinado antes de que cada uno sea capaz de considerar los diferentes aspectos de cualquier idea o actividad que se plantee.

Puesto que los científicos, en tanto que personas con inteligencia sentiente, están afectados por los mismos prejuicios de base que afectan al común de los mortales, no están destinados específicamente – ni tienen un especial derecho o facultad – a formular visiones globales del mundo, sino tan solo de su propio campo, como recuerda Gustavo Bueno (6). Y cuando pretenden aplicar los conceptos categoriales, por rigurosos que sean en el ámbito de su esfera, a otros contextos, seguramente los distorsionarán y tergiversarán. Un siglo antes, Friedrich Nietzsche (7) ya condenaba a aquellos que, siendo expertos en alguna materia muy concreta, se atreven a dogmatizar sobre todo lo que se les pasa por la cabeza: *busqué grandes hombres, pero siempre encontré, únicamente, lacayos de su ideal*.

Por otro lado, tampoco es aceptable asumir como igualmente válida cualquier idea o hipótesis, sin atender a sus fundamentos, plausibilidad racional o coherencia. Esta mediocre forma de tolerancia intelectual acostumbra, como dice Aurelio Arteta (8), a ser hija de la pereza intelectual y hermana del prejuicio. Aquel que antes despreciaba cuanto ignoraba, hoy se ha convertido en un tolerante de lo mucho que desconoce y desconoce cuánto tolera; en definitiva, este tolerante de nuevo cuño muestra lo que no es otra cosa más que un síntoma de incompetencia intelectual. Y nadie ha demostrado que esta condición sea menos frecuente entre los científicos que entre el resto de los seres humanos.

4. EL FRAUDE CIENTÍFICO

Lo que podríamos llamar *prejuicios negativos* se han depositado en el fondo de nuestra mente de forma inadvertida, a través de la leche caliente que hemos ido mamando durante muchos años en nuestro ambiente familiar, académico, laboral y social. Serán o no

racionales, pero nunca son la consecuencia de nuestra reflexión y tal origen irreflexivo les hace prácticamente inmunes a la argumentación racional, lo que les hace particularmente persistentes. Sobre ellos descansan todas las formas de sectarismo racial, político, social, sexual, etc., pero, sobre todo, en ellos se fundamenta enteramente el comportamiento de los necios.

También en el ámbito de la ciencia los necios son legión y, como reconocía Albert Einstein (9), *la primacía de los tontos es insuperable y está garantizada para siempre; su falta de coherencia alivia, empero, el terror de su despotismo*. El propio Einstein reflexionaba sobre el auténtico papel de la ciencia, insistiendo en que *ésta solo puede afirmar lo que es, no lo que debiera ser*. Fuera de su ámbito, son necesarios los juicios de valor de todo tipo; el problema es que cuando los prejuicios negativos se combinan con la ausencia de perspectiva ética, es fácil acabar en los numerosos y monumentales fiascos que la historia de la ciencia ha contemplado. Con un par de ejemplos – elegidos de una lista lamentablemente larga, que no deja de crecer – pretendo ilustrar estos extremos.

A comienzos del siglo XX, la teoría de la evolución por selección natural ya gozaba de una aceptación generalizada por parte de los científicos, pero se habían encontrado muy pocos fósiles intermedios que enlazasen filogenéticamente los simios con los humanos, lo que permitiría establecer rigurosamente una línea evolutiva directa entre ellos; en definitiva, el codiciado *eslabón perdido*. Como es fácil entender en el contexto de aquella época, cualquier científico que lo encontrase, quedaría encumbrado y su fama sería impeccedera.

En 1912, Charles Dawson – un simple aficionado a la paleontología – afirmó haber encontrado un cráneo con características parecidas a las de los humanos modernos, pero con una mandíbula claramente relacionada con los simios. El descubrimiento tuvo lugar en Piltdown, Inglaterra, siendo presentado poco después al público en la Sociedad Geológica de Londres, con el apoyo explícito de importantes y reconocidos paleontólogos británicos de la época.

El fósil fue clasificado científicamente como *Eoanthropus dawsoni*, aplicándosele el término popular de *hombre de Piltdown*. Dawson pasó a convertirse en un personaje famoso y con él el orgullo nacional británico alcanzaba el éxtasis, al contar – por fin – con un fósil homínido importante en Gran Bretaña. A partir de entonces, los británicos ya podían competir con los alemanes, que *tenían* al Neanderthal, y los franceses, *poseedores* del Cro-Magnon.

