

---

# Ciencia, orden y creatividad\*

David Bohm y David Peat

## Introducción

Este libro es el resultado de una serie de diálogos que tuvieron lugar entre nosotros a lo largo de los últimos quince años. Por tanto parece adecuado, en esta introducción proporcionar al lector una idea de la génesis de nuestro libro y del tipo de pensamientos e interrogantes que nos movieron a escribirlo. Puesto que esto está en relación con nuestros antecedentes personales, nuestros sentimientos y actitudes, resulta más idóneo presentarlo como un diálogo entre mi colega y yo. Es más, lo que sigue podría haber acontecido en el transcurso de alguno de nuestros paseos vespertinos durante el periodo en que se escribía el libro.

*David Bohm:* Pienso que sería una buena idea empezar por el libro mismo. ¿Qué te llevó a sugerir que escribiéramos un libro juntos?

*David Peat:* Bueno, una pregunta como ésta me hace retroceder a mi niñez. Verás, el universo me ha interesado desde que tengo uso de razón. Todavía recuerdo una noche en que me detuve bajo una farola. Debía de tener ocho o nueve años y, alzando la mirada al cielo, comencé a preguntarme si la luz seguía siempre subiendo, y qué significaría para algo el continuar siempre, y si el universo se terminaba alguna vez. Ya conoces ese tipo de preguntas. Bien, pronto empezó a excitarme la idea de que la mente humana era capaz de plantearse este tipo de cuestiones y aprehender de alguna manera la inmensidad de todo.

Estas ideas continuaron en la escuela, junto con un sentimiento de interconexión de todas las cosas. Era como si la totalidad del universo fuera una entidad con vida. Pero, claro, cuando abordé el asunto de estudiar ciencias en la universidad, todo esto cambió. Me di cuenta de que las cuestiones más profundas, y en particular las relacionadas con la teoría cuántica no tenían nunca una respuesta satisfactoria. Parecía claro que a la mayoría de los científicos no les inte-

---

\* Publicado en *Ciencia, orden y creatividad*. Barcelona: Kairós, 1997, pp. 9-75.

resaba ese tipo de preguntas. Sentían que en realidad no se relacionaban con su investigación cotidiana. En su lugar, se nos animaba a concentrarnos en obtener resultados concretos que pudieran ser utilizados en publicaciones y en trabajar sobre problemas que fueran “científicamente aceptables”. Así, pronto me encontré metido en aguas turbulentas porque estaba siempre más interesado por cuestiones a las que no sabía contestar que por la investigación rutinaria. Y ésa no es, desde luego, la manera de construir una impresionante lista de publicaciones científicas.

*David Bohm:* ¿Así que tú no estabas interesado solamente en cuestiones científicas?

*David Peat:* No, me atraían la música, el teatro y las artes plásticas. Podía ver que eran otra manera importante de responder a la naturaleza y entender nuestra posición en el universo. Siempre he intuido que, en el fondo, las figuras más importantes de la ciencia y las artes hacían fundamentalmente lo mismo, tratando de responder a la misma pregunta básica. Esta relación esencial entre ciencia y arte es todavía muy importante para mí. Pero, a excepción de unos cuantos buenos amigos, era difícil encontrar gente que compartiera mi entusiasmo. Había comenzado una especie de diálogo indirecto contigo al leer tus escritos y sentía tener intereses similares. El resultado fue que en 1971 me tomé un año sabático para venir al Birbeck Collage en Londres y poder así inspeccionar todo esto juntos.

*David Bohm:* Sí, recuerdo que nos veíamos una o dos veces a la semana y charlábamos hasta la madrugada.

*David Peat:* ¿Recuerdas cómo empecé planteándote cuestiones científicas pero pronto nos extendimos a todo el campo del conocimiento, la sociedad, la religión y la cultura? Cuando volví a Canadá, estaba claro que teníamos que seguir viéndonos de manera más o menos regular para continuar con nuestras conversaciones.

*David Bohm:* Sí, pero pronto comenzó a salir a la luz que el diálogo mismo era el punto clave, y que esto estaba íntimamente relacionado con todo lo demás. La cuestión fundamental era: ¿cómo podemos aprovechar nuestras charlas de manera creativa?

*David Peat:* En efecto, y creo que fue eso lo que en cierto momento me empujó a sugerirte que debíamos escribir un libro juntos. De alguna manera, trabajar en este libro se ha convertido en una continuación de nuestro diálogo. Es cierto que muchas de las ideas de las que nos ocupamos las sugeriste tú primero.

*David Bohm:* Sí, pero al inspeccionarlas mediante el diálogo adquirieron un nuevo desarrollo y también se hizo posible comunicarlas más claramente.

*David Peat:* La comunicación juega un papel importante en cómo poder desarrollar nuevas ideas. De hecho, el proyecto ha sido apasionante.

*David Bohm:* Pienso que ha sido el resultado del enorme interés que los dos tenemos por esta clase de cuestiones. Verás, también yo he sentido ese tipo de admiración y temor cuando era joven, junto con un deseo intenso de entenderlo todo, no sólo en detalle sino también en su totalidad.

Más tarde aprendí que muchos de mis intereses fundamentales eran los que otra gente llamaba filosóficos y que los científicos tendían a despreciar la filosofía por no ser demasiado seria. Eso me creó ciertos problemas, pues no fui nunca capaz de ver una separación intrínseca entre ciencia y filosofía. Es más, en otros tiempos se llamaba a la ciencia *filosofía natural* y eso concordaba perfectamente con la manera en que yo veía la totalidad de la materia. En la universidad tenía amigos que se acercaban al asunto de la misma manera, y tuvimos muchas discusiones con un espíritu de camaradería e investigación común. Sin embargo, en la escuela de licenciados del Instituto de Tecnología de California, en el que entré en 1939, advertí que se ponía gran énfasis en la competitividad y que eso era un obstáculo para este tipo de discusiones libres. Había mucha presión para concentrarse en aprender técnicas formales y obtener así buenas calificaciones. Parecía que quedaba poco espacio para el deseo de entender en el sentido amplio que yo tenía en mente. Tampoco existía un libre intercambio de ideas, ni camaradería, algo fundamental para una comprensión de este tipo.

A pesar de ser muy capaz de dominar esas técnicas matemáticas, no me parecía que mereciese la pena seguir con ello, no sin una base filosófica más profunda y sin el espíritu de investigación común. Mira, son precisamente estas cosas las que proporcionan el interés y la motivación para usar técnicas matemáticas en el estudio de la naturaleza de la realidad.

*David Peat:* Pero las cosas mejoraron cuando fuiste a Berkeley, ¿no es así?

*David Bohm:* Sí cuando fui a trabajar con J. Robert Oppenheimer encontré un espíritu más agradable en su grupo. Por ejemplo, se me introdujo en el trabajo de Niels Bohr y eso estimuló mi interés, sobre todo el asunto de la unicidad del observador y lo observado. Bohr veía esto en el contexto de la totalidad indivisa del universo entero. Todavía recuerdo la gran cantidad de discusiones que sostuve sobre asuntos de esta clase y cuyo efecto fue colocarme en el camino que todavía estoy siguiendo hoy. La filosofía jugaba un papel insepara-

ble, pero no se trataba sólo de filosofar sobre el material presente ya en la ciencia de manera más o menos definida. Estaba muy interesado en temas más amplios que habían sido fuente y origen no sólo de mi interés, sino también de muchas ideas clave que más tarde adoptaron forma matemática.

*David Peat:* Quizá pudieras poner un ejemplo de esta relación de las ideas científicas con la filosofía subyacente.

*David Bohm:* Cuando trabajaba en el laboratorio Lawrence, tras haber obtenido mi doctorado en filosofía, comencé a interesarme mucho por el plasma del electrón. Éste es un denso gas de electrones que muestra un comportamiento radicalmente diferente de los restantes estados normales de la materia, y era una clave para gran parte del trabajo que se estaba realizando entonces en el laboratorio. Mis observaciones se originaron a partir del momento en que percibí que el plasma es un sistema altamente organizado que se comporta como un todo. Es más, en algunos aspectos es casi como un ser vivo. Me fascinaba cómo un comportamiento colectivo tan organizado podía ser compatible con la libertad de movimiento casi total de los electrones. Vi en ello una analogía con lo que podía ser la sociedad, y quizá con la forma en que se organizan los seres vivos. Más tarde, cuando fui a Princeton, extendí esta visión para tratar los electrones de los metales de la misma manera.

*David Peat:* Pero me parece que estabas también un poco intranquilo por la manera en que se estaban usando tus resultados.

*David Bohm:* Bueno, yo había elaborado cierto número de ecuaciones y fórmulas y algunas de ellas jugaron un papel fundamental en la investigación de la fusión y la teoría de los metales. Pero unos años más tarde, cuando acudí a algunas conferencias científicas, me di cuenta de que esas fórmulas habían sido tomadas y convertidas en fórmulas más abstractas, mientras que se ignoraban las ideas subyacentes. El espíritu reinante era que el propósito fundamental de la física es producir fórmulas que puedan predecir correctamente los resultados de los experimentos. Al ver todo eso comencé a sentir que no había motivo para seguir con la investigación del plasma y perdí todo interés por ella.

Sin embargo, continué trabajando en el campo de la física y desarrollé la interpretación causal de la teoría cuántica y el orden implicado. Pero ambos están originados, en gran medida, en planteamientos filosóficos.

*David Peat:* De hecho, tus primeras publicaciones fueron las que despertaron mi interés. Comencé mi primera investigación observando sistemas de electrones, y en seguida me interesó la relación

entre el comportamiento individual y el colectivo. Desde luego, fueron tus publicaciones las que me ayudaron a hacerme una idea de las relaciones entre el individuo y el todo. Pienso que me dieron también la confianza para ir más lejos e intentar ver de manera un poco más profunda cuestiones relacionadas con el establecimiento de la teoría cuántica. Pero, como ya dije antes, había un ambiente hostil que mostraba poca simpatía por ese tipo de acercamientos. Me di cuenta de que la mayoría de los físicos no podían comprender el punto hacia el que te dirigías.

*David Bohm:* Parecían más interesados en las fórmulas que en las ideas existentes tras ellas.

*David Peat:* Pero eso me lleva a lo que, en mi opinión, es una cuestión fundamental. ¿Qué dirías de la creencia predominante de que el formalismo matemático expresa por sí mismo la esencia de nuestro conocimiento de la naturaleza?

*David Bohm:* Desde luego, algunos científicos, entre ellos los pitagóricos, sostuvieron puntos de vista como éste en tiempos antiguos. Y otros, como Kepler, creían que las matemáticas eran una fuente básica de verdad. Pero la noción de que el formalismo matemático expresa la esencia de nuestro conocimiento sobre la naturaleza no fue comúnmente aceptada hasta un tiempo relativamente reciente. Por ejemplo, cuando yo era estudiante, la mayoría de los físicos creía que lo esencial era alcanzar un concepto físico o intuitivo, y que el formalismo matemático tenía que ser entendido en relación con eso.

*David Peat:* Pero ¿de dónde surgió ese interés desmesurado por las matemáticas?

*David Bohm:* La teoría cuántica, y en menor medida la de la relatividad, no fueron nunca bien entendidas en términos de conceptos físicos, y por ello la física fue poco a poco resbalando hacia la práctica de tratar los temas por medio de ecuaciones. Esto ocurrió, desde luego, porque las ecuaciones eran la única parte de la teoría que todo el mundo creía poder entender realmente. Eso hizo que, de manera inevitable, se desarrollara la idea de que las ecuaciones son en sí mismas el contenido esencial de la física. De alguna manera eso comenzó ya en los años veinte, cuando el astrónomo sir James Jeans afirmó que Dios tenía que ser un matemático.<sup>1</sup> Más tarde, Heisenberg le dio gran empuje con su idea de que la ciencia no podía ya visualizar la realidad atómica mediante conceptos físicos, y

---

<sup>1</sup> Sir James Jeans, *The Mysterious Universe*, Cambridge University Press, Nueva York, 1930.

de que las matemáticas son la expresión básica de nuestro conocimiento de la realidad.<sup>2</sup>

Junto a ello llegó un cambio radical en lo que se entendía por capacidad intuitiva o imaginativa. Anteriormente esto había sido identificado con la habilidad para visualizar ideas y conceptos, pero ahora Heisenberg pretendía que la intuición y la imaginación proporcionan no una imagen de la realidad, sino una representación mental del significado de las matemáticas.

Yo no estoy de acuerdo con esta evolución. De hecho, creo que el actual énfasis por las matemáticas ha ido demasiado lejos.

*David Peat:* Pero, por otra parte, muchos de los pensadores científicos más profundos han utilizado criterios de belleza matemática en el desarrollo de sus teorías. Creían que las explicaciones científicas más profundas también debían ser matemáticamente bellas. Sin la necesidad de la estética matemática no habrían tenido lugar un gran número de descubrimientos. Seguro que, en tu trabajo, los criterios de la elegancia matemática deben haber actuado como señales de que estabas en el buen camino, ¿no?

*David Bohm:* Es verdad que las matemáticas permiten hacer observaciones creativas, y que la búsqueda de belleza matemática puede ser una guía de gran ayuda. Los científicos que han trabajado de esta manera han conseguido a menudo derivar un conocimiento nuevo a través del énfasis por el formalismo matemático. Ya he mencionado a Kepler y a Heisenberg, y en nuestros días podría añadir nombres como Dirac, Von Neumann, Jordan y Wigner. Pero las matemáticas nunca fueron el *único* criterio en sus descubrimientos. Además, eso no significa que *todos* piensen lo mismo a este respecto. De hecho, yo creo que los conceptos verbales, los aspectos pictóricos y el pensamiento filosófico pueden contribuir de manera significativa a las nuevas ideas. Einstein apreciaba ciertamente la belleza matemática pero, en realidad, no empezaba por las matemáticas, sobre todo en su periodo más creativo. En lugar de eso, comenzaba con sentimientos difíciles de especificar y una sucesión de imágenes de las cuales surgían en algún momento conceptos más detallados. Yo aprobaría eso y añadiría que las ideas que surgen de esa o de otras maneras pueden, en algún momento, conducir a posteriores desarrollos matemáticos e incluso llegar a sugerir nuevas formas de matemáticas.

Parece arbitrario decir que las matemáticas deben jugar un papel único en la expresión de la realidad. Las matemáticas sólo son

---

<sup>2</sup> A. Miller, *Imagery in Scientific Thought*, Birkhauser, Boston, Berna y Stuttgart, 1984.

una función de la mente humana, y otras funciones pueden, con toda seguridad, ser igualmente importantes, incluso en la física.

*David Peat:* Este diálogo se está encaminando hacia una dirección interesante. Parece que estamos afirmando que la física podría haber tomado un camino equivocado al poner tanto énfasis en su formalismo. Pero estoy seguro de que muchos científicos señalarían que las matemáticas son la manera más abstracta, lógica y coherente de pensar que conocemos. Parecen estar totalmente abiertas a la creación libre y no hallarse limitadas por los requisitos de las experiencias sensitivas de la realidad ordinaria. ¿No les proporcionan eso un *status* único?

*David Bohm:* Bien, para contestarme gustaría mencionar el trabajo de Alfred Korzybski, un filósofo norteamericano bastante conocido de principios de siglo.<sup>3</sup> Él decía que las matemáticas son un esquema lingüístico limitado, que permite una extremada precisión y coherencia, pero al precio de una abstracción tan extrema que su aplicabilidad ha de limitarse, sobre todo, en algunas vías clave.

