

DICCIONARIO DE LA CIENCIA

JOSÉ MANUEL
SÁNCHEZ RON

$$E=mc^2$$



CIENCIA. f. Conocimiento de los principios y causas, racionalmente formado y ordenado, como particular del humano, en sentido más lato, es el estudio y razonado de cosas que se apartan de la ignorancia o al vulgo. Su objeto es el conocimiento de todos los ramos de la naturaleza que el hombre persigue, y que tiene ella en apartarse de la ignorancia, en su fin. De ahí la división en teórica o positiva o práctica, y en este último en física y matemática.

Sabemos que la ciencia penetra nuestras vidas, que las condiciona cada vez más profunda e intensamente. Y, sin embargo, para la mayoría de nosotros, el conocimiento científico es algo ajeno que contemplamos con una mezcla —surgida habitualmente de la ignorancia— de respeto y temor. Este diccionario pretende acercar esa aparentemente todopoderosa ciencia a todo tipo de lectores, incluyendo entre ellos a los propios científicos, alejados en su mayoría, en esta era de la especialización y compartimentación, de una visión global —y humana— de su disciplina, esencialmente múltiple, por otra parte. Pero para lograr semejante compendio —cuanto más completo y escueto mejor— que permita entender el mayor número posible de aportaciones científicas. Lo que este diccionario presenta es una visión personal, profundamente idiosincrásica y selectiva, apasionada e intensa de la ciencia. Una visión en la que, buscando la auténtica esencia del conocimiento e historia de la ciencia, se realiza una drástica selección de conceptos, teorías, problemas y personajes. Una visión, además, que, respetuosa con el valor del conocimiento científico, mira a la ciencia no como un nuevo —sin duda racional— dios, sino como un magnífico y luminoso, aunque en ocasiones problemático, instrumento al servicio de la dignidad, de las necesidades y escala de valores favorecida por la especie humana.

A mis hijas, Mireya y Amaya

Vemos, así, hasta qué punto los monumentos del ingenio y del saber son más duraderos que los monumentos del poder o de las manos. Pues ¿no se han conservado los versos de Homero dos mil quinientos años o más, sin mengua de una sílaba o letra, cayendo en ruinas o siendo demolidos entretanto incontables palacios, templos, castillos, ciudades? No es posible tener efigies o estatuas de Ciro, Alejandro, César, ni de los reyes o altos personajes de épocas mucho más recientes: porque los originales no permanecen, y a las copias por fuerza ha de faltarles vida y verdad. Pero las imágenes de las inteligencias y del conocimiento humano quedan en los libros, sustraídas a los estragos del tiempo y capaces de perpetua renovación. Como que ni siquiera es apropiado llamarlas imágenes, porque no cesan de engendrar y esparcir su semilla en las mentes de otros, provocando y causando infinitas acciones y opiniones en las épocas sucesivas.

FRANCIS BACON, *El avance del saber* (1605)

PRÓLOGO A LA NUEVA EDICIÓN

Han transcurrido diez años desde que este Diccionario de la ciencia, uno de mis libros más queridos, vio la luz por vez primera. Una década no es, en principio, mucho tiempo, pero en ésta algunos apartados de la ciencia —en especial aquellos que tienen que ver con las ciencias biomédicas— han experimentado un gran, un enorme incluso, desarrollo. He tratado de dar cuenta de estos avances, o, mejor, de reaccionar ante ellos introduciendo algunos cambios en las entradas existentes y admitiendo nuevas voces (por ejemplo, «células madre», «clonación», «gripe», «malaria», «materia oscura» o «química»), pero debo confesar que no son excesivas las variaciones con respecto a la primera versión, aunque en justicia sí se debe hablar de una «nueva edición». Que éste sea un «diccionario de autor», es decir, un libro en el que, bajo la forma de diccionario, el autor presenta algo así como su visión del mundo, justifica, creo, mi decisión. Diez años después, en este libro se encuentra lo esencial de mi visión de la ciencia, y del mundo también. Aquellos que busquen un diccionario en el sentido clásico de la palabra, una obra en la que se tiene la esperanza de encontrar todos, o la mayoría, de los términos y conceptos de la materia a la que el diccionario está dedicado, deberán dirigirse a otro texto y no a este.