Obviamente, durante los siguientes años paleontólogos y antropólogos continuaron localizando fósiles de homínidos primitivos en distintas partes del mundo, aunque el hombre de Piltdown no llegaba a encajar en ningún esquema evolutivo coherente con los nuevos hallazgos. Con el paso del tiempo, la disponibilidad de técnicas más rigurosas de análisis acabó poniendo las cosas en su sitio: la parte superior del cráneo del hombre de Piltdown correspondía a un humano moderno y la

mandíbula procedía de un orangután. Por si el ridículo ya fuera poco con esta estafa científica, además la mandíbula había sido manipulada – muy toscamente – para darle una apariencia similar a la que tenía el cráneo, lo que completaba la monumental burla. El engaño fue destapado en 1953, por lo que el *Eoanthropus dawsoni* y su descubridor anduvieron engañando al mundo más de cuarenta años, con el estúpido beneplácito de las instituciones científicas y académicas oficiales, y la ciega – y ufana – confianza de la propia sociedad.

El otro episodio ocurrió ya en pleno siglo XXI y tuvo que ver con uno de los temas más controvertidos de la investigación biomédica: la *clonación de seres humanos*. En 2004, Woo Suk Hwang, un veterinario surcoreano que era un perfecto desconocido en el mundo científico, publicó que había encontrado la manera de clonar seres humanos. Su trabajo constituyó nada menos que la portada del número correspondiente al 12 de marzo de 2004 de la revista *Science* (10), encumbrándose personalmente y enorgullecendo al pueblo de Corea del Sur por tener un compatriota de tamaño genio científico. Pocos meses después, científicos norteamericanos – que intentaron inútilmente reproducir los experimentos de Woo Suk Hwang – descubrieron que lo publicado por este científico coreano había sido una monumental patraña, plagada de burdas falsificaciones. Esto pone de relieve varias cosas: lo poco rigurosos que son algunos editores – aunque sean de publicaciones científicas de un prestigio tan grande como *Science* – cuando se trata de publicar grandes exclusivas, el nacionalismo irracional que está presente a flor de piel en la mayoría de las personas que no tienen nada mejor que ofrecer a la sociedad y la consideración de que todo vale con tal de hacerse famoso.

Decía Jean François Revel (11) que entre el error involuntario y el engaño deliberado se despliegan numerosas variedades de híbridos en que ambos se mezclan según todas las dosificaciones posibles. Nuestra mente está plagada de delicadas – a veces, imperceptibles – asociaciones de falsedad y veracidad; nuestra necesidad de creer es casi siempre más fuerte que el deseo de saber; nos escondemos a nosotros mismos la verdad para ganar confianza y así poderla negar delante de los demás; odiamos reconocer un error, salvo que podamos atribuirlo a nuestro exceso de celo. Pero, sobre todo, hemos cultivado la habilidad para desarrollar ideologías, esas pretendidas explicaciones de lo real que son construidas a base de escoger – o manipular – los hechos favorables a nuestras convicciones y rechazar los restantes.

Por supuesto, la evidente existencia del fraude científico no desvirtúa ni un ápice el extraordinario valor del método científico ni su aportación decisiva en el desarrollo del conocimiento y, en general, del desarrollo personal y social del hombre. Pero nos recuerda que las personas somos *frágiles* y que, de igual manera que somos capaces de conseguir grandes hazañas, también anteponeamos en demasiadas ocasiones la vanidad a la dignidad.

5. LOS MODELOS CIENTÍFICOS: DE LA ECONOMÍA A LA QUÍMICA

Paul Krugman (12), premio Nobel de economía, reconocía que casi toda la economía se basa en modelos; es decir, en versiones simplificadas de la realidad, a la que se pretende describir mediante procedimientos y construcciones matemáticas. Sin duda, un modelo económico tiene importantes virtudes, como facilitar el estudio detallado de diferentes escenarios socioeconómicos posibles y, supuestamente, mejorar el conocimiento y la predicción de la realidad económica, todo ello sin los riesgos que toda actuación real implica.

Sin embargo, pese a su utilidad en contextos muy específicos, los modelos económicos no han rendido resultados especialmente útiles para la mayoría de las personas, si se tiene en cuenta que los últimos doscientos años en los que la economía ha ido tomando cuerpo de ciencia, las crisis económicas globales se han ido sucediendo una tras otra de forma imprevista, a razón de una cada once años en término medio, como reconoce el propio Krugman. Cuando una determinada área socioeconómica – una ciudad, una región, un país o un conjunto de ellos con características más o menos homogéneas – cae en una recesión económica es cuando los modelos económicos chirrían: todas las teorías explicativas y predictivas funcionan muy bien hasta que hay que aplicarlas en la práctica, es decir, en la inexorable y polifacética realidad. El problema suele consistir en que los modelos frecuentemente están hechos a la medida de sus propios autores, de sus objetivos, de sus conveniencias... y de sus limitaciones; y eso es algo que raramente se confiesa.