Korzybski decía, por ejemplo, que cualquier cosa que digamos de que algo es, no lo es. En primer lugar, cualquier cosa que digamos son palabras, y no son normalmente las palabras sobre lo que queremos hablar. En segundo lugar, sea lo que sea lo que *queramos decir* con lo que decimos, no es lo que la cosa es en realidad, aunque podría ser parecido. Porque la cosa es siempre más de lo que nosotros queremos decir y no se agota nunca con nuestros conceptos. Y la cosa es también *diferente* de lo que queremos decir, aunque sólo sea porque ningún pensamiento puede ser absolutamente correcto cuando es ampliando de manera indefinida. El hecho de que una cosa tenga cualidades que van más allá de lo que pensamos y decimos sobre ella se encuentra tras nuestra noción de la realidad objetiva. Está claro que si la realidad dejara en algún momento de mostrarnos aspectos nuevos que no están en nuestra mente, entonces difícilmente podría afirmarse que tiene una existencia objetiva independiente de nosotros.

Todo eso implica que *cualquier* tipo de pensamiento, incluidas las matemáticas, es una abstracción que ni cubre ni puede cubrir la totalidad de la realidad. Diferentes tipos de pensamiento y diferentes tipos de abstracción podrían proporcionar, juntos, una imagen más perfecta de la realidad. Todos tienen sus limitaciones, pero juntos llevan nuestro conocimiento de la realidad más lejos de lo que sería posible con un solo método.

---

<sup>3</sup> A. Korzybski, *Science and Sanity*, International Neo-Aristotelian Publishing Company, Lakeville, Conn., 12950.

*David Peat:* Lo que has dicho de Korzybski me hace pensar en el dibujo de René Magritte, una pipa que contiene también las palabras “Esto no es una pipa”. Por muy realista que sea aun dibujo, queda claramente muy lejos de ser una pipa de verdad. E irónicamente, la palabra pipa del título tampoco es realmente una pipa. Puede ser que, en el espíritu de Magritte, cualquier teoría del universo debería contener la afirmación fundamental de que “*esto no es un universo*”.

*David Bohm:* En realidad, una teoría es una especie de mapa del universo y, como cualquier otro mapa, es una abstracción limitada y no del todo exacta. Las matemáticas proporcionan un aspecto de la totalidad del mapa, pero se necesitan otras maneras de pensamiento en la línea que hemos estado discutiendo.

*David Peat:* Bien, es verdad que en los primeros tiempos de la teoría cuántica, los físicos más importantes, como Bohr, Heisenberg, Pauli, Schrödinger y De Broglie estaban vitalmente vinculados a cuestiones filosóficas, especialmente en la relación entre ideas y realidad.

*David Bohm:* Esas cuestiones se salen del limitado campo de acción de la física tal como se conoce en la actualidad. Cada uno de esos pensadores enfoca el problema de manera propia y entre ellos hay diferencias importantes, aunque sutiles, que tendemos a pasar por alto. Pero la práctica más generalizada de la física es ajena a este tipo de consideraciones más profundas. Tiende a concentrarse en cuestiones técnicas, y por este motivo parece haber perdido contacto con sus propias raíces. Por ejemplo, en cualquier intento de unir la mecánica cuántica y la relatividad, sobre todo la relatividad general, hay cuestiones fundamentales a las que es preciso hacer frente. ¿Cómo pueden los físicos pretender trabajar con éxito en este campo, cuando ignoran los problemas, sutiles y no resueltos, que se encuentran todavía encerrados en el temprano período de la mecánica cuántica?

*David Peat:* Recuerdo que este tipo de preguntas salían continuamente en las discusiones que teníamos juntos en el Birbeck College. Nos preocupaba de manera especial la estrechez de miras con que se está desarrollando, no sólo la física, sino en general, la investigación científica.

*David Bohm:* Utilizábamos una analogía tomada del sentido de la vista del hombre. Los detalles de lo que vemos son recogidos en una pequeña parte central de la retina, llamada fovea. Si ésta es destruida se pierde la visión detallada, pero la general, que procede de la periferia de la retina, se conserva. Sin embargo, si la periferia re-



sulta dañada, y la fóvea queda intacta, incluso los detalles pierden todo su significado. Analógicamente nos preguntábamos si la ciencia corría el peligro de sufrir un “daño” similar en su visión. Al concedérsele tanta importancia a las matemáticas, la ciencia parece perder de vista el contexto más amplio de su visión.

*David Peat:* Pero en un principio *si que había* esta visión general del universo, la humanidad y nuestro lugar en el todo. La ciencia, el arte y la religión nunca estaban realmente separadas.

*David Bohm:* Pero con el paso del tiempo, esa visión cambió debido a la especialización. Se hizo cada vez más estrecha y desembocó en nuestro acercamiento actual, que es bastante fragmentario. Pienso que este desarrollo tuvo lugar, en cierta medida, al convertirse la física en el modelo al que tendían todas las ciencias. Aunque la mayoría de las ciencias no están tan dominadas por las matemáticas, el rasgo esencial es el espíritu con el que se tiende a hacer matemáticas. El propósito general es intentar analizarlo todo en elementos independientes que puedan ser manejados por separado. Eso fortalece la esperanza de que cualquier problema pueda ser dividido en fragmentos. Es todavía cierto que la ciencia contiene también un movimiento hacia la síntesis y hacia el descubrimiento de contextos más amplios y leyes más generales. Pero la actitud predominante ha sido la de poner mayor énfasis en el análisis y en separar los factores clave de cada situación. Los científicos tienen la esperanza de que eso les permitirá extender de manera indefinida su capacidad de predecir y controlar las cosas.

*David Peat:* Es importante señalar que este tipo de acercamiento no es sólo el fundamental para la física sino que se extiende a la química, la biología, la neurología e incluso a la economía y la psicología.

*David Bohm:* Al concentrarnos en este tipo de análisis y dividir constantemente los problemas en distintas áreas especializadas, vamos ignorando el contexto más amplio que da a las cosas su unicidad. De hecho, ese espíritu se está extendiendo ahora más allá de la ciencia, no sólo a la tecnología sino a nuestra visión general de la vida como un todo. Conocer se valora en la actualidad como la posesión de los medios para predecir, controlar y manipular las cosas. Desde Francis Bacon eso ha sido siempre muy importante, pero nunca tan predominante como hoy día.

*David Peat:* Sí, la ciencia se ha estado desarrollando a ritmo acelerado desde el siglo XIX, y trae con ella un sinfín de cambios tecnológicos. Pero es relativamente reciente el que tanta gente haya comenzado a plantearse si todo este progreso es en realidad beneficioso.

Comenzamos a darnos cuenta de que el precio del progreso es cada vez una mayor especialización y fragmentación, hasta el punto de que toda la actividad está perdiendo su significado. Pienso que a la ciencia le ha llegado el momento de detenerse y observar cuidadosamente hacia dónde se dirige.

*David Bohm:* Más que eso, creo que necesitamos cambiar lo que entendemos por “ciencia”. Ha llegado el momento de una oleada creativa en una nueva línea. En esencia, eso es lo que proponemos en *Ciencia, orden y creatividad*.

*David Peat:* Pero a la mayoría de los científicos le chocaría esta sugerencia. Después de todo, la ciencia nunca se ha mostrado tan activa ni exitosa como en la actualidad. En todos los campos se están abriendo nuevas fronteras y explotando nuevas tecnologías. Piensa en todas esas técnicas experimentales inéditas, las apasionantes nuevas teorías y los interesantes e innumerables problemas abordados por un número indefinido de investigadores. Fíjate en la medicina, por ejemplo: numerosas enfermedades han sido suprimidas, y existe la promesa de que se erradicarán todavía más. Y ahí están los nuevos campos, como la biotecnología o la ingeniería genética, sin olvidar los cambios producidos por las computadoras y la comunicación de masas. La ciencia está teniendo un impacto realmente poderoso en todas las áreas de la vida.

*David Bohm:* Todo eso es cierto, pero para conseguir tal progreso se han arrinconado factores muy importantes. En primer lugar, ha habido una fragmentación total en nuestra actitud general hacia la realidad. Esto nos lleva a centrarnos siempre en problemas concretos, incluso cuando están significativamente relacionados con un contexto más amplio. Por consiguiente, no conseguimos darnos cuenta de las consecuencias negativas, de las que no siempre hay posibilidad de ocuparse con un tipo de pensamiento fragmentario. El resultado es que estas dificultades se extienden a la totalidad del contexto y pueden llegar a crear problemas quizá peores que aquellos con los que empezamos. Por ejemplo, al explorar los recursos naturales de manera fragmentaria, la sociedad ha causado la destrucción de bosques y tierras de cultivo, ha creado desiertos e incluso amenaza con el deshielo de las capas polares.

*David Peat:* Recuerdo lo que sucedió cuando investigaba sobre el asunto del desarrollo de cultivos intensivos de mayor productividad. No está del todo claro que haya resultado totalmente beneficioso. Para empezar, nos conduce al problema de la gran vulnerabilidad de una presión genética limitada, y va creciendo nuestra dependencia de fertilizantes, pesticidas y herbicidas. Si tomas todo

esto, junto con las técnicas de granja más eficientes requeridas por esos nuevos cultivos, se producen cambios radicales en las sociedades agrarias que cada vez tienen que confiar más en una base industrial. Al final, toda la sociedad cambia de manera incontrolada, su economía pasa a ser dependiente de las importaciones y sensible a las inestabilidades globales.

*David Bohm:* Es cierto que mucha gente cree que resolver ese tipo de problemas es sólo una cuestión de estudiar ecología o alguna otra especialidad. También es verdad que la ecología comienza a reconocer la compleja dependencia de cada actividad en la totalidad del contexto. Pero, en realidad, el problema pertenece tanto a la economía como a la ecología, y eso nos lleva a la política, la estructura de la sociedad y la naturaleza de los seres humanos en general.

El problema clave es: ¿cómo es posible predecir y controlar todos esos factores, de modo que se pueda manejar el sistema y conseguir un buen orden? Está claro que es una demanda imposible. Para empezar, nos encontramos ante la infinita complejidad implicada en estos sistemas, y su extrema inestabilidad, que requiere niveles de control casi perfectos y probablemente inalcanzables. Pero todavía más importante es el hecho de que el sistema depende de seres humanos. ¿Y cómo puede la ciencia hacer que los seres humanos se controlen a sí mismos? ¿Cuál es la propuesta de los científicos para controlar el odio entre las naciones, religiones e ideologías, cuando la ciencia misma se halla limitada y controlada precisamente por estas cosas? ¿Y qué hay de la tensión psicológica creciente en una sociedad tan insensible a las necesidades humanas básicas que parece que, para muchos, la vida ha perdido su sentido? Frente a todo esto, algunas personas se hunden mentalmente, o se convierten en drogadictos, mientras que otros se entregan a una violencia ciega.

*David Peat:* Parece imposible soñar con que gracias a algún nuevo descubrimiento en química, biología o las ciencias del comportamiento todos estos problemas lograrán controlarse algún día. Son muy penetrantes y de largo alcance. ¿Cómo va a poner fin la ciencia al peligro de aniquilación mutua que existe en el mundo? Después de todo, el origen de esa situación está en el temor, la desconfianza y el odio entre las naciones. Tengo la impresión de que cuanto más se desarrollan las ciencias y la tecnología, más peligrosa se vuelve toda la situación.

*David Bohm:* Claro, hace aproximadamente un siglo los beneficios de la ciencia compensaban normalmente los efectos negativos, incluso cuanto todo el esfuerzo se realizaba sin atender a las consecuencias a largo plazo. Pero el mundo moderno es finito y tenemos poderes de destrucción casi ilimitados. Es evidente que el mundo ha

alcanzado un punto sin retorno. Ésta es una razón por la que tenemos que detenernos y considerar la posibilidad de un cambio fundamental y amplio en lo que la ciencia significa para nosotros.

*David Peat:* Lo que necesitamos no es tanto ideas científicas nuevas, aunque éstas continuarán siendo de gran interés. La cuestión es: ¿cómo puede la ciencia, cuando está basada en una actitud fragmentaria hacia la vida, llegar a entender la esencia de los auténticos problemas, que dependen de un contexto indefinidamente extenso? La respuesta no se encuentra en la acumulación de más y más conocimiento. Lo que se necesita es *sabiduría*. Es la ausencia del saber lo que causa la mayoría de nuestros problemas más graves, más que una ausencia del conocimiento.

*David Bohm:* Pero esto implica también buena voluntad y camaradería. En la actualidad parece que hay falta de ambas, tanto entre los científicos como entre la gente en general.

*David Peat:* Desde luego que la buena voluntad y la camaradería son importantes si la gente va a trabajar conjuntamente por el bien común. Pero a la larga, creo que podríamos tener que sacrificar algunos de los valores que nos son hoy tan queridos. Por ejemplo, tenemos que cuestionar el crecimiento sin límite del confort y la prosperidad individual, y la preeminencia del espíritu competitivo, que es básicamente productor de divisiones y fragmentaciones.

*David Bohm:* Sí, y es arbitrario limitar para siempre a la ciencia a aquello en lo que se ha convertido en la actualidad. Después de todo, esto es el resultado de un proceso histórico en el que están implicados muchos elementos fortuitos. Tenemos que estudiar de manera creativa cuál sería la nueva noción de ciencia, una noción que sirva para nuestro tiempo. Esto significa que todos los temas que hemos estado tratando tendrán que entrar en la discusión.

*David Peat:* Creo que si queremos entender esta llamada a una nueva oleada creativa en la ciencia, tenemos también que comprender la perspectiva histórica de la que has estado hablando. Necesitamos entender cómo se produjo este enfoque fragmentario de la actualidad. Por ejemplo, sería interesante plantearse qué habría ocurrido si distintos caminos accesibles en otro tiempo hubieran sido entonces completamente explorados.

*David Bohm:* Pero ese tipo de discusión no puede limitarse sólo a la ciencia. Tenemos que incluir toda la variedad de las actividades humanas. Nuestro propósito es arrojar luz sobre la naturaleza de la creatividad y cómo puede fomentarse, no sólo en la ciencia sino también en la sociedad y en la vida de cada individuo. Ésa es la naturaleza última de la oleada creativa que pedimos.

## 1. Revoluciones, teorías y creatividad en la ciencia

La ciencia ejerce en la actualidad una influencia creciente sobre las sociedades del mundo, pero aun así, en sus fundamentos se halla acosada por serias dificultades. Entre éstas, una de las más importantes se relaciona con su acercamiento fragmentario a la naturaleza y la realidad. En la introducción se sugirió que, en esta época en que la ciencia es considerada como la clave para un progreso acelerado y la mejora de la vida, este acercamiento fragmentario no puede nunca solucionar los problemas más profundos a los que hace frente nuestro mundo. Muchos de estos problemas dependen de contextos tan amplios que en último término se extienden a la totalidad de la naturaleza, la sociedad y la vida de cada individuo. Está claro que ese tipo de dificultades no podrán resolverse nunca en el marco de los limitados contextos en los que normalmente se formulan.