Únicamente me resta agradecer a todos aquellos que durante estos años se han dirigido a mí valorando positivamente este libro mío. No olvido el aprecio, el afecto y cariño que me han mostrado. Espero que no abandone nunca mi memoria el recuerdo del hombre que me telefoneó para

decirme cuánto consuelo había encontrado en la entrada «Alzheimer», mal que su esposa sufría, ni el de la madre que me expresó, agradecida, que su hijo quería estudiar ciencias después de leer mi libro. Por todo eso estoy aún más agradecido a la editorial Crítica, en concreto a Gonzalo Pontón y Carmen Esteban, por haberme ofrecido la oportunidad de esta nueva edición.

Madrid, 14 de junio de 2006

INTRODUCCIÓN

«Heme aquí, a mis sesenta y siete años, dispuesto a escribir algo así como mi propia necrología», escribía Albert Einstein al inicio de las *Notas autobiográficas* que compuso en 1946. Estoy todavía lejos de tener sesenta y siete años, y, lo que es por desgracia —para mí— ciertamente imposible de remediar, por mucho que pasen los años, jamás podré compararme intelectualmente con Einstein. Aun así, afronto la escritura de este *Diccionario de la ciencia* con un talante no totalmente ajeno al que debió de mover a aquel genio de la física: como un ajuste de cuentas conmigo mismo. Me he pasado la mayor parte de mi vida estudiando, pensando y escribiendo sobre cuestiones científicas. Primero como físico teórico, después como historiador de la ciencia; ocasionalmente también abordando problemas de filosofía de la ciencia. Es hora ya que emplee esa formación pluridisciplinar, esos años gastados o ganados —nunca se sabe— para construir, y ofrecer a aquellos que la quieran leer, mi propia visión del mundo de la ciencia.

Un *diccionario de autor* constituye un magnífico instrumento para semejante propósito. No se tiene que responder de la elección de términos realizada; se sabe que ésta no es sino una excusa que sirve a los propósitos —o a los gustos— de quien lo escribe. En el caso de la ciencia, el no tener que asumir ninguna pretensión de generalidad, de globalidad, es particularmente satisfactorio, ya que el cuerpo de ideas, conocimientos, problemas y técnicas que acoge el universo científico contemporáneo es abrumador; de

ahí ese fenómeno, que no hace sino crecer constantemente, llamado «especialización».

Ahora bien, ¿cómo seleccionar, cómo escoger entre semejante variedad? A esta idiosincrásica selección de voces mía la anima un triple propósito. El primero es el de acercar a mis lectores aquellos conceptos, ideas, teorías, resultados o problemas científicos que considero fundamentales —*absolutamente* fundamentales, me atrevería a decir—, o que por algún motivo pueden ser vinculados a cuestiones de especial relevancia. No creo que sea necesario insistir en que, de todas maneras, será fácil encontrar ausencias completamente injustificadas para muchos. Más necesario es advertir que los lectores no deben esperar de cada entrada netamente científica un «estado de la cuestión» sobre el tema que se aborda en ella. Esto es, también, imposible de conseguir. Lo que he buscado es, más que los últimos resultados, hacer hincapié en algún punto que considero particularmente atractivo e interesante.

En segundo lugar, al mismo tiempo que explico esos temas y cuestiones, he intentado transmitir algunas de las principales características de la ciencia como empresa cognitiva. Me he esforzado por poner en evidencia un mundo —el científico— en el que la complejidad coexiste, necesariamente, con ideas y teorías a las que podemos llamar, aun dentro de su dificultad, «simples», hermosas (subjetivamente, al menos) y fundamentales. Habría fracasado en una parte esencial de mi empeño si no hubiese logrado mostrar la permanente inestabilidad y provisionalidad, aun dentro de su firmeza y aspiraciones a permanencia, de las construcciones conceptuales producidas por los científicos. Nos esforzamos por comprender el mundo, pero no sabemos muy bien si los conceptos y teorías que creamos con tal fin representan «la Realidad», o si podríamos haber creado otros que cumpliesen funciones parecidas. Existe, en otras palabras, un elemento de contingencia, de convencionalismo, inevitable en la ciencia. Pero no importa, el científico