Como dice Salvador Pániker (13), todas las teorías son invulnerables desde sus propios axiomas de referencia; eso nos facilita mucho nuestro trabajo investigador, porque tendemos a partir de los presupuestos que más nos convienen. Sin embargo, la realidad casi siempre nos impone muchas más variables que las que consideramos a la hora de desarrollar las ecuaciones de nuestro modelo. Además, solemos echar mano de soluciones previamente experimentadas – y fracasadas, muchas veces – para enfrentarnos a problemas nuevos, intentando inútilmente encontrar ciclos donde solo hay un desarrollo lineal, o viceversa.

Los economistas se defienden de su manifiesta incapacidad para prever los descomunales vaivenes de la economía, haciendo todo tipo de predicciones pero siempre procurando no discrepar con las de los más próximos o famosos. John Kenneth Galbraith, prestigioso economista – y propietario de un refinado sentido del humor –, se reía de sí mismo y de sus colegas afirmando que *los economistas somos especialistas en explicar concienzudamente por qué fallaron nuestras predicciones de forma tan estrepitosa*.

Para obviar el riesgo de la inmediatez, algunos echan mano con descaro del largo plazo, sin caer en la cuenta de que *a largo plazo... todos estamos muertos*, como decía

John Maynard Keynes (14); o se limitan a informarnos que la crisis ya ha pasado y que era *científicamente* imposible predecirla. Los economistas – decía Keynes – se plantean una tarea demasiado fácil, y demasiado inútil, *si en cada tormenta lo único que nos dicen es que cuando cede el temporal, el océano está tranquilo*.

Por supuesto, no propongo renegar de los modelos matemáticos en ningún área de la ciencia. Son una herramienta de estudio extremadamente útil, que nos permiten bosquejar la realidad, pero siempre y cuando no olvidemos que solo son eso: un croquis, una maqueta, una forma muy reducida – y por eso, más manejable – de representar la realidad. Sin embargo, la realidad tiene infinitas caras y aunque cada una de ellas es verdad, solo el conjunto de todas ellas adquiere el sentido último *la verdad*. Por el contrario, los modelos representan una única cara; es como pretender comprender la complejidad espacial de una esfera con su simple proyección bidimensional que hacemos al representarla en un papel.

Así pues, tanto lo bueno como lo malo de los modelos es que son fácilmente manejables. Son cómodos, seguros y fáciles de representar en un papel o en un ordenador... tan fáciles que muchos investigadores acaban cayendo en la tentación de adaptarlos a sus conveniencias personales, a veces creando verdades a base de promediar varias mentiras, o aceptando como leyes inexorables a cualquier hipótesis no comprobada, simplemente porque nos caiga simpático su autor, porque se adapte mejor a nuestras técnicas particulares o, simplemente, porque nos resulte más fácil de entender.

Solo la decisión de afrontar la comprensión profunda de la realidad nos puede salvar de morir aplastados por la simpleza de los modelos. Para ello, hemos de tener la suficiente humildad para intentar aprender aunque no seamos capaces de comprender, tal como nos ocurre durante la niñez. Como dice Ricardo Moreno (15), *la inteligencia para aprender es muy temprana, pero la madurez necesaria para comprender lo importante que es aprender es muy tardía*.

Volviendo a Krugman, éste insiste en la importancia de las acciones individuales de las personas en relación a la economía supuestamente planificada: *el caos no planificado de una economía de mercado está mucho más organizado que la planificación de una economía centralizada*. En una economía planificada – el modelo, por excelencia – casi todo está previsto teóricamente. Solo tiene un defecto: está al margen de la realidad, del mismo modo que lo está el médico que se empeña en prescribir dosis cada vez mayores de un medicamento que su paciente no va a tomar: no solo no resuelve el problema sino que acrecienta su ignorancia sobre el paciente y el coste del tratamiento. Como decía el propio Krugman (16), *los economistas saben el precio de todo y el valor de nada*.

Salgamos ahora de la economía y entremos en el mundo de la química, bastante más predecible que la anterior. Todo en química pivota en torno a un concepto fundamental: el *enlace*. En su concepción más elemental, supone la forma bajo la que dos átomos se unen para

formar una molécula o incluso cómo dos o más moléculas se asocian entre sí, tornándose – en general – más estables que sus precursores. En términos prácticos, consideramos al enlace como una realidad objetiva, porque nos resulta imprescindible y nos proporciona un alto nivel de predictibilidad de los resultados... a pesar de que nadie ha visto jamás un enlace químico. El caso es que la teoría química funciona excepcionalmente bien, hasta el punto de que es considerada como una de las áreas científicas en la que mayor convergencia existe entre la teoría y la experimentación. Pero, como admiten algunos de sus más reconocidos especialistas (17), la disciplina está, de hecho, entretejida de ficciones convenientes – pero cuestionables – como la electronegatividad, el estado de oxidación, el tautomerismo o la acidez.