Sólo avanzando más allá de su fragmentación actual puede la ciencia pretender realizar una contribución realista a los problemas que tenemos delante. Pero dicha fragmentación no debería confundirse con el hecho de dividir un área del conocimiento en campos específicos de especialización o con la abstracción de problemas concretos para su estudio. Estas divisiones pueden ser perfectamente legítimas, y de hecho son un rasgo fundamental de la ciencia. Como el término indica, fragmentar significa más bien “romper” o “dividir”. Por consiguiente, la fragmentación tiene lugar cuando se intenta imponer divisiones de manera arbitraria, sin ninguna consideración por un contexto más amplio, incluso hasta el punto de ignorar conexiones esenciales con el resto del mundo. En seguida viene a la mente la imagen de un reloj que ha sido machacado con un martillo, pues lo que resulta no es una serie de restos regulares sino trozos caprichosos que tienen poca o ninguna significación para el funcionamiento del reloj. Muchos de los intentos actuales de hacer frente a los serios problemas comentados en la introducción, terminan por encontrar soluciones y emprender acciones que son tan fragmentarias e irrelevantes como las partes de un reloj roto.

### Fragmentación y cambio en la ciencia

La ciencia es un intento de entender el universo y la relación del hombre con la naturaleza. ¿Cómo es posible entonces que este tipo de enfoque dé como resultado la fragmentación? La noción misma de la comprensión científica parece ser totalmente incompatible con

una actitud fragmentaria frente a la realidad. Para llegar a comprender cómo la visión especializada de los problemas y dificultades discutidos en la introducción llegó a invadir la totalidad de la ciencia, hay que entender primeramente no sólo lo que significa la fragmentación, sino también cómo opera en la práctica. Esto implica problemas particularmente difíciles y complejos. Para empezar, es importante distinguir entre fragmentación y simple especialización o división práctica del conocimiento en varias subdivisiones. Está claro que este tipo de especialización fue el paso fundamental en el desarrollo de la civilización.

Es más, el estudio de cualquier materia comienza con un acto natural de abstracción, para poder así centrarse en ciertos rasgos de interés. Para ser capaz de prestar atención a algo es necesario abstraer o aislar primero sus características principales de toda la infinita y fluctuante complejidad de su contorno.

Cuando este tipo de acto de abstracción perceptiva se ve libre de una rigidez excesivamente mecánica, entonces no conduce a la fragmentación, sino que más bien refleja la relación siempre cambiante del objeto con su contexto. Por ejemplo, para reconocer una cara en medio de una multitud en movimiento, se necesita un acto de percepción abstractiva en el cual los rasgos fundamentales se aíslan y se unen. De la misma manera, una especialización de la mente flexible en un determinado campo de interés permitirá la correspondiente integración de todas las características relevantes en dicho campo.

Para poner un ejemplo sencillo, piense en un médico que examina a un paciente en la sala de urgencias de un hospital. Este médico tiene que hacer un diagnóstico preliminar basado en las señales características y en los síntomas que tienen que ser seleccionados entre la infinita variedad de aspectos y comportamiento del paciente. Por tanto, este diagnóstico se apoya en una división y clasificación básica de grupos de síntomas. Pero esta división no se debe fijar nunca de antemano de una manera rígida. El médico debe asegurar y confirmar constantemente sus hipótesis, cambiándolas cuando no se confirman.

El diagnóstico preliminar puede señalar algún trauma en un lugar concreto del cuerpo, la disfunción de un órgano, una infección generalizada o algún desorden del metabolismo. La identificación de una enfermedad determinada depende, por tanto, de la habilidad del doctor en reconocer un cuadro completo de síntomas que han sido abstraídos a partir de un fondo complejo. Una vez hecho este diagnóstico, el médico general solicitará la asistencia de un especialista en alguna de las subdivisiones de la medicina, por ejem-

plo lesiones cerebrales, desórdenes del sistema gastrointestinal, fracturas óseas o enfermedades infecciosas. Cuando el saber médico es coherente, combina este conocimiento generalizado con el más detallado de un especialista. Con todo, siempre se presenta el peligro de que, al dedicarse a un síntoma o zona del cuerpo concreto, se deje de lado su conexión con la totalidad de la forma de vida del paciente o el estilo de vida de la sociedad. Cuando esto ocurre se oscurece la naturaleza del desorden y la especialización da paso a la fragmentación, lo que a su vez conducirá a un tratamiento inadecuado.

De manera semejante, la ciencia se ha desarrollado en un número de áreas generales, como la física, la química y la biología. Cada uno de estos campos se ha descompuesto a su vez en especializaciones más concretas. La física, por ejemplo, incluye las partículas elementales, la materia nuclear, atómica, molecular y condensada, los fluidos, la astrofísica, etc. Cada una de las disciplinas incluye áreas altamente especializadas de conocimiento, junto con enfoques teóricos y experimentales que se han ido construyendo con la evolución histórica. Así, en el siglo XVII el estudio de los gases abarcaba tanto la física como la química, y en un único laboratorio se utilizaban toda una serie de enfoques y técnicas experimentales diferentes. El irlandés Robert Boyle estaba interesado en el comportamiento, tanto físico como químico, de los gases. Le fascinó muy particularmente lo que denominó la “expansión” de una gas, la manera en que su volumen cambia con la presión. Para hacer medidas precisas de esta relación era necesario aislar cada uno de los fluidos de las circunstancias contingentes, como los cambios de temperatura. Pero una vez que estuvo establecida la ley de Boyle, se hizo posible ampliar la investigación y observar a la vez el efecto de la presión y la temperatura en el mismo volumen de gas. Por otro lado, incluso los experimentos más sofisticados podían detectar desviaciones del comportamiento ideal en algunos de los gases. Pero en ese momento, el estudio de los gases se había dividido en dos áreas principales: su comportamiento físico, por un lado, y sus propiedades químicas, por el otro, estudiada cada una de ellas por especialistas con antecedentes y formación muy diversos.

El ejemplo de la investigación de Boyle ilustra dos tendencias concretas en la especialización: en primer lugar, que un tema de interés general, en este caso el comportamiento de los gases, puede llegar a dividirse en varios campos diferenciados de estudio; en segundo lugar, la manera en que procede la exploración científica, poniendo atención, a través de experimentos cuidadosamente preparados, sobre alguna propiedad determinada de un sistema, e in-

tentando después su estudio en condiciones de aislamiento del contexto más amplio de su entorno. Una vez que se ha comprendido plenamente esta propiedad en concreto, puede ya ampliarse el contexto para incluir efectos y propiedades adicionales. Lo ideal es que las áreas de especialización no permanezcan nunca fijas de manera rígida, sino que tengan una evolución dinámica, a modo de flujo, al subdividirse en cierto momento en campos acotados de especialización y hacerse después más generales. Siempre que estos límites sean móviles y los científicos sean conscientes del contexto más amplio de cada experimento y concepto, no hay necesidad de que surjan problemas de fragmentación.

Pero, en general, la ciencia se va haciendo en la actualidad más y más especializada, de modo que un científico puede emplear toda su vida trabajando en un campo concreto sin llegar a ponerse nunca en contacto con el contexto más amplio de su materia. Es más, algunos científicos piensan que esto es inevitable. Porque, a medida que van creciendo los conocimientos, el saberlo todo en profundidad y detalle se hace imposible, de modo que aparentemente los investigadores han de contentarse con trabajar en áreas cada vez más reducidas.

Sin embargo, todavía se cree posible encontrar ejemplos en los que la especialización no conduce a la fragmentación sino a una extensión del contexto general. A principios de siglo, por ejemplo la mayoría de los investigadores en biología tenían poco que ver con las nuevas ideas que aparecían en física. Los expertos podían tener algún conocimiento superficial de los nuevos avances en física atómica y la teoría cuántica, pero tenían pocas razones para relacionarlas con su investigación diaria. Sin embargo, unas décadas más tarde el interés por el ADN introdujo en biología una serie de nuevas técnicas experimentales que habían sido desarrolladas anteriormente en física. Actualmente, los métodos de la física experimental y la teoría cuántica forman una parte esencial de lo que se conoce como biología molecular. Así pues, el campo de la biología molecular ha trascendido las fronteras de cierto número de ciencias. Es cierto que, como nueva área de estudio, la biología molecular se ha fragmentado y separado a su vez de otras ramas de la biología. Hoy un biólogo molecular tiene probablemente poco en común con un zoólogo, por ejemplo. De ahí que, incluso cuando se hacen conexiones significativas entre distintas áreas de especialización, el resultado final puede ser incluso una forma más sutil y rígida de especialización.

No obstante, y como se sugirió antes, parece que no hay una razón intrínseca por la que el movimiento entre especialización y generalización, entre análisis y síntesis, deba necesariamente con-



ducir a la fragmentación. Además, está claro que los mismos científicos no tomarían conscientemente la decisión de seguir su investigación de manera fragmentaria. ¿Cómo se ha llegado entonces a la fragmentación actual de la ciencia? Parece evidente que deben haber algunos factores particularmente sutiles que han sido contruidos de la misma manera en que se lleva a cabo la ciencia. Nuestra propuesta es que la fragmentación no se origina tanto en algún defecto en el enfoque científico, sino que más bien tiene su origen en la manera general en que los seres humanos perciben y actúan, no sólo como individuos sino, y más importante, en un nivel social organizado. Como ejemplo (que será más detalladamente estudiado en el capítulo siguiente), la fragmentación se origina la comunicación científica y esto llega a introducirse en la manera en que se usa el lenguaje científico. Y puesto que las causas de esta división son, por lo general, principalmente subliminales, es extremadamente difícil detectarlas y corregirlas.

Un motivo subliminal de fragmentación en la ciencia incluye lo que podría denominarse “la infraestructura tácita de las ideas científicas”. Algunas de nuestras más valiosas habilidades existen en dicha forma. Un niño, por ejemplo, pasa largas horas con una bicicleta hasta que de repente aprende a andar en ella. Y aun así, una vez adquirida esta nueva habilidad, parece que no se olvida nunca. Adopta una forma subliminal e inconsciente, ya que nadie “piensa” realmente cómo montar en bicicleta. De la misma manera escribir a máquina, dirigir un velero, caminar, nadar, jugar al tenis, y para un manitas dejar a punto un coche, cambiar un enchufe roto o la arandela de un grifo, contienen este tipo de infraestructura tácita del conocimiento y de las habilidades. De manera similar, un científico posee este tipo de sensibilidad y pericia en la “yema del dedo”. Esto hace posible la investigación cotidiana, permitiendo la concentración en el núcleo central del problema sin tener que esta constantemente pensando en los detalles de lo que se está haciendo. La mayoría de los científicos llevan adelante su investigación utilizando técnicas experimentales o aplicando teorías que aprendieron en la universidad. Por ello, un físico puede emplear diez años en la investigación de, por ejemplo, la estructura interna de los metales sin necesidad de plantearse nunca este conocimiento tácito en ninguna forma básica.

Pero la ciencia, como todas las cosas, está constantemente en proceso de evolución y cambio. En este proceso, los avances que se hacen en un área determinada pueden tener a veces importantes consecuencias para el establecimiento de teorías y conceptos en otros

campos. De esta manera, el contexto general de la ciencia esta constantemente sufriendo cambios que son a veces tan profundos como sutiles. El resultado de esta innovación compleja es que la infraestructura subyacente de conceptos e ideas puede poco a poco hacerse inapropiada o incluso irrelevante. Pero al estar, los científicos, acostumbrados a utilizar sus habilidades y conocimientos de manera subliminal e inconsciente, hay una tendencia mental a aferrarse a ellos e intentar seguir trabajando con viejas técnicas en el marco de un nuevo contexto. La consecuencia es una mezcla de confusión y fragmentación.

Para poner un ejemplo, consideremos el desarrollo de la teoría de la relatividad. Antes de Einstein, los conceptos newtonianos de espacio y tiempo absolutos habían inundado tanto la teoría como la práctica de la física durante varios siglos. Incluso un físico tan original como H. Lorentz, que trabajó alrededor del cambio de siglo, continuaba utilizando estos conceptos en un intento de explicar la velocidad constante de la luz, dejando de lado la velocidad de los aparatos de medición. Las nociones newtonianas de velocidad relativa sugerían que la medida de la velocidad de la luz debería arrojar un resultado experimental que dependería de la velocidad del aparato de observación en relación con la fuente de luz. Así, si el aparato se mueve rápidamente hacia la fuente de luz, se espera que registre una mayor velocidad que si se mueve alejándose. Sin embargo, a lo largo de cuidadosas mediciones no pudo observarse tal efecto. Lorentz, en un esfuerzo por mantener las nociones newtonianas, propuso una teoría del éter, en la que los resultados anómalos se explicaban por cambios en el aparato de medición al moverse a través del éter.

De este modo pudo Lorentz explicar la velocidad constante de la luz, independientemente de la velocidad relativa del observador, como un artificio producido por los instrumentos de medición, sin tener que cuestionar la naturaleza fundamental de las ideas newtonianas. Se necesitó la genialidad de Einstein para hacerlo. Pero era tal la fuerza de la infraestructura tácita de los conceptos básicos que hubo de pasar algún tiempo antes de que la mayor parte de los científicos pudieran apreciar el significado de las propuestas de Einstein. Igual que con Lorentz, la tendencia general era aferrarse a las maneras tradicionales de pensamiento en contextos nuevos que requerían cambios de base. Así se introdujo en la infraestructura subliminal una confusión muy difícil de detectar.

Para liberarse de este galimatías, los científicos han de poder percibir la infraestructura subyacente de habilidades, conceptos e

ideas bajo una luz totalmente nueva. Desde el primer momento, esta observación revela varias contradicciones internas y otras inadecuaciones, que deberían ser suficientes para que los científicos se dieran cuenta de que algo iba mal. Una acumulación de paradojas e incongruencias tendría que llevar a los científicos a cuestionarse la totalidad de la estructura general de las teorías y presuposiciones que subyacen a un campo concreto. En algunos casos, un examen de este tipo incluiría el planteamiento de la independencia de esta área de especialización con respecto a otras.

Sin embargo, en muchos casos no se produce esta clase de reacción, y los científicos intentan avanzar guardando “vino nuevo en odres viejos”. ¿Por qué ocurre esto? La respuesta incluye un factor psicológico, la fuerte tendencia de la mente a aferrarse a lo que le resulta familiar y a defenderse contra aquello que amenaza con poner en serio peligro su equilibrio. A no ser que se prevean estupendas compensaciones, la mente no gustará de explorar su infraestructura inconsciente de ideas sino que preferirá seguir adelante por caminos familiares.

La tendencia de la mente a aferrarse a lo conocido se intensifica por el hecho de que la estructura tácita está inseparablemente entrelazada con toda la red de la ciencia y con sus instituciones, de las que depende la seguridad profesional de todo científico. El resultado es que hay siempre una fuerte presión contra cualquier investigador que amenace con “estrellar el barco”. Esta resistencia no se limita, claro está, a la ciencia, sino que tiene lugar en todas las esferas de la vida, cuando se ven amenazados pensamientos y sentimientos que nos resultan familiares y cómodos. La tendencia general será, por consiguiente, la falta de la energía y el coraje necesarios para cuestionar la totalidad de la infraestructura tácita de un campo. Y resultará cada vez más difícil hacerlo, ya que toda la infraestructura se extiende en último término, mediante sus implicaciones, a todo el conjunto de la ciencia e incluso de la sociedad.

Un mecanismo especialmente significativo, que la mente emplea para defenderse de la inadecuación de sus ideas básicas, es negar que resulte relevante explorar tales ideas. Es más, la totalidad del proceso va todavía más lejos, porque de manera implícita se niega que se esté negando algo importante. Los científicos, por ejemplo, pueden evitar la confrontación de ideas más profundas con asumir que cada contradicción o dificultad en concreto puede resolverse mediante alguna modificación adecuada de una teoría comúnmente aceptada. De esta manera, cada problema desencadena un estallido de actividad en el cual el investigador se lanza a la búsqueda de

una “nueva idea”. Pero en vez de buscar algo verdaderamente fundamental, los científicos intentan introducir a menudo añadidos o modificaciones que salen simplemente al encuentro del problema en cuestión, sin perturbar de manera profunda la estructura subyacente.