cree (a veces demasiado firmemente) en sus constructos, y si esas creencias a la postre constituyen una ilusión, nunca habrá sido una «vana ilusión». El único requisito es que sus aportaciones hayan sido fecundas, abriendo nuevos problemas y «explicando» algunos fenómenos que identificamos en la naturaleza. «Explicar» es un verbo delicado, comprometedor, pero en ciencia quiere decir, simplemente, ser capaz de predecir el comportamiento futuro de «algo» que tiene que ver con la naturaleza. Sin esta capacidad de predicción, que también va asociada a la comprensión del pasado, no existe ciencia. A esto reduciría yo la receta de qué es la ciencia, una receta que con tanto empeño —y no demasiado éxito (nos han enseñado más qué no es la ciencia que qué es)— han perseguido generaciones de filósofos de la ciencia durante el siglo XX.

El último propósito que ha guiado mis esfuerzos ha sido el de mostrar lo más nítidamente posible, probablemente con cierta crueldad en ocasiones, el mundo del que surgen los resultados científicos. Un mundo este plural, previsible a veces y desconcertante otras, en el que afloran tensiones e intereses de todo tipo (políticos, filosóficos, económicos, religiosos, ideológicos, individuales o gremiales).

«Quien sólo sabe algo de música, no sabe nada de ella», dijo en cierta ocasión el compositor Hans Eisler. Y Lotter Baier trasladó hace poco esa frase al campo de la literatura: «Quien sólo sabe algo de literatura, no sabe nada de ella». No estoy seguro de que la misma idea se pueda traspasar con parecida facilidad al universo de los conocimientos científicos (sé de casos de espléndidos científicos que sabían —o les interesaba— poco fuera de su especialidad), pero soy de la opinión de que por mucho que hayan existido o existan científicos de este tipo, que, por otra parte, han producido trabajos de gran, acaso incluso extraordinaria, calidad, se trata de intelectos mutilados, deformes en lo que a su humanidad se refiere. Y yo nunca he podido —

o deseado— admirar esa clase de deformidad. Y mucho menos recomendarla.

He pasado algunas de las mejores horas de mi vida cuando he llegado a comprender teorías científicas —especialmente físicas, como la relatividad general o la mecánica analítica— que para mí tienen una belleza y un atractivo especiales. Creo que puedo apreciar bastante bien la pasión que se encuentra detrás de la creación original y recreación continuada de cualquier formulación científica. No es, en consecuencia, mi intención, en modo alguno, transmitir a los lectores de este diccionario apreciaciones que los lleven a minusvalorar los logros a los que ha llegado y continúa llegando la ciencia, ni de ésta como actividad. Pero, lo confieso, no acepto la idea de que la ciencia está por encima de nosotros mismos, que es un valor supremo, ante el que debemos abandonar cualquier otro tipo de consideración o justificación. Así, siempre que he podido, he buscado, para incluir en este diccionario, la dimensión moral y humana que surge en, o está asociada a, la ciencia.

Entre muchos científicos del siglo XX y del actual (y sobre todo entre los físicos), ha proliferado una actitud, o filosofía, según la cual uno de los principales atractivos de la ciencia es el de que constituye una huida de la vida diaria con su dolorosa crudeza y desoladora vaciedad; una huida de un mundo que nos impone constantemente la penosa obligación de elecciones morales y asunción de responsabilidades; una huida hacia un mundo donde reina lo objetivo; una evasión, en definitiva, hacia la «trascendencia». En un discurso que pronunció en 1918, Einstein resumió, breve y claramente, la esencia de esta filosofía trascendente: «En principio, creo, junto con Schopenhauer, que una de las más fuertes motivaciones de los hombres para entregarse al arte y a la ciencia es el ansia de huir de la vida de cada día, con su dolorosa crudeza y su horrible monotonía; el deseo de escapar de las cadenas con que nos atan nosotros, siempre cambiantes, deseos. Una naturaleza de tem-

ple fino anhela huir de la vida personal para refugiarse en el mundo de la percepción objetiva y el pensamiento».