La química puede ser explicada y aplicada de forma muy satisfactoria mediante una teoría global única, pero eso no es lo habitual en el ámbito científico. En casi todas las áreas de la ciencia nos encontramos con varios marcos teóricos compitiendo entre sí; unos se superponen, otros se contradicen y otras muchas no son más que diferentes expresiones de lo mismo. Como ya hemos visto, la elección del marco teórico tiene muchos componentes subjetivos y depende de factores tan poco científicos como la simplicidad, la plasticidad para explicar un proceso, las necesidades sociales de la comunidad y las manías particulares del investigador. Como decía Roald Hoffmann, premio Nobel de química, *cualquier definición rigurosa del enlace químico está condenada a ser empobrecedora; vale la pena divertirse con la riqueza difusa de la idea*. Esto es lo bueno que tienen los modelos.

6. VERACIDAD Y DEMOSTRACIÓN

José Ortega y Gasset (18) afirmaba que *las verdades teóricas no solo son discutibles, sino que todo su sentido y fuerza están precisamente en ser discutidas; nacen de la discusión, viven en tanto que se discuten y están hechas exclusivamente para la discusión*. Sin embargo, a algunos seres humanos no les interesa la verdad, ni la teórica ni la empírica, sino tan solo su verdad o, como mucho, una verdad que les resulte confortable.

Otros son algo más exigentes consigo mismos, aunque no reparan en la importancia que tienen los procedimientos a la hora de acceder a la verdad, y solo algunos son conscientes de que la verdad – la penetración multidimensional en la realidad – es un pozo insondable y nuestro conocimiento de ella siempre será necesariamente limitado. Para poder llegar a conocer un fenómeno, aunque sea de forma aproximada, lo que habitualmente hacemos es fraccionarlo y aislarlo del contexto, del resto de la red significativa. Es decir, realizamos un *análisis provisional*, descomponemos en partes ese trozo de realidad para poder acceder a lo profundo a ella, aunque casi siempre nos dejamos inadvertidamente muchos aspectos en el camino o simplemente las escondemos bajo la alfombra de nuestras teorías o de nuestros prejuicios, como hacen los malos limpiadores con la basura.

Una vez descompuesta en unidades comprensibles, nuestra mente ha de realizar el trabajo inverso, la integración de los fragmentos o *síntesis* para reincorporar de algún modo, aunque sea parcial, el contexto omitido. Sin embargo, nuestros sentidos y nuestros prejuicios conscientes e inconscientes afectan a la percepción de la realidad a través del análisis y esos mismos prejuicios afectan a la subsiguiente síntesis, como señala Claudio Gutiérrez (19).

Según una de las tesis de Immanuel Kant (20), la realidad en la que nos movemos y de la que formamos parte se basa en cualidades que pertenecen al entendimiento del observador; esa realidad no parece ser independiente del ser humano, del observador inteligente. Es decir, en cuanto perceptores del mundo, imponemos ciertos rasgos a toda nuestra experiencia. En realidad, prácticamente toda la obra de Kant es una refutación de la idea de que solo mediante la razón podemos descubrir la naturaleza de la realidad y, de hecho, su principal conclusión es que el conocimiento requiere tanto la observación sensorial como los conceptos que aporta el observador. Lo uno sin lo otro no sirven de nada, argumentaba Kant.

Uno de los grandes debates sobre el conocimiento es la relación entre la verdad – como representación válida de la *realidad total* acerca de algo – y la forma en que tal verdad puede ser confirmada. Sin embargo, la verdad no es algo que dependa de su demostrabilidad, entre otras cosas porque la verdad que el hombre llega a conocer es siempre una adaptación personal de esa verdad; una adaptación que, como mucho, podrá ser honesta y rigurosa, pero que no deja de ser particular. En esta línea de pensamiento se movía Werner Heisenberg (21), para quien *lo que nosotros observamos no es la naturaleza misma, sino la naturaleza expuesta a nuestro método de observación*.

Uno de los problemas a los que nos enfrentamos en la actualidad, en opinión en algunos expertos como John P. A. Ioannidis (22), es que los falsos positivos y los resultados exagerados en los estudios científicos están alcanzando proporciones epidémicas. Posiblemente, el número de investigadores – y el de experimentos, observaciones y análisis que se hacen – ha aumentado de forma exponencial en todos los ámbitos y esto parece estar llevando a que la investigación científica esté cada vez más fragmentada, estableciéndose además una competencia feroz donde parecen pesar más los intereses individuales que los generales.