Otra forma de defender la estructura subliminal de las ideas es exagerar la separación entre un problema concreto y otras áreas. Es así como el problema puede ser estudiado en un contexto limitado y sin necesidad de plantear conceptos relacionados con él. Pero esto únicamente logra impedir un conocimiento claro de las conexiones últimas del problema con la totalidad de su contexto y sus implicaciones. El resultado es que se producen divisiones artificiales y excesivamente cerradas entre los distintos casos, oscureciéndose sus conexiones con campos más extensos. A medida que estas divisiones se vuelven más rígidas con el paso del tiempo, dejan de constituir cortes o abstracciones válidos en campos diferentes de estudio y pasan a ser una forma omnipresente de fragmentación. Más adelante, el trabajo, guiado por esta infraestructura fragmentaria, conducirá a una confirmación manifiesta de que puede haber una separación definida entre los campos en cuestión. Ahora las distintas áreas de estudio parecen tener existencia propia, de manera objetiva e independientemente de las acciones, la voluntad y el deseo de los científicos, a pesar de que fueron sus actos los que en un principio dieron lugar a esta fragmentación. Así pues, la fragmentación tiende a la autosuficiencia, de modo que es muy importante darse cuenta de sus peligros antes de verse atrapados en sus consecuencias.<sup>1</sup>

La resistencia mental a traspasar las fronteras de las divisiones de materias, y, más en general, la hostilidad a cambiar nociones fundamentales de todo tipo, resulta particularmente peligrosa cuando se trata de una idea sobre la verdad fundamental. Hasta bien entrado el siglo XIX, a la mayoría de la gente le gustaba creer que, gracias a los esfuerzos comunes, la humanidad se estaba acercando a cierta verdad absoluta sobre la naturaleza. La idea de que la ciencia podía tener un papel importante en el descubrimiento de esta verdad se encontraba, por ejemplo, tras la reacción de la Iglesia Católica ante las enseñanzas de Galileo, ya que parecía que los científicos se sentían capaces de desafiar la autoridad de la Iglesia como depositaria tradicional de la verdad. En el siglo XIX, el evolucionismo

---

<sup>1</sup> Sobre este punto se discute de manera más extensa en el libro del autor(es) *La totalidad y el orden implicado*, Editorial Kairós Barcelona, 1988, capítulo 1.

darwiniano produjo otra revolución más que, a los ojos de muchos, era un golpe contra la autoridad de la religión.

Cuando la ciencia ganó su batalla contra la Iglesia por la libertad de abrigar sus propias hipótesis, se convirtió a su vez en la principal depositaria de la idea de que formas concretas de conocimiento podían ser verdades absolutas, o al menos acercarse a ellas. Esta creencia en el poder último del saber científico daba a mucha gente una gran sensación de seguridad, casi comparable a los sentimientos experimentados por quienes tienen una fe absoluta en las verdades de la religión. No obstante, existía un rechazo a cuestionar los fundamentos primeros sobre los que descansaba la base de esta verdad.

Mirando hacia atrás, la idea de que la ciencia podría conducir a una verdad absoluta no era en principio inaceptable. Después de todo, en el siglo XVII Galileo y Newton habían dejado al descubierto una impresionante estructura interna que se refería a la totalidad del universo. Esto tuvo que sugerir a muchos científicos la idea de que se acercaban a algunos aspectos de la verdad absoluta. Sin embargo, la ciencia, en su devenir incansable, condujo pronto a nuevos desarrollos de esta "verdad" con el darwinismo, el análisis freudiano, la relatividad y la teoría cuántica. En la actualidad, este proceso de cambio tiene toda la apariencia de seguir adelante. Así pues, surgen preguntas como las siguientes: ¿cómo es posible reconciliar la esperanza de que la ciencia encuentre una verdad absoluta con estas innovaciones radicales en sus fundamentos mismos? ¿Cuál es la relación entre las ideas científicas y la realidad, cuando constantemente se producen tales cambios fundamentales en las teorías científicas? En la actualidad se ha debilitado considerablemente la noción de verdad absoluta, y los científicos se han acostumbrado, al menos de manera tácita, a aceptar la necesidad de cambios interminables en sus conceptos básicos. A pesar de ello, y al menos en el nivel subliminal, la mayoría de los científicos todavía parecen albergar la esperanza de que, de alguna manera, la misma actividad científica les ofrecerá algún día una noción de verdad absoluta. Parece ser ésta una de las razones por las que muestran tal disposición a defender con gran energía la infraestructura tácita de la ciencia.

Está claro que dentro del clima actual de la investigación científica, no se puede poner fin a esta defensa que hace lamente de sus propias ideas y suposiciones tácitas a pesar de su inadecuación. Porque, dentro de este contexto, cada paso adelante estará desde un principio profundamente condicionado por el apoyo automático de la totalidad de la infraestructura. Lo que se necesita es un enfoque completamente nuevo, una oleada creativa como la sugerida en la

introducción que vaya más allá de las ideas tácitas e inconscientes que han llegado a dominar la ciencia. Con todo, esta nueva visión incluiría cuestiones sobre la naturaleza de la creatividad y sobre lo que podría ayudar a fomentarla.

Esta indagación comienza, en este capítulo, echando una ojeada a la manera en que ha actuado la creatividad para originar nuevas ideas en el campo de la física. Esta investigación revela también algunos de los factores que impiden la creatividad y abre una sugerencia sobre cómo se podrían modificar las actividades de la ciencia actual para fomentar un enfoque más creativo. En capítulos posteriores se da una visión más general, ya que la creatividad se estudia en relación con todo el problema del orden. Para terminar, el último capítulo estudia las implicaciones de una oleada creativa de tipo general, en relación no sólo con la ciencia, sino también con la sociedad y la vida humana como un todo.

### Novedad y conservación de las teorías científicas

Las ideas discutidas en el apartado anterior tienen algo en común con las de Thomas Kuhn, el historiador y filósofo de la ciencia, cuyo libro *The Structure of Scientific Revolutions* levantó gran expectación en los años setenta.<sup>2</sup> Sin embargo, un examen más detallado revela diferencias, sutiles pero significativas, entre nuestra idea y las de Kuhn, sobre todo en conexión con la naturaleza del cambio y la conservación en la ciencia. De manera más específica, nos alejamos de Kuhn principalmente en la interpretación de las rupturas que tiene lugar en el desarrollo de la ciencia y en las sugerencias de cómo superarlas.

Basándose en un estudio histórico de cómo se desarrollan las ideas científicas, Thomas Kuhn defiende que la actividad dominante de la ciencia tiene lugar a lo largo de extensos periodos de lo que él llama “ciencia normal”, período durante los cuales no se cuestionan seriamente los conceptos fundamentales. Después, esta “ciencia normal” da paso a una “revolución científica”, en la que teorías e ideas cambian de manera radical, al crearse nuevos sistemas completos de conceptos y perspectivas. Kuhn llama a estos sistemas totales *paradigmas*. Los paradigmas incluyen no sólo sistemas de teorías, principios y doctrinas, sino también lo que hemos llamado la “estructura tácita de las ideas”, que se transmite de generación en generación de científicos y que constituye la base del aprendizaje.

---

<sup>2</sup> University of Chicago Press, Chicago, 1962.

Kuhn defiende que, tras una revolución científica, el nuevo paradigma es “inconmensurable” con respecto al anterior. Esto sugiere claramente una ruptura o fragmentación dentro de la evolución de la ciencia. El término “inconmensurable” no queda demasiado claro. Parece implicar que el nuevo paradigma no tiene lo suficiente que ver con el precedente, ni siquiera para permitir una medida común. En este sentido, la inconmensurabilidad es bastante distinta a nociones como las de contradicción o incompatibilidad, que implican alguna infraestructura común en la que sólo en ciertos puntos aparece una oposición, de modo que puede medirse la divergencia o la falta de acuerdo. Sin embargo, el término de Kuhn implica que una medición de este tipo no es posible. Quizás hubiera sido mejor decir que dos paradigmas son mutuamente irrelevantes. En este sentido, los que entiendan un paradigma podrían, mediante un esfuerzo, entender el otro. Pero sentirían que esto tiene poco que ver con lo que ellos consideran el marco básico en el que ha de encerrarse la verdad. Tendrían poco motivo para prestar atención al paradigma alternativo. Si Kuhn tiene razón, está claro que el nuevo paradigma conduce así a una forma de fragmentación muy básica y seria.

Así pues, es importante cuestionar todo el análisis de Kuhn sobre la inconmensurabilidad y preguntarse si tal dislocación básica de ideas ha de acompañar necesariamente a una revolución científica. Es también necesario ocuparse de la noción de “ciencia normal”. De hecho, Kuhn no quiso decir que esto fuera una norma o ideal al que debía aproximarse la ciencia tras una revolución. Más bien argumentaba que era la manera tradicional en la que los científicos habían trabajado en el pasado. En este libro se defenderá que la ciencia no necesita funcionar de esta manera, y que la “ciencia normal” de Kuhn no tiene más fuerza que la de la costumbre y el hábito. Un análisis más detallado mostrará que se producen cambios significativos durante los periodos de “ciencia normal”, y que la auténtica creatividad no puede quedar limitada solamente a los periodos de revolución. Volviendo a esta noción de revolución científica: lo que se trate en este capítulo mostrará que todo el asunto es mucho más sutil que el oponer dos paradigmas inconmensurables. Es más, existe un potencial para un enfoque siempre creativo en la ciencia, de modo que no resulta inevitable una discontinuidad abrupta de las ideas.

Observamos, como ejemplo preliminar, una de las mayores revoluciones científicas que han tenido lugar antes de este siglo. Nos referimos a la comprensión de la naturaleza básica del movimiento. Según Aristóteles, todos los cuerpos tienen su lugar natural en el

universo. Cuando un cuerpo ha encontrado su lugar natural, permanece en reposo si no es movido por el efecto de una fuerza exterior. La teoría aristotélica corresponde a lo que podría denominarse una visión de la naturaleza de “sentido común”. Cualquiera que sea la fuerza con que se arroje una piedra, la experiencia nos enseña que en algún momento quedará quieta sobre la tierra. También una carreta se detiene cuando el caballo se cansa. El “sentido común” sugiere que todas las cosas se detienen en algún momento, y permanecen así a no ser que las mueva una fuerza externa.

El sistema de Newton, que reemplazó al de Aristóteles, sostenía que el estado natural es el del movimiento, mientras que el reposo, o velocidad cero, resulta ser un caso especial. Así pues, un objeto se mueve en línea recta, o permanece en reposo, indefinidamente, a no ser que sobre él actúe alguna fuerza. Al entrar en acción una fuerza, el movimiento cambia en una proporción expresada por la segunda ley del movimiento de Newton. A primera vista, las leyes del movimiento de Newton parecen contradecir el sentido común, porque sugieren que si de alguna manera se eliminan las fuerzas opuestas, entonces la piedra y la carreta continuarán moviéndose indefinidamente en línea recta.

Es evidente que hay un abismo entre la concepción aristotélica y la newtoniana. En el paradigma newtoniano, por ejemplo, la noción aristotélica de lugar natural está totalmente excluida, mientras que en el sistema aristotélico no hay cabida para la idea de Newton sobre el movimiento natural. Por tanto, parece que las dos ideas no tienen nada que ver entre sí, hasta el punto de que una no es ni siquiera relevante para la otra. Sin embargo, un examen más detallado de la “revolución científica” de Newton muestra que, en algunos aspectos, no hubo de hecho una dislocación repentina de conceptos e ideas. Para empezar, una parte de la vieja infraestructura tácita de ideas se conservó en el esquema de Newton. Además, hubo otros cambios significativos que tuvieron lugar en el período de “ciencia normal” que vino a continuación. De hecho, durante un largo período posterior a Newton hubo bastante confusión entre las dos concepciones, pero precisamente eso permitió la posibilidad de diálogo entre los dos paradigmas. En este sentido, los dos paradigmas no fueron nunca totalmente inconmensurables, y lo que es más pudo sostenerse una forma de diálogo creativo entre ellos.

En la Edad Media, la gente aceptaba las ideas de Aristóteles como parte de una infraestructura tácita de su visión del mundo. Tras Newton fue surgiendo poco a poco otra visión del universo, en la que las ideas de Aristóteles empezaron a parecer extrañas y fuera de



lugar. Así pues, a finales del siglo XVIII las nociones aristotélicas sobre el movimiento no parecían poder compararse con las de Newton. Pero un examen cuidadoso muestra que no todo había sido barrido con la revolución de Newton. Por ejemplo, la noción de lo que constituía un cuerpo material, y qué era la estructura real del espacio y el tiempo, no cambiaron de manera radical, al menos en un principio. Por consiguiente, la revolución newtoniana sería mejor describirla como un cambio radical en ciertas ideas, colocado sobre un fondo general de conceptos que permanecieron sin cambio.

Es más, el sentido de irrelevancia mutua entre los dos paradigmas surgió en realidad más tarde, al extenderse las implicaciones de las ideas de Newton al resto de la física. Porque al irse extendiendo estas ideas, comenzaron a transformarse conceptos generales sobre la naturaleza de la materia que no habían sido examinados con detalle en la “revolución” inicial. Por ejemplo, las leyes del movimiento de Newton no se refieren sólo a manzanas o balas de cañón, sino también al movimiento de la luna y de los planetas. Pero está claro que, si las mismas leyes gobiernan tanto los cielos como los cuerpos terrestres, no debe haber diferencias esenciales entre estas dos formas de materia. De esta manera se negaba uno de los presupuestos aristotélicos básicos sobre la naturaleza del universo. Un cambio similar tuvo lugar con relación a la noción de causa, pues los enfoques de Galileo, Kepler y Newton mostraron que ya no se necesitaban en física los conceptos de causa formal y final, defendidos por Aristóteles. Así pues, a medida que se dejaban sentir los efectos de las nuevas ideas, comenzó a transformarse todo el marco de las formas tradicionales de pensamiento. Al destruirse poco a poco el viejo marco, y desarrollarse nuevas ideas de causa, movimiento y materia, la ciencia experimentó una gran transformación en la manera en que miraba el mundo, cambio que pasó a la siguiente estructura tácita.

Evidentemente, mientras se estaban produciendo los grandes cambios durante la revolución newtoniana, la vieja infraestructura y la nueva no eran, en principio, inconmensurables en todos los aspectos. Sin embargo, en el periodo de “ciencia normal” que vino después, la vieja infraestructura se vio desgastada y transformada por la gran cantidad de implicaciones de las nuevas ideas. De esta manera, las implicaciones de una “revolución científicas” pueden ser de largo alcance y continuarán apareciendo durante el periodo de “ciencia normal” que le sigue.

Con la teoría de la relatividad de Einstein y la teoría cuántica, los conceptos tradicionales de movimiento, materia y causalidad volvieron a cambiar una vez más. Por ejemplo, el concepto newtoniano

de espacio y tiempo absolutos, continuación de las anteriores nociones aristotélicas, resultaron finalmente incompatibles con las ideas relativistas de Einstein. Además, el concepto tradicional de la trayectoria de una partícula no era coherente con la noción de una transición cuántica continua.