Durante la segunda guerra mundial muchos científicos no tuvieron más remedio que involucrarse en la vida, que mostraba en aquellos momentos algunos de sus aspectos más dramáticos. Y en general se involucraron de buen grado, aunque fueron diversas las maneras como conceptualizaron su participación. En Los Álamos, en pleno desarrollo del Proyecto Manhattan, el matemático John von Neumann aconsejó a Richard Feynman, acaso el mejor físico de la segunda mitad del siglo XX, que «no tenía por qué sentirse responsable del mundo en el que vivía». Y el entonces joven físico siguió aquel consejo, desarrollando, como explicó en su autobiografía, «un poderoso sentido de irresponsabilidad social, que hizo de mí una persona muy feliz desde entonces». Fueron, sobre todo, los físicos que crearon y desarrollaron la mecánica cuántica los que vivieron en la idea de que existen, o que es posible y deseable establecer, fronteras definidas entre las esferas política, moral y científica.

Admiro profundamente a Einstein, Feynman y von Neumann, especialmente los dos primeros constituyen lo que para mí es la esencia de la originalidad y profundidad científica. Pero este diccionario no está modelado según la idea del compromiso moral que, al menos en ciertas ocasiones, ellos defendieron. Sé muy bien que es imposible encontrar en todos los conceptos, teorías y, en general, esfuerzos científicos una cuestión humana o moral, el calor del sentimiento que nace de la vida tal y como la desarrollan, todos los días, la mayor parte de los seres humanos que pueblan o han poblado nuestro planeta. No es posible llegar a comprender lo que es realmente la ciencia si se ignora su dimensión de esfuerzo puramente intelectual, esfuerzo que a veces convierte al científico en algo así como un gran conponentador de rompecabezas, animado, cierto es, por la pretensión de ser capaz de describir, o predecir, cuanto más

fenómenos naturales mejor. Y sería innoble por mi parte pretender hurtar a mis lectores este aspecto de la investigación científica. Pero tampoco deseo escamotearles otras dimensiones de la ciencia, que tienen que ver con la condición humana, enriquecida, eso sí, por una generosa y racional —científica— comprensión de todo aquello que aunque no sea humano, forma parte de la naturaleza que nos rodea. Quiero así utilizar también este diccionario para encontrar, entre la ciencia, el calor de la preocupación por la vida. No hay ciencia auténtica sin pasión, es verdad; pasión por el conocimiento, por la explicación racional, por la comprensión, pero yo deseo añadir en este, también apasionado, diccionario la compasión por la vida.

Comparto la opinión que expresó Salvador Luria, uno de los protagonistas del desarrollo de la biología molecular durante los años sesenta y setenta (obtuvo el premio Nobel de Medicina y Fisiología de 1969 por sus contribuciones a los mecanismos de replicación y la estructura genética de los virus), cuando dijo: «Pese a mi compromiso con la ciencia como disciplina intelectual, nunca he internalizado la idea, bastante común entre los científicos, de que la ciencia es una especie de sacerdocio sagrado ante el cual deben ceder todos los demás intereses y consideraciones».

Debemos, por tanto, aproximarnos a la ciencia desde una perspectiva plural, respetuosa con su contenido, pero también con el universo, social y natural, del que surge. Y hago hincapié en el término que he empleado: *debemos*. Vivimos en un mundo profundamente impregnado por la ciencia y la tecnología. Prácticamente nadie, salvo que se encuentre en una situación de subdesarrollo y desamparo casi absolutos, puede evitar relacionarse con —si no *depende* de— el universo del conocimiento científico y de sus dimensiones tecnológicas. Cuando miro hacia atrás, a, por ejemplo, la época, apenas hace tres siglos, en que vivió Isaac Newton, y me doy cuenta del abismo que, en lo que a la materialidad de la vida diaria se refiere, nos separa de