Esto último nos lleva al aspecto ético de la verdad, ya que, como indica Fernando Savater (23), el concepto de verdad no es solo el logro dialéctico que identifica la operación racional, sino también la clave de la constitución autónoma del hombre moderno como sujeto social; sin verdad, no hay auténtica educación. *Juan de Mairena*, el célebre personaje creado por Antonio Machado (24), afirmaba que lo corriente en el hombre es la tendencia en creer verdadero cuanto le reporta alguna utilidad, *por eso hay tanto hombres capaces de comulgar con ruedas de molino*. Pero este contradictorio personaje de ficción, tan

querido y próximo al propio Antonio Machado, se rebelaba contra la desesperanza de los que afirman que la verdad no existe: *quien afirma que la verdad no existe, pretende que eso sea la verdad, incurriendo en palmaria contradicción. Sin embargo, este argumento irrefutable no ha convencido, seguramente, a ningún escéptico, porque la gracia del escéptico consiste en que los argumentos no le convencen. Nunca un gran filósofo renegaría de la verdad si, por azar, la oyese de labios de su barbero*.

7. PRODUCTIVIDAD CIENTÍFICA Y CONFLICTO DE INTERESES

Un gran número de investigaciones se acometen por razones diferentes a la búsqueda de la verdad y ello provoca que los llamados conflictos de intereses abundan y acaben influyendo en los resultados. En el ámbito de la investigación biomédica, por citar un ejemplo, buena parte de los estudios se realizan a instancias de empresas comerciales, dado el obvio interés económico de los resultados. Eso no supone, por supuesto, que este interés sea ilegítimo ni la investigación inútil, pero es evidente que los objetivos de la investigación son elegidos en función, fundamentalmente, de su potencial económico.

En el mundo académico, el éxito – y la supervivencia en los cargos – se mide a menudo por la publicación de datos favorables; por si fuera poco, a ello hay que añadir el auténtico oligopolio de las publicaciones de gran impacto. En definitiva, todo eso implica un efecto distorsionador sobre la financiación, las carreras académicas y el mercado. Hemos llegado al punto de que sean las industrias – de diferentes sectores – y los intereses de diferentes *lobbies* académicos los que determinen algunos programas públicos de investigación y las prioridades académicas de no pocas universidades, tanto públicas como privadas.

Nuestros políticos – da igual que sean los míos o los suyos, estimado lector – nos llevan distrayendo desde tiempos inmemoriales con la productividad de la investigación, con la necesidad del retorno de la inversión y con otras excusas por estilo que, a modo de *mantras*, utilizan para justificar el infame abandono de la investigación pública básica, auténtica fuente de ciencia y de tecnología, pero no en menor medida de riqueza cultural y económica de la sociedad. Bajo el pretexto de que la investigación es costosa – como si construir una autopista o una línea ferroviaria de alta velocidad no lo fuese –, recortan con morbosa frialdad los presupuestos públicos destinados a financiar la investigación básica, cuando el único desarrollo auténticamente sostenible solo puede basarse en el conocimiento; solo éste es capaz de generar campos nuevos, rescatar viejas cuestiones pendientes y resolver la ceguera de lo inmediato. En realidad, no hay nada más costoso – en todos los sentidos – que la ausencia de investigación.

Hay muchas personas que se sienten perfectamente cómodas con su ignorancia; lo único que les perturba es que alguien se lo diga y que no puedan defenderse con alguna explicación. Pero eso no es fácil que ocurra; es

sorprendente la energía que somos capaces de desarrollar para encontrar argumentos y datos que se adapten bien a cualquier predicción, por absurda que sea. Incluso hasta lo hacemos de forma inconsciente; nuestro cerebro es una increíble máquina para inventar explicaciones de hechos que no entendemos. Preferimos inventar a investigar, aunque exteriormente afirmemos muy ufanos que hemos llegado a nuestras conclusiones porque hemos reflexionado fríamente a partir de pruebas rigurosamente seleccionadas y testadas. Siempre estamos dispuestos a encontrar una explicación a cualquier fenómeno; lo último que nos atreveríamos a afirmar en público es que algo es impredecible. Sin embargo, muchas de las cosas importantes que suceden en nuestra existencia son completamente impredecibles desde nuestro conocimiento, como afirma Nassim Nicholas Taleb en su peculiar *El cisne negro* (25).

Los teoremas de incompletitud de Kurt Gödel nos muestran que hay verdades que se imponen, a pesar de la imposibilidad de su demostración. Específicamente, establecen que siempre hay afirmaciones que nunca se podrá demostrar que son verdaderas o falsas, sobre la base de un conjunto prefijado de axiomas; a partir de ahí, como decía Paul Davies (26), los seres humanos podemos descubrir verdades que un computador programado para trabajar con un conjunto predeterminado de axiomas nunca podría demostrar por sí solo.

Con la única ayuda de la razón, el hombre no es capaz más que de vislumbrar un universo borroso y preñado de hipótesis no verificadas, con una visión limitada, plana y ridículamente autosuficiente. Pretendemos ofrecer respuestas muy simples a preguntas que, en realidad, son extraordinariamente complejas; o, sencillamente, ignoramos las preguntas tachándolas de improcedentes o absurdas. En realidad, la duda siempre va más allá de la razón, la trasciende ontológicamente.