De ésta y de muchas otras maneras, las teorías cuánticas y de la relatividad continuaron la revolución comenzada por Newton, y siguieron transformando la infraestructura tácita general que subyace a la física. Un aspecto especialmente significativo de este cambio fue el establecimiento de una gran dependencia de las matemáticas. Como ya señalamos en la introducción, la idea de las matemáticas expresan la realidad esencial de la naturaleza fue enunciada, en época moderna, por científicos como sir James Jeans y Werner Heisenberg, pero al cabo de unas décadas estas ideas se transmitían de manera casi subliminal. El resultado fue que, tras la universidad, la mayoría de los físicos habían llegado a considerar esta actitud frente a las matemáticas como perfectamente normal. Sin embargo, unas generaciones antes, puntos de vista semejantes habrían sido considerados extraños e incluso alocados; en cualquier caso, irrelevantes para una visión científica adecuada de la realidad. Así que nuevamente, a pesar de que suele considerarse que las revoluciones científicas de este siglo surgieron de manera explícita en las tres primeras décadas, con las teorías cuánticas y de la relatividad, de hecho continuó habiendo cambios esenciales en las décadas posrevolucionarias. Durante este período de la llamada “ciencia normal” comenzó a cambiar la actitud hacia la importancia de las matemáticas. Antes se las consideraba como una importante herramienta en la exposición de las implicaciones de ideas, conceptos y modelos, ahora se creía que contenían la auténtica esencia de las ideas científicas.

### Creatividad y metáforas

Las revoluciones científicas comienzan, por consiguiente, con un cambio radical que, a través de un largo periodo de “ciencia normal”, desarrolla una infraestructura de ideas y presupuestos básicos totalmente nueva. Está claro que estas transformaciones a largo plazo dentro de la infraestructura de las ideas, prácticamente inconsciente, implican una operación de creatividad de manera continua. Por tanto, y frente al enfoque de Kuhn, defendemos aquí que se mantiene siempre cierta continuidad durante una revolución científica, y que las innovaciones significativas a esta infraestructura continúan produciéndose en los periodos subsiguiente de ciencia “normal”.

Sin embargo, no siempre obtenemos una percepción clara de la auténtica naturaleza de este cambio en el mismo momento. Es más, los científicos creen generalmente que “todo se transforma” en una revolución, mientras que durante el largo periodo que sigue se entiende que todo permanece básicamente igual.

En la ciencia, esta percepción errónea de la sutil pero fundamental naturaleza del cambio, se convierte en una importante fuente de rigidez, que contribuye a su vez a la fragmentación en la manera anteriormente descrita. De ahí que, para comprender la naturaleza esencial del cambio en la ciencia, sea necesario ver cómo surgen de hecho nuevas ideas a pesar de esta rigidez. Al hacerlo así podremos introducirnos en la naturaleza de la creatividad, sin la cual la ciencia se vería apresada de manera indefinida en las “vías inflexibles” que ella misma ha trazado con su propio progreso en el pasado.

Para comenzar esta indagación sobre la creatividad, consideremos el ejemplo de la teoría de la gravitación universal de Newton. El revolucionario paso dado por Newton fue bastante más allá de la simple reordenación de conceptos ya existentes, puesto que incluía una percepción mental radicalmente distinta de la naturaleza. En realidad, la idea de que los objetos pueden atraerse mutuamente no nació con Newton. Por su genialidad fue darse cuenta de la totalidad de las implicaciones de lo que ya se sabía en la comunidad científica. Para comprender el significado de la aguda visión de Newton hace falta retroceder a la Edad Media, cuando la ciencia estaba firmemente basada en la noción aristotélica de que las materias terrestre y celeste poseían dos naturalezas básicamente diferentes. A partir de la Edad Media comenzaron a acumularse pruebas experimentales que sugerían que no existe una diferencia fundamental entre la materia celeste y la terrestre. Pero los científicos guardaban este conocimiento en una especie de comportamiento mental, separado de otro compartimento que seguía aferrándose a la noción de que cielo y tierra son cosas distintas. Nunca se plantearon preguntas como por qué la luna no cae, ya que parecía evidente que, por su naturaleza celeste, permanecía naturalmente en el cielo, al que pertenece.

Fue Newton el primero en advertir de las implicaciones universales de la caída de la manzana: de la misma manera que la manzana cae hacia la tierra, así lo hace la luna, y así también todo cae hacia todo lo demás. Para poder ver la universalidad de la atracción gravitacional, Newton tuvo que liberarse de la habitual separación entre materia terrestre y celeste, fragmentación que se hallaba implícita en la infraestructura tácita de la ciencia “normal” de su época. Para romper con las maneras de pensamiento habituales, acepta-

das de antemano durante generaciones, hacía falta mucho coraje, energía y pasión Newton poseía estas cualidades en abundancia y, agudizadas sus facultades, estaba siempre planteando cuestiones fundamentales. El factor crucial en la visión de Newton, y en general en la creación de nuevas ideas, es esa habilidad para romper los viejos esquemas de pensamiento. Es más, una vez hecho esto surgen de manera natural nuevas visiones ingeniosas e ideas inéditas.

Para el que no es científico resulta difícil tener una sensación directa de lo que es crear una teoría o un concepto científico nuevos. Pero uno puede hacerse una idea pensando en la manera en que se usan las metáforas en poesía.<sup>3</sup> Las obras de Shakespeare, por ejemplo, son especialmente ricas en metáforas:

El mundo es todo él un escenario  
Y en él, hombres y mujeres son todos meros actores  
*As You Like It.*

La vida no es sino una sombra errante, un mísero actor  
Que se contonea y consume sus horas sobre el escenario  
*Macbeth*

El mundo es un escenario; el nacimiento y la muerte *son* entradas y salidas; la vida es “un cuento narrado por un idiota, lleno de estruendo y furia, que no significa nada”.

Este uso característico de la palabra es, poniendo en relación cosas totalmente diferentes e incluso incompatibles, parece crear, a primer vista, una paradoja. Para expresarlo más claramente, digamos que A = “el mundo” y B = “un escenario”. La metáfora correspondiente toma entonces la forma A= B. Sin embargo, el sentido común nos dice que el mundo *no* es un escenario y por tanto A≠B. Así pues, la metáfora parece incluir al mismo tiempo una igualdad y una negación de dos ideas, conceptos y objetos.

La primera sensación producida por el significado interno de la equiparación poética de cosas totalmente diferentes es una especie de tensión o vibración en la mente, un estado de energía en el que, de manera no verbal, tiene lugar una percepción creativa del significado de la metáfora. En algunos casos, esta percepción agudizada es

---

<sup>3</sup> Una discusión sobre la metáfora aparece también en John Briggs, “Reflectaphors”, y en Basil Hiley & F. David Peat, eds., *Quantum Implications: Essays in Honour of David Bohm*, Routledge & Kegan Paul Londres, 1987.

la única razón por la que se utiliza la metáfora. Sin embargo, algunos poetas prefieren ir mas lejos y mostrar que esas dos cosas tan diferentes que han sido identificadas formalmente son en realidad parecidas de alguna manera significativa pero fuertemente implícita. En el caso de las palabras de Jacques en *As You Like It*, el significado de la metáfora entre la vida y un escenario se desarrolla comparando a la gente con los actores sobre un escenario, y la vida de una persona con una serie de escenas de una obra. Muchos de los diálogos y sonetos de Shakespeare comienzan con la representación agudizada de una metáfora y, tras haber cargado al oyente de una alta energía perceptiva, pasa a desarrollar el significado interno de la metáfora explorando los sutiles parecidos y diferencias entre los términos comparados A y B.

La noción de metáfora puede servir para ilustrar la naturaleza de la creatividad científica, al equiparar, de manera metafórica, un descubrimiento científico con una metáfora poética. Porque en la ciencia, al descubrirse una nueva idea, la mente se ve envuelta en una forma de percepción creativa similar a cuando percibe una metáfora poética. Sin embargo, para la ciencia es esencial desarrollar el significado de la metáfora de manera más detallada, mientras que en poesía la metáfora puede que dar expresada de manera más o menos implícita.

Podremos entender mejor estas ideas mediante un ejemplo, la primera percepción de Newton sobre la naturaleza de la gravitación universal. Podría expresarse en forma metafórica como “La luna es una manzana”, que después es extendida a “La luna es una tierra”. En un principio, este uso del lenguaje origina un estado de energía altamente creativa y perceptiva, que básicamente no difiere del originado por una metáfora poética. Así pues, en este punto se siente ya que la luna, una manzana y la tierra se parecen en algún aspecto muy importante, pero, como sucede con la metáfora poética, esto todavía no ha sido expresado de manera explícita. Sin embargo, y casi de manera inmediata, el pensamiento científico se da cuenta de que todos estos objetos son básicamente semejantes en el sentido de que se atraen mutuamente y obedecen a las mismas leyes del movimiento. Esta fase, aun siendo un acercamiento más explícito, es todavía bastante poética y de naturaleza cualitativa.

El siguiente paso es trasponer la metáfora, ya desarrollada, a lenguaje matemático, mediante el que se representan las semejanzas y diferencias de manera más explícita. A partir de aquí se utiliza el cálculo para comparar la teoría con el experimento y explicar de manera detallada por que todos los objetos caen y sin embargo al-

gunos, como la luna, no alcanza nunca la superficie terrestre. Habría que hacer hincapié aquí en que las matemáticas han ocupado en esta ocasión el lugar que les corresponde en la teorización, ya que sin ellas hubiera sido difícil de realizar la comparación con el experimento. Además, las matemáticas permiten realizar nuevas predicciones detalladas, y nos conducen incluso a nuevos conceptos cuando se aplican estas ideas en contextos recién aparecidos.

Otro ejemplo de creación metafórica nos lo da la bien conocida historia de Arquímedes, cuando se le pidió que determinara la cantidad de oro que había en una corona. El filósofo sabía perfectamente que, conociendo el peso y el volumen de la corona, podría calcular su densidad y comprobar si alcanzaba la del oro puro. Si la corona resultaba ser demasiado ligera para su volumen, entonces Arquímedes podría concluir que el oro había sido adulterado con algún otro metal. Pesar la corona no era ningún problema, pero ¿cómo iba Arquímedes a determinar su volumen? La geometría griega tenía una serie de reglas para determinar el volumen de varios objetos, siempre que éstos fueran de forma simple y regular. Por ejemplo, midiendo los lados de un cubo y aplicando la regla, Arquímedes podría haber calculado su volumen. Pero ¿cómo tenía que actuar con un objeto tan irregular como una corona, algo que quedaba totalmente fuera del sistema geométrico griego?

Dice la leyenda que Arquímedes estaba descansando en la bañera cuando se le ocurrió la solución. El filósofo se dio cuenta de que el nivel del agua subía cuando hundía su cuerpo, y de repente relacionó este proceso de desplazamiento con el grado en que estaba sumergido su cuerpo, y de ahí con el volumen de cualquier otro objeto irregular como la corona. Así pues, se estableció una metáfora entre la forma irregular de la corona, el volumen de su cuerpo y la subida del nivel del agua en la bañera. Sumergiendo la corona en agua y observando la elevación del nivel del agua pudo inferir su volumen. La percepción de Arquímedes fue, hasta cierto punto, visual; es decir, relacionada con la subida del agua en la bañera. Pero la esencia de su descubrimiento descansa en una percepción interna de nuevas ideas, que mostró a Arquímedes cómo el volumen de cualquier objeto es igual al volumen del agua que desplaza. El estado de elevada energía y vibrante tensión que acompaña a ese instante de creación está captado en la historia de que, en el momento en que Arquímedes vio el punto clave, gritó “Eureka”. La metáfora perceptiva de Arquímedes fue desarrollada más tarde de manera detallada, desembocando en un método general para la determinación práctica de los volúmenes irregulares que llevó al nuevo con-

cepto de gravedad específica. Finalmente, con la creación del cálculo de Newton, fue posible colocar la noción del volumen de un objeto irregular sobre una firme base matemática.

La percepción metafórica es fundamental para la ciencia e incluye el juntar ideas antes incompatibles de manera radicalmente novedosa. En *El acto creativo*, Arthur Koestler estudia una noción similar, que él denomina *bisociación*.<sup>4</sup> El mismo Koestler utiliza una metáfora entre la “lógica de la risa” y el acto creativo, que define como “el percibir una situación o idea en dos marcos de referencia auto-consistentes pero normalmente no comparables”. Esto se acerca claramente a lo que se está sugiriendo aquí sobre el papel de la metáfora.

Lo que Koestler dice lleva implícito que las penetraciones creativas de este tipo no están restringidas a la ciencia, el arte o la literatura, sino que pueden surgir en cualquier aspecto de la vida cotidiana. Un buen ejemplo es el caso de Helen Keller, discípula de Anne Sullivan. Cuando Sullivan se puso a enseñar a esta niña, que era ciega y sorda desde pequeña y por tanto no podía hablar, se dio cuenta de que tendría que ofrecer a Helen un inmenso cariño y prestarle una atención total. La primera vez que vio a su “alumna” se encontró con un “animal salvaje”, al que parecía ser imposible acercarse. Si Sullivan se hubiera limitado a ver a Helen según “lo normal”, es decir, con una percepción habitual, se habría dado por vencida en seguida. Pero trabajó con la niña lo mejor que pudo, con todas las energías de que disponía, observando siempre de manera sensible, “tanteado” el mundo desconocido de la niña, y llegando a aprender cómo comunicarse con ella.

El paso clave era enseñar a Helen a formar un *concepto* comunicable. No podía haberlo aprendido antes, puesto que no había sido capaz de comunicarse con otra gente de ninguna manera significativa. Así pues, Sullivan hizo que Helen, como jugando, entrara en contacto con el *agua* en una amplia variedad de formas y contextos, marcándole cada vez la palabra agua en la palma de la mano. El darse cuenta del significado de esto fue el comienzo de una fantástica revolución en la vida de Helen. Es más, los descubrimientos de Anne Sullivan y Helen Keller juntas fueron extraordinariamente creativos, y ayudaron a cambiar no sólo la vida de Helen, sino la de gran número de personas en situación similar.

Merece la pena explicar con más detalle qué se produjo en este extraordinario acto de percepción creativa. Hasta ese momento, Helen Keller quizás había sido capaz de formar conceptos de algún

---

<sup>4</sup> Hutchinson, Londres, 1964.

tipo, pero no podía simbolizarlos de manera que fueran comunicables y estuvieran sujetos a organización lingüística. En determinado momento se dio cuenta de que, el hecho de que en su mano se trazara constantemente la palabra *agua*, en conexión con experiencias en apariencia radicalmente diferentes, significaba que, en cierto sentido fundamental, estas experiencias eran esencialmente lo mismo. Para volver un momento a la idea de una metáfora, A podría representar su experiencia con agua quieta en un cubo, mientras que B sería su experiencia con agua saliendo de una bomba. Como la misma Helen dijo, al principio no veía relación entre estas experiencias. En ese momento, su percepción puede formularse como  $A \neq B$ . Sin embargo, en ambos casos se marcó en su mano la palabra *agua*. Eso le impresionó mucho, porque significaba que de alguna manera Anne Sullivan pretendía decirle que existía una equivalencia entre dos experiencias muy diferentes, es decir, que  $A = B$ . En algún momento, Helen percibió (de manera totalmente no verbal, ya que todavía no tenía términos lingüísticos para expresar su percepción) que A y B eran similares en algo básico, al ser formas diferentes de la misma sustancia, que estaba simbólicamente representada por la palabra *agua* trazada sobre la palma de su mano. En ese momento Helen debía encontrarse en un estado de tensión vibrante, e incluso de intensa energía creativa y perceptiva en esencia, similar al que experimenta un poeta que encuentra de repente una nueva metáfora. En el caso de Helen Keller, la metáfora no se detuvo aquí, sino que continuó para pasar por un rápido desarrollo. Así, como diría ella más tarde, se dio cuenta de que *todo tiene un nombre*. Esto también tuvo que haber sido un relámpago de percepción de naturaleza no verbal, ya que todavía no tenía un nombre para el concepto de nombre. Probablemente esta percepción tuvo su origen en un tipo de metáfora todavía más elevada, sugerida porque Anne Sullivan había estado jugando el mismo "juego" con ella durante muchas semanas, juego en el que se habían trazado sobre su mano "palabras" muy diferentes, cada una de ellas asociada a un número de experiencias diferentes pero similares. De esta manera, todas estas experiencias parecían estar relacionadas con el hecho de que eran ejemplos de un único concepto, aunque más amplio, esto es, el nombrar cosas. Para Helen, eso fue un descubrimiento asombroso, porque de esa manera se dio cuenta de la relación general existente entre símbolo y concepto, comenzando por el *agua* y siguiendo hasta una variedad indefinida de cosas que podía ser extendida sin límite.