entonces, a duras penas puedo reprimir una extraña sensación de desazón y vértigo. La ciencia es, no cabe duda, uno de los principales, si no el mayor, responsable de ese abismo. Y ahora nos encontramos en un momento en el que todo indica que se producirán avances fundamentales cuyas consecuencias pueden afectar profundamente a nuestras vidas. El desarrollo de las ciencias biomédicas y de las telecomunicaciones sustancia semejante sospecha. Si no conocemos en qué direcciones se dirigen los avances que prevemos, no será posible aspirar a controlarlos, y si no lo hacemos nuestro futuro será, aunque con seguridad materialmente mejor, cultural y socialmente una completa incógnita. Claro que, de todas maneras, tarde o temprano, de manera inadvertida y continua, o a grandes saltos, nuestras culturas, los entornos que nos acogen, las costumbres y valores que nos apoyan y condicionan, cambiarán de forma drástica. Hace, aproximadamente, cien mil años *homo sapiens*, el humano moderno, comenzaba, inseguro, no mucho más que uno entre otros animales, su camino, un camino que se había iniciado hacía alrededor de dos millones y medio de años antes, cuando apareció el género de los *homos* (*habilis*, *erectus*, *sapiens*). En sólo cien mil años, tras más de dos millones de años de lenta —y seguramente imprevisible— evolución biológica, surgieron los Aristóteles, Newton, Darwin, Einstein, y con ellos, haciéndolos posible, no distinguiéndonos de ellos tan profundamente, todos los demás, el resto de los humanos. Los dinosaurios vivieron 120 millones de años, a nuestro planeta le restan todavía algunos millones de años de vida. Somos, pues, recién llegados a este planeta. ¿Qué nos deparará el futuro?

Como señalaba al principio, este diccionario es —sin ser «algo así como una necrología»— fruto de una vida. En consecuencia, debe mucho a todos aquellos que han intervenido, directa o indirectamente, amigablemente o no, en

configurarla. Naturalmente, no es posible mencionarlos a todos, aunque conste que me esfuerzo por retenerlos en mi, mala, memoria. Es un placer, sin embargo, agradecer a mi editor y amigo, Toni Munné, la simpatía y confianza (¡y paciencia!) que me ha brindado. Estoy seguro de que una persona tan humana (acaso demasiado para los tiempos que corren) como él, recibirá con satisfacción un diccionario de la ciencia que, sin embargo, aspira a no estar al margen del mundo en que vivimos. A mi mujer, Ana, le agradezco sus constantes esfuerzos por enseñarme a contemplar todo aquello que nos rodea con mayor interés y compasión. Si dedico este libro a mis hijas, Mireya y Amaya, es con la esperanza de que las ayude a ser, ellas mismas, más humanas y compasivas, sin perder por ello el aprecio que se merece ese fruto de nuestra curiosidad, inteligencia y perseverancia que llamamos ciencia.

Madrid, 9 de junio de 1996

A

La «A» es una letra dulce, que sabe a infancia. Y he aquí que en esta idiosincrásica selección mía, la primera voz es, caprichos del alfabeto, una de las que exige inicialmente de usted, querido lector, un poco más de atención, un cierto esfuerzo de conceptualización. Acaso la que más exige de usted en estos sentidos. Lo lamento. O acaso no. A veces es mejor ir cuesta abajo que cuesta arriba. Y además, acostúmbrese usted, a pesar de que yo no le vaya a ayudar demasiado en este aspecto, a la idea de que la ciencia es, en primera instancia, ideas, conceptos, teorías, comparación con datos experimentales, un esfuerzo continuo por, recurriendo a la abstracción, explicar la naturaleza. Sin esto, no hay ciencia. Y sin ella, tampoco existiría, naturalmente, este diccionario.

ADN. El universo de los seres vivos es el resultado de prácticamente infinitas interacciones entre todo tipo de compuestos; como células y moléculas, que no son, en última instancia, sino reacciones químicas entre elementos. Para poner orden en este aparente caos, es necesario aislar piezas de esa realidad. Pues bien, ninguna «pieza» ha sido hasta el momento tan fructífera como el ácido desoxirribonucleico, o ADN, la macromolécula que contiene, en forma químicamente codificada, toda la información necesaria para construir, controlar y mantener un organismo vivo. Aunque el ADN fue identificado como sustancia transmisora de la herencia en 1944 por Oswald Avery (1877-1955), Colin MacLeod (1909-1972) y Maclyn McCarthy (1911), su estructura geométrica fue descubierta en 1953 por James Watson