8. CIENCIA Y REALIDAD

Existen diferentes planteamientos sobre la relación que existe entre el conocimiento científico y la realidad. Van desde el *realismo ingenuo*, en el que los enunciados de la ciencia corresponden directamente a la realidad, hasta el *instrumentalismo puro*, donde los enunciados son meros artefactos descriptivos de los fenómenos.

Tal como decíamos algunos párrafos antes, la ciencia trabaja con modelos que, aunque muy útiles, son inevitablemente reduccionistas. Sin embargo, son los investigadores translacionales y los tecnólogos los que se encargan de transitar desde el conocimiento científico más general, básico o fundamental, hasta sus aplicaciones más concretas. En cualquier caso, lo que define claramente el método científico de otras formas de conocimiento es la experimentación y, sobre todo, la reproductibilidad de los resultados experimentales. Esto, que garantiza una extraordinaria firmeza y calidad al conocimiento alcanzado, es también un lastre notable que impide utilizar el método científico en múltiples áreas de la realidad. Y esto nos lleva a una cuestión de trascendental importancia:

no hay mayor rigor que conocer cuál es el límite de la validez de los métodos utilizados en el conocimiento y, en particular, en la ciencia.

La experimentación tiene una especial relevancia, en tanto que limita el poder de la subjetividad o, lo que es lo mismo, la prevalencia del observador sobre la propia realidad. Como indica Peter Watson (27), es esencial porque constituye una forma independiente y racional – y, por tanto, democrática – de autoridad. Sin embargo, la experimentación no siempre ocupa el mismo lugar cronológico en la evolución del conocimiento científico. Einstein formuló la teoría de la relatividad general sentado en su despacho de la oficina de patentes de Berna y de forma prácticamente exclusiva a partir de conceptos teóricos. No resolvió casi ningún problema experimental; de hecho, tuvieron que pasar bastantes años hasta que llegase la primera confirmación empírica de su teoría. El desarrollo de la mecánica cuántica, sin embargo, les vino impuesto a los teóricos por los impactantes resultados de los experimentos; ningún científico teórico en su sano juicio habría inventado la mecánica cuántica sin verse forzado a ello por los datos experimentales. Esto no impidió que se convirtiese en la teoría más exitosa de la historia de la ciencia (28).

Uno de los aspectos más sobresalientes de la ciencia durante los siglos XIX y XX, y desde luego, en el XXI, es su *matematización*. La formulación matemática de cualquier hipótesis o ley científica se hace cada vez más prolija e, incluso, llega a suplantar a la propia experimentación. A este respecto, Roger Penrose (29) – nada sospechoso de estar en contra de las matemáticas en ningún ámbito, dada su condición de físico teórico y matemático – decía que *la coherencia matemática está lejos de ser un criterio suficiente para decirnos si es probable que estemos en la pista correcta. Normalmente, las condiciones físicas tienen una importancia mucho mayor*. Como el propio Penrose indica, el progreso de la ciencia física se ha conseguido al encontrar el equilibrio correcto entre las restricciones, tentaciones y revelaciones de la teoría matemática, por una parte, y de la observación precisa de las acciones del mundo físico, por otra, normalmente mediante experimentos cuidadosamente controlados. *Cuando la guía experimental está ausente – como es el caso de la investigación fundamental actual – este equilibrio se rompe*, concluye Penrose.

Meinhard Kuhlmann (30) acusa a los científicos – en particular a los físicos – de hablar del mundo como si estuviese compuesto de partículas y campos de fuerza, pero sin dejar claro qué representan ambos conceptos. En su lugar, Kuhlmann propone que el universo podría consistir en colecciones de propiedades, como la forma y el color. De hecho, cada vez son más los que consideran que lo importante de la realidad no son las cosas en sí, sino las relaciones entre ellas. *¿Ha visto alguien alguna vez la masa en sí?*, se pregunta Kuhlmann. Y él mismo se responde diciendo que no, que solo observamos lo que la masa implica para otros objetos o, dicho de otra forma, cómo un cuerpo dotado de masa interacciona con otro por

medio de un campo gravitatorio local. Por ello, considera que la estructura del mundo, que refleja el modo en que las cosas se interrelacionan, constituye la parte más duradera de las teorías físicas. De hecho, en su opinión, tal vez convendría considerar las propiedades como la única categoría fundamental y, por ello, necesitamos combinar la física con la filosofía para obtener una imagen coherente del mundo físico. Pero, al fin y al cabo, es una opinión y, por tanto, no es ciencia.

Sin embargo, la opinión de Kuhlmann no es nada rara; en realidad, el pensamiento metafísico guió a muchos científicos de excepcional relieve, como Isaac Newton, Albert Einstein o Erwin Schrödinger.