A partir de aquí, el desarrollo era más de metáfora científica que poética, pues lo que siguió fue un inmenso proceso de despliegue



de las implicaciones de sus percepciones de forma más extensa. Así comenzó aprender inmediatamente todo tipo de nombres y a combinarlos en frases. Pronto tuvo capacidad discursiva, junto con el pensar que la acompaña. Esta capacidad discursiva, junto con el pensar que la acompaña. Esta capacidad de comunicar le abrió también a la sociedad, de modo que dejó de ser un “animal salvaje” y se convirtió en un ser humano culto.

Sin embargo, hay otra parte de la historia. Anne Sullivan hizo su trabajo con una extraordinaria percepción creativa. Normalmente, la relación entre símbolo y concepto se da por sentada, pues forma parte de la totalidad de nuestra infraestructura, de la que difícilmente somos conscientes. Sin embargo, Sullivan se dio cuenta de la importancia de trazar el símbolo del rasgo recurrente sobre la palma de la mano de Helen, mientras sometía a la niña a variados ejemplos de experiencia con el agua. En todos ellos permanecía constante cierta cualidad básica de “acuosidad”. La idea era tan firme y clara que Sullivan siguió trabajando durante mucho tiempo, haciendo frente a resultados desalentadores, antes de que tuviera lugar el avance decisivo. Y cuando eso ocurrió, Sullivan estaba lista para explotarlo al máximo, y en poco tiempo consiguió una transformación total en la mente de Helen Keller.

Está claro que la percepción creativa en forma de metáfora puede tener lugar no sólo en la ciencia o la poesía, sino también en áreas mucho más extensas de la vida. Aquí lo importante es que el acto de percepción creativa en forma de metáfora es básicamente semejante en todos estos campos, en el hecho de que implica un estado extremadamente perceptivo, de pasión intensa y elevada energía, que disuelve los presupuestos excesivamente rígidos que se hallan en la infraestructura tácita del conocimiento comúnmente aceptado. Las diferencias están en los modos y grados de desarrollo desde lo metafórico hasta lo literal. La experiencia de Helen Keller y Anne Sullivan muestra además que en la creatividad puede haber involucrado mucho más que la metáfora. En su caso era la comunicación, pero como veremos en próximos capítulos, la creatividad va todavía más lejos, adentrándose en cuestiones de orden muy profundas, tanto en la naturaleza como en la sociedad. En última instancia incluye áreas demasiado sutiles para un análisis tan detallado como el que se ha dado aquí.

## La teoría de Hamilton-Jacobi

La fragmentación surge en la ciencia de diversas maneras, sobre todo por la tendencia de la mente a aferrarse a lo que es cómodo y seguro, establecido en la infraestructura subliminal de las ideas tácitas. Por otra parte, esto lleva a una percepción falsa de la naturaleza radical del cambio que tiene lugar en las revoluciones científicas, percepción en la que los viejos y nuevos paradigmas se ven como “incomensurables”, así como a subestimar el grado de cambio que acontece durante los largos períodos de ciencia “normal”. En general, se piensa, por ejemplo, que tras una importante revolución científica los científicos deben consolidar sus hallazgos y desarrollar las nuevas ideas por vías no necesariamente tan creativas como las de la revolución misma. Sin embargo, un examen más detallado de la historia de la física muestra que un gran número de intensas metáforas fueron desarrolladas durante períodos de ciencia “normal”. Al no ser seguidas con la energía y el coraje suficientes para iniciar descubrimientos creativos nuevos, se ahogaron con el peso de toda la infraestructura tácita de ideas familiares y confortables que prevalecían en la época.

Durante el siglo XIX, por ejemplo, surgió una manera alternativa de tratar el mecanismo de los cuerpos móviles, al que en ese momento se prestó muy poca atención. Newton había enfocado el movimiento hablando de caminos o trayectorias definidas tomados por las partículas. Estas trayectorias se calculaban mediante ecuaciones diferenciales, que venían determinadas por la posición inicial y las velocidades de las partículas, y por fuerzas externas que actuaban en los puntos del trayecto, produciendo cambios en la velocidad o la dirección de la partícula. La teoría de Hamilton-Jacobi, desarrollada a finales de la década de 1860, presentaba una nueva manera de tratar el movimiento, basada en *ondas* más que en *partículas*. En lugar de considerar que el movimiento de una partícula sigue un camino dado sobre el que actúan fuerzas externas, la teoría de Hamilton-Jacobi se basa en la descripción de una onda en la cual todo movimiento es perpendicular a una onda frontal. Una imagen sencilla la proporciona el movimiento de un corcho o un trozo de madera desplazado por las ondas de un lago. De esta manera, el movimiento lo determinan las ondas como un todo, y no acciones locales de una fuerza en cada punto de la trayectoria de una partícula.

Está claro que la teoría de Hamilton-Jacobi es radicalmente diferente de la de Newton. Sin embargo, los matemáticos pudieron demostrar que las dos teorías proporcionaban, de hecho, los mismos

resultados numéricos. Estas teorías alternativas contenían ideas esencialmente “incomensurables”: la materia es en esencia de naturaleza particular o de naturaleza ondular. A pesar de esto, los científicos tendían a concentrarse en los aspectos *matemáticos* de la nueva teoría y prestaban menos atención a la curiosa situación de que dos nociones de la constitución de la materia, sin relación aparente, podían cubrir la misma variedad de experiencias, y con los mismos resultados. A la luz del apartado anterior, esta situación sugiere la posibilidad de realizar un salto metafórico y decir, “la partícula A es una onda”.

De algún modo, dicha metáfora, que une la esencia de las dos teorías, habría anticipado la noción actual de dualidad onda-partícula en mecánica cuántica. Eso quiere decir que el mismo ente (por ejemplo, un electrón) se comporta como una onda en determinadas circunstancias y como una partícula en otras. Un desarrollo y discusión más detallados de esta metáfora podrían haber llevado, a mediados del siglo XIX, al esbozo de la moderna teoría cuántica, sin apenas otros datos experimentales.

De hecho, William Hamilton ya había desarrollado la idea de similitud entre partícula y onda, que se encuentra implícita en esta metáfora, con la observación de un *rayo* de luz. Éste es básicamente una forma de ondas, y sin embargo su trayectoria parece la de una partícula. Con todo, el rayo no explica por completo el movimiento de la partícula. Para conseguirlo hay que considerar un paquete de ondas, que consiste en un grupo de ondas que tienen todas aproximadamente la misma longitud de onda. Estas ondas se juntarán en un espacio de reducidas dimensiones para producir una intensa perturbación, mientras que fuera de esta región su intensidad es insignificante. Así pues, el paquete de ondas sugiere el modelo de una partícula basado en el concepto de onda. Este paquete se mueve con la llamada *velocidad de grupo*, y su movimiento puede calcularse mediante la ecuación de Hamilton-Jacobi. Hecho esto, la teoría se somete tanto a la relación de Einstein, que muestra que la energía de una “partícula” (por ejemplo, un quantum de luz), es proporcional a su frecuencia, como a la Broglie, en la que el momento de la “partícula” es inversamente proporcional a su longitud de onda. Ambas ecuaciones, que están presentes de manera implícita en la teoría de Hamilton-Jacobi, son de hecho las relaciones clave en los fundamentos de la teoría del quantum. Es más, mediante un pequeño cambio natural en la ecuación de Hamilton-Jacobi, es posible derivar la ecuación de Schrödinger, la ecuación básica de la teoría cuántica.

Por tanto, los científicos del siglo XIX podrían haber descubierto los rasgos esenciales de la moderna teoría cuántica con la explora-

ción de la metáfora “una partícula es una onda”. Todo lo que se habría necesitado para completar la teoría cuántica habría sido determinar ciertas constantes numéricas mediante la experimentación. (Más concretamente, la constante numérica que aparece en la relación de De Broglie. Se encuentra implícita en la teoría de Hamilton-Jacobi y determina los valores reales de la frecuencia y la longitud de onda en una partícula, una vez que se conoce una constante numérica proporcional. El valor de esta constante se calcula a partir de una medición de la constante de Planck.)

De este ejemplo se desprende que las metáforas pueden tener a veces un poder extraordinario, no sólo para ampliar los procesos de pensamiento de la ciencia, sino para adentrarse en dominios de la realidad todavía desconocidos, que se encuentran implícitos de alguna manera en la metáfora. Aunque no todas las metáforas sean tan poderosas como ésta entre las teorías de Newton y Hamilton-Jacobi, el hecho sugiere que las metáforas científicas que unen conceptos no relacionados, pero fundamentales, pueden ser especialmente significativas.

Sin embargo, en el caso de la teoría de Hamilton-Jacobi, los científicos se encontraban hipnotizados por toda la infraestructura tácita de la mecánica newtoniana, que siempre contemplaba el movimiento en términos de trayectorias y partículas. Al agarrarse a esta matriz de ideas subyacente, resultó imposible tratar la teoría de las ondas como una pista posible hacia nuevos campos de la realidad. En lugar de ello, se creyó que la teoría de Newton, junto con toda su infraestructura de ideas subliminales sobre partículas y trayectorias, era la que de manera esencial correspondía a la realidad, y se trató la teoría de Hamilton-Jacobi como un artilugio o una transformación matemática de las teorías de Newton, que podía utilizarse para facilitar ciertos tipos de cálculo. Así, para los científicos del siglo XIX, las ecuaciones de Hamilton-Jacobi no tuvieron ningún significado más profundo.

Así que hace ya un siglo los científicos estaban capacitados para considerar esta nueva visión de la realidad, visión que de hecho estaba contenida de manera implícita en lo que ya se sabía. Este movimiento les exigió superar el presupuesto común, aceptado durante siglos, de que la naturaleza está constituida solamente de cuerpos básicamente semejantes a los de la experiencia ordinaria, aunque más pequeños. Uno de los pasos fundamentales para cambiar esta visión lo dio Niels Bohr, quien propuso, a manera de metáfora, que los electrones tenían pequeñas órbitas que cambiaban de manera discontinua. Sin embargo, la mayoría de los científicos tomó esta

idea de manera literal, y durante algún tiempo el pensamiento científico arrastró una difícil conjunción de conceptos tradicionales y cuánticos. Hasta las concepciones radicalmente nuevas de De Broglie (1924), Heisenberg (1925) y Schrödinger (1926), la física no fue capaz de producir una teoría del átomo completa y consistente. Sin embargo, el progreso habría sido mucho más rápido si se hubiera considerado como algo más que un artilugio matemático la naturaleza ondulante de la materia, implícita en la teoría de Hamilton-Jacobi. La actitud general de la ciencia “normal” entre los físicos del siglo XIX impidió un despliegue auténticamente creativo de la mecánica tradicional y la anticipación de las características básicas de la teoría cuántica.

De hecho, la teoría de Hamilton-Jacobi contiene una serie de metáforas adicionales, interesantes y provechosas, que podían haber sido exploradas en el siglo XIX. Por ejemplo, en cierta manera, las ecuaciones mismas se pueden transformar matemáticamente, de modo que el orden de movimiento que describen no varía, pero sí cambia la forma de la onda. En otras palabras, una forma de onda puede transformarse en otra sin que se vea afectado el resultado físico del movimiento. Lo especialmente significativo de estas “transformaciones canónicas”, como se las llama, es que para dejar el movimiento invariable, el tiempo y el espacio han de ser tratados en pie de igualdad. Es decir, el tiempo y el espacio se hacen intercambiables, con una nueva variable de tiempo que se define no sólo en términos de la vieja variable temporal, sino también en términos de las viejas variables espaciales. Así pues, las transformaciones canónicas, básicas para las ecuaciones de Hamilton-Jacobi, sugieren una metáfora en la que, de alguna manera, se igualan el tiempo y el espacio. Por consiguiente, la teoría de Hamilton-Jacobi anticipa un rasgo clave de las dos teorías de la relatividad, la particular y la general: que las leyes de la física permanecen inalterables frente a transformaciones en las que tiempo y espacio son tratados en pie de igualdad.

Todavía puede extraerse otra metáfora de la teoría de Hamilton-Jacobi, al considerar que estas ecuaciones pueden derivarse del llamado *principio de variación*. El enfoque newtoniano del movimiento se basa en la idea de una ecuación diferencial que describe el movimiento como una sucesión de pasos, cada uno de los cuales sigue el precedente a la manera típica de los sistemas mecánicos. Frente a esto, el principio de variación no parte de una *ecuación diferencial* (en la que el movimiento se analiza en medidas infinitesimales), sino de una *integral* que depende de la totalidad del trayecto en un periodo temporal limitado. A esta integral se la llama *Lagrangian*, y el princi-

pio de variación enfoca el movimiento como si una partícula intentara “minimizar su Lagrangian”. En este enfoque, el movimiento de una partícula depende de un periodo completo de tiempo, más que de una sucesión de reacciones mecánicas instantáneas a una fuerza externa, que era lo sugerido por Newton. Así pues, la teoría de Hamilton-Jacobi está determinada por algo que se acerca a la teleología; parece que todo el movimiento está gobernado por la necesidad de alcanzar un “fin”.

Si lo expresamos en forma de metáfora: el mecanismo es teleología (de un tipo concreto). Esto es una manera creativa de dar la vuelta a un hábito de pensamiento bastante habitual, en el que lo que parece ser teleología se entiende diciendo que puede ser explicado, o reducido, a mecanismo (de un tipo concreto). Es más, si se desplegaran todas las implicaciones de esta metáfora, conducirían quizás a provechosas penetraciones en la vieja cuestión de si hay o no teleología en la naturaleza y, en caso afirmativo, qué significa. De manera semejante, la metáfora en la que las transformaciones canónicas de la teoría de Hamilton-Jacobi igualan el tiempo y el espacio, podría conducir a penetraciones más profundas en la relación entre las teorías de la relatividad y cuántica, área que presenta en la actualidad numerosos rasgos inconmensurables.

Pueden extraerse de la historia de la ciencia muchos otros ejemplos de coexistencia de conceptos muy diferentes y quizás “inconmensurables”. Sin embargo, la ciencia no permite normalmente que ideas de este tipo convivan unas al lado de otras, ya que, por lo general, una desplaza a la otra, junto con el paradigma que representa. O a veces, una idea es reducida y adoptada o absorbida por la otra en calidad de caso particular o de artilugio matemático, abandonándose su significado más profundo. Éste fue el caso con la teoría de Hamilton-Jacobi. Pero los distintos ejemplos expuestos sugieren que la verdadera relación entre conceptos puede ser más sutil y que puede resultar fructífero el igualar, a manera de metáfora, lo que a primera vista parece ser “inconmensurable”.