9. VERDAD MATEMÁTICA

Una de las múltiples virtudes que tiene la matemática es que ayuda a descubrir verdades cuya existencia es independiente de las actividades de la propia matemática. Por este motivo, el concepto de verdad matemática no puede ser encapsulado en ningún esquema formalista, sino que su verdad real trasciende la de las simples construcciones humanas. Roger Penrose decía que, en tales casos, *la matemática tropieza con obras de Dios*.

Sea como fuere, el método matemático no puede ser reducido a una mera deducción lógico-formal de verdades, sino que pretende hacer que tal deducción se produzca en el seno de la realidad. Sin la realidad, no podría construirse la matemática y, de hecho, el realismo matemático es una de las principales implicaciones de los teoremas de incompletitud de Gödel, como afirma Guillermina Díaz (31). Es decir, los objetos matemáticos pertenecen al mundo real, no son meras construcciones mentales a la medida de las necesidades intelectuales humanas. Por ello, son solo accesibles a través de la unidad intrínseca de descubrimiento y creación.

Un ejemplo palmario de todo lo anterior son los archiconocidos – pero poco meditados – *teoremas de incompletitud o de indecibilidad de Gödel*. El punto de partida de Kurt Gödel fue una paradoja lógica: *este enunciado es mentira*. En realidad, el auténtico enunciado – sobre el que se basa todo lo demás – es un teorema que afirma: *este teorema no puede ser demostrado*. En concreto, el primer teorema de incompletitud de Gödel vino a demostrar que ningún sistema de axiomas matemáticos, por amplio y diverso que sea, puede ser lógicamente completo o, visto de otra manera, si las matemáticas son lógicamente consistentes, es imposible demostrarlo. En definitiva, algunos enunciados matemáticos no pueden ser demostrados ni refutados, simplemente son indecibles. Por ello, como indica Ian Stewart (32), los teoremas de Gödel implican que algunos de los problemas científicos actualmente no resueltos podrían no tener solución: *no son verdaderos ni falsos, sino que están en el limbo de la indecibilidad*.

Todo lo anterior nos lleva a que la realidad es el fundamento de lo posible, y no al revés. Por ello, la realidad matemática es previa a la lógica y de mayor amplitud que ésta, como demostró Gödel. Dado que

ningún conjunto de caracteres que pretenda definir una cosa agota la realidad de ésta, el conocimiento matemático también resulta una cuestión abierta, opuesta a cualquier forma de dogmatismo; como afirmaba Guillermina Díaz (33), cuando la matemática se establece como una cárcel de la realidad, la matemática pierde por completo todo su sentido. Es la misma naturaleza la que nos toma de la mano y nos muestra el perfil matemático que un matemático puro no habría visto por sus propios medios.

Un ejemplo paradigmático de lo anterior es la *teoría cuántica de campos*, fundamento del actual modelo estándar de la física. Como decíamos anteriormente, a ningún matemático se le habría ocurrido por sí mismo un desarrollo matemático de tales características, si la propia realidad no lo hubiera impuesto. Mientras que la realidad matemática es de naturaleza lógica, la realidad física está vinculada al universo en que vivimos y que percibimos mediante nuestros sentidos y tecnologías. Como indica David Ruelle (34), el pensamiento matemático no se basa necesariamente en el lenguaje, sino que emplea conceptos que pueden ser no verbales y asociados a elementos visuales, auditivos o musculares, aunque hay que reconocer que si no utilizásemos un formalismo específico y nos quedásemos exclusivamente con su significado intuitivo, es muy probable que las matemáticas habrían dejado de ser hace tiempo una forma y una herramienta de conocimiento, para convertirse en mera opinión o en un espectáculo poco exigente, que habría conducido a su estancamiento o incluso habrían desaparecido.

En definitiva, dado que las matemáticas son incompletas pero, al mismo tiempo, son el lenguaje natural de la ciencia, ello nos aboca inevitablemente a que siempre habrá elementos de la realidad que, siendo potenciales objetos de su estudio, van a quedar fuera del ámbito científico. Esto le lleva a Michio Kaku (35) a afirmar que no es posible una teoría que englobe todo el conocimiento científico (Teoría del Todo; *Theory of Everything, TOE*): *puesto que el teorema de incompletitud acabó con el sueño griego de demostrar todos los enunciados verdaderos en matemáticas, también pondrá a una teoría del todo más allá de nuestro alcance para siempre*.

También para Stephen Hawking (36) es posible que nos veamos obligados de emplear varias teorías diferentes en situaciones distintas para describir el universo y puede que cada teoría implique su propia versión de la realidad, sin que ninguna de ellas pueda arrogarse la cualidad de ser más real que las restantes. Como dice Hawking, *quizá sea esa la manera en que el universo hace las cosas*.

10. UNA CONCLUSIÓN... POCO CONCLUYENTE

De la misma forma que no deberíamos dar crédito a esos periodistas que tienen como máxima *que la realidad no estropee un buen titular*, tampoco deberíamos hacerlo con aquellos científicos que solo aspiran a *que la realidad no les estropee la simplicidad de una ecuación*.

11. REFERENCIAS

1. Bunge M. La ciencia. Su método y su filosofía. Editorial Penguin Random House, 2000.
2. Ayllón JR. Desfile de modelos. Análisis de la conducta ética. Ediciones Rialp, 1998.
3. Lewis CS. Los milagros. Ediciones Encuentro, 2009.
4. Collins FS. ¿Cómo habla Dios? Editorial Temas de Hoy, 2007.
5. Arendt H. ¿Qué es la política? Editorial Paidós, 2005.
6. Bueno G. ¿Qué es la filosofía? Editorial Pentalfa, 1995.
7. Nietzsche F. Crepúsculo de los ídolos o cómo se filosofa con el martillo. Alianza Editorial, 1998.
8. Arteta A. Tantos tontos tópicos. Editorial Grupo Planeta; 2012.
9. Einstein A. Mis creencias. Editorial Grupo ZAVA, 1984.
10. Hwang WS, Ryu YJ, Park JH, Park ES, Lee EG, Koo JM, Jeon HY, Lee BC, Kang SK, Kim SJ, Ahn C, Hwang JH, Park KY, Cibelli JB, Moon SY. Evidence of a pluripotent human embryonic stem cell line derived from a cloned blastocyst. *Science*. 2004; 303(5664): 1669-74. Erratum in: *Science*. 2005; 310(5755): 1769. Retraction in: Kennedy D. *Science*. 2006; 311(5759): 335.
11. Revel JF. El conocimiento inútil. Editorial Espasa Calpe, 2007.
12. Krugman P, Wells R, Olmey ML. Fundamentos de economía. Editorial Reverté, 2008.
13. Pániker Alemany S. Ensayos retroprogresivos. Editorial Kairós, 2012.
14. Keynes JM. Breve tratado sobre la reforma monetaria. Editorial Fondo de Cultura Económica, 1992.
15. Moreno R. Panfleto antipedagógico. Editorial Leqtor, 2006.
16. Krugman P. ¡Acabad ya con esta crisis! Crítica, Editorial Grupo Planeta, 2012.
17. Ball P. Beyond the bond. *Nature*. 2011; 469(7328): 26-8. DOI: 10.1038/469026a
18. Ortega y Gasset J. La rebelión de las masas. Editorial Espasa, 2005.
19. Gutiérrez C. Conocimiento científico y sentido común. En: *Nueve ensayos epistemológicos*. Editorial Costa Rica, 1982.
20. Kant I. Crítica de la razón pura. Editorial Clásicos Bergua, 1970.
21. Heisenberg W, y otros. Cuestiones cuánticas: escritos místicos de los físicos más famosos del mundo. Ed. Ken Wilber. Editorial Kairós, 2007.
22. Ioannidis JPA. Una epidemia de falsos positivos. *Investigación y Ciencia* 2012; mayo, p. 39.
23. Savater F. La vida eterna. Editorial Grupo Planeta, 2010.
24. Machado A. Juan de Mairena. Editorial Cátedra, 1986.
25. Taleb NN. El cisne negro. Editorial Paidós, 2007.
26. Davies P. Dios y la nueva física. Editorial Salvat, 1994.
27. Watson P. Ideas. Historia intelectual de la Humanidad. Editorial Grupo Planeta, 2012.
28. Moyer M. ¿Es digital el espacio? *Investigación y Ciencia* 2012; abril, pp. 16-23.
29. Penrose R. El camino de la realidad. Una guía completa de las leyes del universo. Editorial Random House Mondadori, 2006.
30. Kuhlmann M. ¿Qué es real? *Investigación y Ciencia*. 2013; octubre, pp. 24-31.
31. Díaz G. Esbozo de una filosofía zubiriana de la matemática. *Actas del II Congreso de la Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España*. Bellaterra, 6-8 de febrero de 1997, pp. 141-5.
32. Stewart I. Historia de las matemáticas en los últimos diez mil años. Crítica, Editorial Grupo Planeta, 2008.
33. Díaz G. Zubiri, Lakatos y la crisis godeliana del fundamento matemático. *Xavier Zubiri Review*. 1999; 2: 5-26.
34. Ruelle D. El cerebro de los matemáticos. Editorial Antoni Bosch, 2012.
35. Michio Kaku . Física de lo imposible. Editorial Debate, 2009.
36. Hawking S, Mlodinow L. La [escurridiza] teoría del todo. *Investigación y Ciencia*. 2010; diciembre, pp. 43-5.