Es más, en el campo de la física de la partícula ha tenido lugar, durante la última década, un cambio gradual y continuo dentro de esta línea. El primer paso fue la exploración de un tipo de metáfora, en la cual la conocida teoría electromagnética se igualó con una interacción débil entre partículas elementales, muy diferente y a simple vista inconmensurable. Gracias al desarrollo del significado de esta metáfora se llevó a cabo un progreso considerable para poner orden en la teoría de las partículas elementales. Después, se amplió la idea para introducir de la misma manera la interacción fuerte, y

por último se hicieron intentos para introducir en el sistema otra fuerza “inconmensurable” más, la gravitación. El fin último de este enfoque es una *gran teoría unificada* que permitiría que todas las formas diferentes de la física se desarrollaran a partir de una base “simétrica” en la que no hay diferencias esenciales entre ellas. En la actualidad se están estudiando extensiones de mayor alcance, y se espera que la base incluya nuevos tipos de fuerza que todavía se deben demostrar de manera experimental. De este modo, sería posible hallar una solución a los viejos problemas de divergencias e infinitos existentes en el campo de la teoría cuántica, problema que ha acosado a los teóricos desde el comienzo mismo de los enfoques teóricos en el campo de la física cuántica.

### Similitudes y diferencias: los acercamientos de Heisenberg y Schrödinger a la teoría cuántica

El desarrollo de una metáfora que hace equivalentes conceptos diferentes, e incluso “inconmensurables”, puede ser una fructífera fuente de investigación. Pero el proceso no se efectúa en modo alguno en línea recta. La primera dificultad que aparece es no sólo igualar cosas diferentes, sino hacerlo de manera que resulte sensible a las diferencias, implicaciones y extensiones básicas. Al principio, los científicos pueden fallar en el reconocimiento del parecido esencial entre cosas diferentes, ya que esto requiere un acto creativo de percepción. Pero una vez conseguida esta percepción, la ciencia puede pasar por alto las diferencias esenciales que se hallan también inherentes a la metáfora. Está claro que el problema con el pensamiento es que a menudo no es capaz de ser sensible a las similitudes y diferencias, sino que aplica hábitos mecánicos de ver similitudes y diferencias.

En los ejemplos dados en este capítulo ha quedado patente que, en la ciencia, la percepción de similitudes y diferencias se realiza sobre todo a través de la mente (por ejemplo la de Newton de cierta similitud básica ente la manzana, la luna y la tierra), y en menor medida a través de los sentidos. A medida que la ciencia se fue desarrollando, esta percepción mental se hizo cada vez más importante. Es más, la física actual tiene muy poco de percepción directa por los sentidos. Hubo un tiempo en el que los instrumentos de investigación, como el telescopio o el microscopio, podían considerarse como extensiones de los sentidos, pero hoy la conexión entre los aparatos experimentales y la experiencia humana es cada vez más remota. En la actualidad, la esfera de la física es la de la percepción por la men-

te, y la teoría domina sobre la práctica en el desarrollo de la percepción científica de la naturaleza.

Las formulaciones de la teoría cuántica de Heisenberg y Schrödinger proporcionan un ejemplo de la importancia de la teoría en la percepción científica, y muestran también cómo puede fracasar la percepción en la tarea de obtener un discernimiento adecuado. En un principio, ambas eran dos formalismos distintos, y casi inconmensurables, que describían los mismos fenómenos y podrían dar pie a una posible metáfora. La teoría de Heisenberg, describe los átomos como objetos matemáticos llamados matrices. Estas matrices son conjuntos de números que obedecen a reglas matemáticas bien definidas. En la teoría de Heisenberg, los números de estos conjuntos corresponden a varias cantidades que pueden observarse en el sistema del átomo. Esta teoría tuvo un éxito notable, al responder por distintos resultados experimentales a las cuestiones sobre los espectros de los átomos (los diseños de luz emitidos por los átomos cuando se les estimula), pero no fue capaz de proporcionar una imagen conceptual del átomo, ni una descripción satisfactoria de lo que significaba la teoría. Sin embargo, pocos meses después del descubrimiento de Heisenberg, Schrödinger publicaba su visión de la “función onda”, que no sólo daba resultados numéricos correctos, sino que ofrecía también una imagen intuitiva del átomo de hidrógeno como ondas de electrones en torno a un núcleo de atracción.

Al principio pareció que la teoría de Schrödinger suplantaría rápidamente a la de Heisenberg, que no había sido más que un recurso provisional en el camino hacia una descripción más completa del átomo. Sin embargo, resultó que las cosas no eran tan sencillas. Para empezar, cuando la ecuación de Schrödinger pasó a aplicarse ya no al átomo de hidrógeno, con un solo electrón, sino a sistemas de átomos más complejos, se vio que la función onda no era en absoluto tan intuitiva como en un principio se había creído. En vez de ser una onda en nuestro espacio tridimensional, la función existía en un espacio abstracto, multidimensional, y las imágenes de ondas de electrones en torno a un núcleo resultaron ser una abstracción. Pero lo que es más importante, los físicos descubrieron que, en condiciones generales, los enfoques de Schrödinger y Heisenberg eran *matemáticamente* equivalentes.

Esta equivalencia matemática entre las dos teorías fue un paso importante, pero pronto condujo a los físicos a ignorar las diferencias fundamentales entre las dos formulaciones y a considerarlas sólo como métodos alternativos para solucionar determinados problemas cuánticos de tipo mecánico. El enfoque de Heisenberg era



ventajoso en algunas ocasiones, en otras lo era el de Schrödinger. Sin embargo, un análisis detallado muestra que las dos teorías no son *totalmente* equivalentes, observación normalmente pasada por alto. Resulta que su equivalencia matemática es cierta sólo bajo ciertos presupuestos tácitos, no establecidos explícitamente. De hecho, un examen cuidadoso nos hace ver que tienen ciertas diferencias significativas. Por ejemplo, en el enfoque de Schrödinger el sistema cuántico viene descrito por una *función onda*, que es la solución a la ecuación de Schrödinger. Matemáticamente, esta función onda es una función continua en el espacio; en otras palabras, la continuidad de espacio y tiempo se halla incorporada a toda la teoría de Schrödinger. Frente a esto, la teoría de Heisenberg no se somete a tal continuidad, ya que las propiedades físicas del sistema cuántico no proceden de una función onda continua sino de una matriz de números.

Si los físicos hubieran tratado las teorías de Heisenberg y Schrödinger de manera realmente metafórica, habrían sido capaces de desarrollar las implicaciones de su diversas similitudes y diferencias. Más específicamente, habría sido posible explorar la idea de espacio-tiempo en los dos contextos, el de concreción y el de continuidad. Así habría podido surgir una teoría de espacio-tiempo en los dos contextos, el de concreción y el de continuidad. Así habría podido surgir una teoría de espacio-tiempo que es no local y no continuo en distancias pequeñas pero que, en escalas mayores, pasa a ser continuo y local. Tomándose en serio esta relación metafórica y permaneciendo sensible tanto a similitudes como a diferencias, habría sido posible realizar nuevas investigaciones desde estos dos enfoques de la teoría cuántica.

Desde luego que predecir si los resultados finales serán o no importantes hasta que las distintas implicaciones de estas teorías se desarrollen de manera formal, no es posible. Es más, algunos físicos afirmarían que todo esto no es más que un “juego” con los formalismos. Pero la creatividad ha llevado siempre consigo un elemento lúdico, que puede o no conducir a percepciones nuevas.

## El pensamiento como juego

La creatividad se verá bloqueada mientras la ciencia continúe insistiendo en que un nuevo orden debe ser fructífero de manera inmediata, o tener alguna nueva capacidad predictiva. Los nuevos pensamientos surgen como un juego de la mente, y no darse cuenta de ello es uno de los mayores obstáculos para la creatividad. Suele considerarse que el pensamiento es un asunto juicioso e imponente. Pero

aquí se sugiere que el juego creativo es un elemento fundamental en la formación de hipótesis e ideas nuevas. Es más, un pensamiento que no quiere jugar está de hecho engañándose a sí mismo. Según parece, el juego forma parte de la esencia misma del pensamiento.

La noción de la falsedad que puede deslizarse en el juego del pensamiento la ejemplifica la etimología de las palabras *ilusion*, *delusion* y *collusion*, cuya raíz común es la latina *ludere*, “jugar”. Así pues, *illusion* implica engañar la percepción; *delusion*, engañar el pensamiento; *collusion*, engañar ambos para dar soporte a las ilusiones mutuas. Cuando el pensamiento engaña, el que piensa quizá puede reconocerlo y expresarlo con estas palabras. Desafortunadamente, el inglés no dispone de una palabra para un pensamiento que *juega de manera franca*. Puede ser el reflejo de una ética de trabajo que no tiene en consideración la importancia del juego, y sugiere que el trabajo es en sí mismo noble, mientras que el juego es, a lo mejor, recreativo, y, a lo peor, frívolo y poco serio. Sin embargo, al observar a unos niños jugando nos damos cuenta de la intensidad de su energía y concentración.

En el acto del juego creativo tienen lugar nuevas percepciones que permiten a una persona *proponer* una nueva idea, que puede después someterse a exploración. Una vez desplegadas las implicaciones de esta nueva idea, se *componen* o colocan junto con otras ideas familiares. En principio, la persona *supone* que estas ideas son correctas, o sea, hace una presuposición o hipótesis y después actúa convencido de que las cosas son realmente así. El proceso mediante el que se pasa de *proponer* a *componer*, y de ahí a *suponer* nos permite a diario llevar a cabo acciones sin apenas darnos cuenta de ello. Por ejemplo, si se *supone* que un camino es liso, se *dispondrá* uno a caminar según dicha proposición. Tras una serie de trayectos exitosos se estará preparado para dar por sentado que la suposición de que el camino es liso es correcta, y ya no se tendrá que pensar más en ello. Sin embargo, si resulta que una parte del camino es irregular, de modo que se tropieza, tendrá que cambiar la proposición que, en consecuencia, ya no nos sirve. Dar por sentadas algunas suposiciones puede ser útil para dejar a la mente libre para otras cuestiones, siempre que permanezca sensible a la idea de que, a veces, la suposición podría ser falsa.

Lo que ocurre en este caso relativamente simple puede pasar también cuando la mente trabaja con las teorías científicas. Si, por ejemplo, un grupo de ideas funciona durante mucho tiempo en un contexto determinado, los científicos tienden a darlas por sentado y dejan así libres sus mentes para concentrarse en otras ideas que pue-

den ser relevantes. Esto es adecuado siempre que la mente permanezca sensible frente a la posibilidad de que, en contextos nuevos, surja la evidencia de que estas ideas están equivocadas. Si esto ocurre, los científicos tienen que estar preparados para dejar de lado estas ideas y volver al libre juego del pensamiento, del que podrían salir a su vez ideas nuevas.

Lo dicho hasta ahora muestra la relación adecuada existente entre pensamiento y experiencia. En el marco de esta relación tienen lugar, cuando es necesario, nuevas percepciones creativas, como por ejemplo las metáforas expuestas en este capítulo. Este tipo de percepciones surgen a través del juego creativo de la mente. La esencia de este juego es que nada se da por sentado de manera absolutamente invariable, y que sus resultados y conclusiones no pueden saberse de antemano. En otras palabras, una persona creativa no sabe de manera exacta lo que está buscando. Así pues, toda la actividad se ve no como un problema que se debe resolver, sino simplemente como un juego. Y en dicho juego no tenemos la seguridad de que los nuevos hallazgos sean siempre diferentes, o que no puedan hallarse relacionados con el núcleo significativo de la estructura anterior. Es más puede decirse que, cuanto más diferentes son las cosas, más importante será descubrir en qué se parecen, y al revés, cuanto más parecidas sean, más valioso será percibir sus diferencias. Según esto, la ciencia es una actividad continuamente en marcha. Gracias al juego creativo y la nueva percepción hay un movimiento constante de similitudes y diferencias en el que cada nueva teoría difiere de manera sutil pero significativa de la precedente. Para mantener a la mente en esta actividad creativa es necesario permanecer sensible a las maneras en que se desarrollan similitudes y diferencias, y no simplificar la situación ignorándolas o minimizando su posible importancia.

Por desgracia, este proceso en el que la experiencia y el conocimiento se entrecruzan con una visión creativa, no suele llevarse a cabo de la manera antes descrita. Podría decirse que es una especie de ideal que muy raramente se consigue. Generalmente no se lleva a cabo debido a la tendencia a defender inconscientemente las ideas de significación fundamental, que se creen necesarias para alcanzar un estado mental de cómodo equilibrio. En consecuencia, aparece una fuerte disposición a *imponer* ideas familiares, incluso cuando existe la evidencia de que podrían ser falsas. Esto crea la ilusión de que no se necesita ningún cambio fundamental, cuando de hecho puede haber una necesidad apremiante de introducir dicho cambio. Si hay varias personas involucradas se producirá una “confabulación”, al apoyarse mutuamente en sus falsas respuestas.

Esto suele ocurrir de manera tan sutil que es extremadamente difícil percatarse de ello. Los casos de visión creativa contados antes implicaban la toma de conciencia de ciertos presupuestos que hasta entonces todo el mundo había dado por sentado. La percepción de Newton de la gravitación universal, por ejemplo, implicaba cuestionar la diferencia entre materia celeste y terrestre. Desde la Edad Media se habían ido acumulando los indicios de que las materias celeste y terrestres eran básicamente iguales. Así que continuar tratando el movimiento de la luna y los planetas como si fuera distinto al de las manzanas o las balas de cañón era, en realidad, un juego falso del pensamiento. Sin embargo, el engaño era bastante sutil, y la mayoría de los científicos no se daba cuenta de la operación. Otra forma de juego falso, que permite a la gente permanecer en los esquemas habituales de pensamiento, es considerar que sólo una persona de bastante genio es capaz de un acto verdaderamente creativo. Los casos tratados en este capítulo sugieren que un genio dispone de la energía y la pasión suficientes para poner en duda presupuesto que han sido aceptados, durante largo tiempo. Desde luego que el genio necesita también tener el talento y la habilidad necesaria para seguir adelante y desarrollar las implicaciones derivadas de sus percepciones y sus preguntas. Con todo, la mayoría de la gente supone que no tiene la pasión y el coraje necesarios para actuar de manera auténticamente creativa y están condenados para siempre a “jugar sucio” con los rasgos más sutiles de su conocimiento. Creen que, al no ser genios, están *limitados* a las infraestructuras tácitas de las ideas subliminales. Pero supongamos que esta suposición es falsa, y que todo el mundo es potencialmente capaz de actos realmente creativos en varios campos, según sus habilidades y su conocimiento. Está claro que el primer requisito para alcanzar la creatividad es dejar de pensar de antemano que somos incapaces de crear.

Debería quedar claro ahora que la disposición de la mente a engañar se halla estrechamente relacionada con la fragmentación y el bloqueo del juego libre y creativo. Por ejemplo, aferrarse a ideas familiares es esencialmente lo mismo que impedir a la mente el comprometerse en un juego creativo. Y, a su vez, es esta ausencia de libre juego creativo la que impide que la mente tenga la tensión vibrante y la energía necesaria para liberarla de la rigidez de la estructura tácita de las ideas habituales. Es más, una mente a la que se obliga a aferrarse a lo que le es conocido y que no puede realizar un juego libre está de hecho jugando sucio. Se le ha obligado a aceptar que no puede ser de otra manera. La cuestión de qué viene antes, el

juego sucio o el bloqueo del juego libre es como saber qué vino antes, si el huevo o la gallina y, por lo tanto, no tiene importancia. Son sólo dos lados de único proceso.

Si lo consideramos más de cerca, vemos que la auténtica naturaleza del pensamiento es emplearse en alguna forma de juego, sea éste libre y creativo o no. Incluso un pensamiento excesivamente rígido, y por tanto nada creativo, está de hecho jugando al pretender que ciertas cosas están determinadas, lo que de hecho no es verdad. Además, este pensamiento rígido juega también cuando pretende que no está pretendiendo, sino que está siendo totalmente “serio” y se está basando en la verdad y los hechos. De ahí que no pueda evitarse la actividad lúdica en el origen del pensamiento. La única pregunta es si va a haber juego libre o juego sucio.

En este libro se sugiere que los problemas básicos, tanto de la ciencia como de la sociedad, se originan en una disposición de la mente a ocuparse en un juego falso, para conservar así una sensación general de confort y seguridad. Pero eso implica también que, en la aproximación de la sociedad actual a la creatividad, estos problemas se abordan en el fondo a través de inadecuaciones. Así se hace evidente la importancia de investigar la naturaleza de la creatividad, y lo que la impide.

### El alto precio de los paradigmas. Una visión alternativa de la ciencia como fundamentalmente creativa

Para seguir con todo este tema de la creatividad, es necesario volver a la cuestión de la naturaleza de los paradigmas. Está claro que los paradigmas implican un proceso mediante el que se aceptan ideas y conceptos previos, sin percatarse de lo que en realidad ocurre. Como este proceso se produce cuando la mente intenta defenderse contra lo que le parece podían ser serias perturbaciones, un paradigma tiende a interferir con el libre juego de la mente, que resulta esencial para la creatividad. En su lugar, fomenta el juego falso, especialmente en áreas profundas y sutiles.

Un paradigma, como señala Kuhn, no es sólo una teoría científica determinada, sino toda una manera de trabajar, pensar, comunicar y percibir. Fundamentalmente, se basa en las técnicas e ideas que se transmiten de manera tácita durante el aprendizaje de un científico, en la universidad, por ejemplo. Sin embargo, desde la publicación de libro de Kuhn (*The Structure of Scientific Revolutions*), mucha gente identifica paradigma con una teoría general fundamen-

tal, y cambio de paradigma con un cambio producido conscientemente en esta teoría. Así, hay gente que llega a *proponer* un cambio de paradigma. Sin embargo, eso significa perder lo principal de la idea de Kuhn, según la cual infraestructura tácita, prácticamente inconsciente, invade el trabajo y el pensamiento de una comunidad científica. Así pues, en este libro utilizamos dicho sentido original de paradigma, tal como lo propone Kuhn.

Hasta aquí se ha hablado de los paradigmas en sentido negativo, pero hay que darse cuenta también de que un paradigma tiene el poder de tener a toda una comunidad de científicos trabajando en un área más o menos común. En cierto sentido, podría considerarse como una forma de acuerdo tácito. A primera vista, un paradigma tiene para la comunidad científica una utilidad evidente. Sin embargo, exige un precio a cambio, ya que la mente debe seguir en una serie determinada de canales, que se van haciendo más profundos con el tiempo, hasta que el científico ya no se da cuenta de lo limitado de su posición. El resultado final es que los científicos terminan por hallarse prisioneros de un proceso de juego falso, al intentar mantener su posición en situaciones que exigen un cambio fundamental. Sin embargo, los científicos que trabajan dentro del paradigma no lo verán así, pues ellos tienen la sensación común de que, dentro de ese marco, todo podrá resolverse en un momento u otro.

No obstante, y a medida que pasa el tiempo, los problemas no solucionados en un paradigma determinado se van acumulando y conducen a una confusión y un conflicto crecientes. En cierto momento algunos científicos, a los que se suele denominar genios, proponen ideas fundamentalmente nuevas y entonces se produce una “revolución científica”. A su vez, estas nuevas ideas pueden formar la base de un nuevo paradigma, y antes o después, pasar a ser ciencia “normal”. Así, el ciclo de revolución y ciencia “normal” continúa de manera indefinida.

Durante los pocos siglos que tiene de existencia, la ciencia ha actuado de esta manera, hasta el día de hoy en que se considera perfectamente normal que una revolución siga a otra, separadas por periodos de relativa estabilidad. ¿Es inevitable, o incluso deseable, el empleo de toda esta estrategia en la tarea de hacer ciencia? El resultado es un grado de confusión y fragmentación que no da señales de disminuir. ¿Es posible que la ciencia avance en una nueva dirección, en la que se dé mayor libertad al juego del pensamiento y la creatividad pueda actuar *en todo momento*, y no sólo durante los periodos de revolución científica? Si este juego libre y esta creatividad fueran la regla, esto

implicaría que, en cualquier momento, habría una serie de puntos de vista y teorías alternativas en cada una de las áreas de la ciencia.

Tradicionalmente, los científicos han aceptado que, cuando varias teorías pretenden dar cuenta de un mismo fenómeno, sólo una de ellas puede ser correcta. Las otras se rechazan o, como en el caso de la teoría de Hamilton-Jacobi, una teoría pasa a ocupar un lugar subordinado, al ser utilizada sólo para determinados cálculos. Sin embargo, los enfoques de Schrödinger y de Heisenberg sobre la teoría cuántica han sido conectados mediante una transformación matemática, y por tanto se considera que dicen lo mismo. Pero en otros casos hay que utilizar algún tipo de criterio. Puede ser la estética matemática, o la lógica de los argumentos, o puede invocarse la “navaja de Occam”: este filósofo del siglo XIV expuso la idea de que son preferibles aquellas teorías que contienen el menor número posible de presupuestos arbitrarios.

Sin embargo, no existe razón lógica por la que, en el desarrollo de las ideas científicas, teorías distintas no puedan dar cuenta, de manera alternativa pero igualmente válida de aspectos concretos de la naturaleza. ¿Por qué han de rechazarse algunas de estas teorías casi de antemano? Podría objetarse que, en caso de crecer demasiado el número de teorías alternativas, la empresa científica se haría excesivamente difusa. Es cierto que, cuando faltan unos límites establecidos, las ideas tienden a apartarse unas de otras. Sin embargo, las ideas científicas también muestran una tendencia natural a *converger*. Una percepción inteligente y creativa de las distintas teorías puede, por ejemplo, originar metáforas nuevas en las que se juntan varias ideas, para pasar a explorar y desarrollar las similitudes y diferencias entre ellas.

Está claro que esta tendencia de converger dentro de la divergencia es totalmente diferente del tipo de convergencia que se origina a través de un paradigma, cuando la comunidad científica impone, de manera inconsciente, presiones y limitaciones arbitrarias. En lugar de esto, la convergencia tendría lugar como resultado de una percepción inteligente de la totalidad de una situación. Si se pudiera practicar la ciencia de esta manera sería posible efectuar un enfoque más dinámico, en el que surgirían constantemente las ideas nuevas, reunidas después de manera creativa para formar casos límite de ideas todavía más generales. En el marco de una unidad dinámica de este tipo habría una motivación intensa para limitar la divergencia, y evitar al mismo tiempo la conformidad.

Esta actitud es de alguna manera similar a la del filósofo del siglo XIX William James, que defendía una pluralidad de enfoques

dinámicamente relacionados. En lugar de la unidad monolítica del paradigma, que sólo cambia cuando una revolución lo agrieta y lo hace tambalearse, habría una especie de unidad en la pluralidad.

Con todo, esta propuesta de una pluralidad creativa en las teorías e ideas científicas hace surgir una pregunta relevante: ¿cuál es la relación entre ciencia y realidad? ¿Acaso es esta pluralidad una mera cuestión de desarrollar puntos de vista diferentes que dependen de las exigencias de la sociedad o las preferencias personales del individuo? Si esto es así, parece que dejaría de ser válida la idea de objetividad en la ciencia como medio para obtener algún tipo de verdad relativa sobre la naturaleza.

Nosotros pensamos que sí hay un significado para la realidad que nos rodea, pero que es necesario que también nosotros estemos incluidos de alguna manera fundamental, participando en ella. Nuestro conocimiento del universo se deriva de este acto de participación en el que estamos implicados nosotros, nuestros sentidos, los instrumentos que utilizamos en los experimentos, la manera en que comunicamos y las vías que escogemos para describir la naturaleza. Así pues, este conocimiento es al mismo tiempo subjetivo y objetivo.

Hay que hacer hincapié en el hecho de este enfoque de la realidad es muy distinto del que sustentaron los positivistas lógicos, un grupo de matemáticos, físicos, historiadores, sociólogos y filósofos que empezaron a reunirse en torno al filósofo Moritz Schlick en Viena, en la década de los años veinte. Los positivistas defendían que el conocimiento científico es en esencia una codificación de los datos de los sentidos, y rechazaban todo lo que iba más allá de la deducción directa de los datos obtenidos por los sentidos, considerándolos como metafísica inútil. Este positivismo ha ejercido una considerable influencia en el pensamiento de muchos científicos. Sin embargo, lo expuesto en este capítulo ha dejado claro que la mayor parte de la actividad científica no tiene nada que ver con la sensación directa. Lo que llamaríamos “percepción” tiene lugar en el interior de la mente, a modo de teorías: la interacción con el mundo exterior se realiza mediante complicados instrumentos que han sido contruidos con base en estas teorías. Además, las cuestiones mismas que la ciencia plantea proceden no de los datos obtenidos por los sentidos, sino de un cuerpo ya existente de conocimiento. Así pues, el elemento subjetivo de nuestro conocimiento de la realidad no viene dado por los sentidos, sino por todo el esquema social y mental en el que se desarrolla la ciencia.

La actividad fundamental de la ciencia es el pensamiento, que surge de la percepción creativa y se expresa mediante el juego. Esto



origina un proceso en el que el pensamiento se despliega en conocimiento provisional, que pasa después a acción para convertirse en nueva percepción y conocimiento. Este proceso conduce a una adaptación continua del conocimiento, que crece, se transforma y extiende de manera constante. Por tanto, el conocimiento no es algo firme que se vaya acumulando de manera rígida, sino un continuo proceso de cambio. Su crecimiento se parece más al de un organismo que al de un banco de datos. Cuando nos encontramos con serias contradicciones en el interior del conocimiento, es necesario volver a la percepción creativa y al juego libre, cuyo efecto será transformar el conocimiento existente. El conocimiento no tiene otro significado que este ciclo de actividad.

El hecho de que este conocimiento pueda proporcionar orden a la experiencia, e incluso predecir de manera correcta nuevos tipos de experiencia, muestra que de alguna manera tiene que estar directamente relacionado con una realidad situada más allá del conocimiento mismo. Por otra parte, no hay forma de conocimiento que haya sido totalmente fijada o puesta en vigor de manera indefinida. Esto significa que toda búsqueda de un conocimiento absoluto y determinado es pura ilusión, ya que todo conocimiento nace de la actividad cambiante de la percepción creativa, el juego libre, la exposición a la acción y su retorno como experiencia.

¿Significa esto que la verdad es algo relativo, que depende sólo de un número de accidentes? ¿Puede la sociedad construir un mundo a la manera que le apetezca? La respuesta es que, de hecho, tenemos la libertad para construir el conocimiento y el mundo de la manera que queramos. Sin embargo, los resultados no siempre serán adecuados, y en algunos casos pueden resultar confusos e incluso destructivos. No podemos imponer cualquier visión del mundo que nos apetezca y esperar simplemente que funcione. El ciclo de percepción y acción no puede mantenerse de manera totalmente arbitraria, a no ser que nos pongamos de acuerdo en suprimir las cosas que no deseamos ver, mientras que al mismo tiempo intentamos mantener a toda costa las cosas que nos son más queridas en nuestra imagen del mundo. Está claro que, en un momento u otro, tendremos que pagar el coste de mantener esta falsa visión de la realidad.

Como ejemplo, pensemos en la visión del mundo que tenían los europeos de la Edad Media. En ella no se incluía ningún interés especial por la higiene; es más, la higiene no era relevante en su visión del mundo. Sin embargo, mucha gente moría a causa de las plagas, a pesar de lo que la sociedad creía sobre el origen y la naturaleza de la enfermedad. La gente no se daba cuenta de la conexión entre su

sufrimiento y su visión, o falta de ella, sobre la higiene. Probablemente, daban por sentado que no podía existir tal relación. Sin embargo, la situación mejoró en cuanto se notó la relación, de modo que la nueva visión del mundo condujo a mejoras revolucionarias en la prevención de las enfermedades y las epidemias. El desarrollo de esta visión del mundo evolucionó hasta la noción actual de las enfermedades, relacionadas siempre con causas externas, como las bacterias y los virus. Así pues, en el siglo XX la enfermedad se considera en términos de causas y curas, visión que concuerda con la infraestructura científica general de análisis y fragmentación. Sólo en época relativamente reciente algunos médicos han cuestionado la exclusividad de este enfoque, para preguntar: ¿por qué, en un grupo de gente expuestos a circunstancias semejantes, unos contraen la enfermedad, y otros no? De esta manera comienzan a sentirse nuevas visiones de la naturaleza de la enfermedad y la importancia del tipo de vida, el estrés, la dieta o la neuroinmunología, que quizá lleguen a transformar la visión actual de cómo enferma la gente.

Indudablemente, el bienestar de una sociedad está en conexión con la visión concreta del mundo que eventualmente sostiene. No es sólo cuestión de “construir una realidad que nos complazca”, sino que se trata de todo un ciclo de pensamiento, acción y experiencia que a la larga conduce al orden o al desorden de la sociedad. Como podrá comprobarse con más detalle en los capítulos que siguen, este ciclo tiende a bloquearse no sólo durante los períodos de “ciencia normal”, en los que la gente se muestra insensible a los cambios sutiles, pero importantes, sino también durante las revoluciones, momento en que se enfatizan los cambios y no se es capaz de ver la continuidad. A no ser que se mantengan la sensibilidad y claridad apropiadas sobre las similitudes y las diferencias, el cambio y la continuidad, se establecerá la rigidez de pensamiento que conducirá a la confusión y a la acción inadecuada, signos todos ellos de que el pensamiento está atrapado en un “juego sucio”.

### El juego libre y la noción de falseabilidad de Popper

La propuesta de una “unidad en la diversidad”, en la que el libre juego del pensamiento científico permite que una serie de teorías diferentes coexistan de manera creativa y dinámica, va sin duda contra todo un filón de ideas existentes en la actualidad sobre cómo debe operar la ciencia. La infraestructura de la ciencia se ha visto muy influida por las ideas de sir Karl Popper en torno a cómo se deben juzgar las ideas científicas. En la *lógica del descubrimiento cien-*

*tífico*, Popper señala que una teoría científica no puede ser en realidad probada, sino más bien hecha creíble.<sup>5</sup> Repetir experimentos realizados según las predicciones de una teoría aumentará, sin duda, su credibilidad en el seno de la comunidad científica, pero nunca *probará* su corrección en sentido absoluto. Todas las teorías son de alguna manera limitadas, y aunque series de experimentos puedan confirmar la teoría en un campo determinado, no pueden sin embargo excluir la posibilidad de que aparezcan excepciones o algún comportamiento nuevo. Así pues, lo mejor que puede hacer la ciencia es falsear una teoría, estableciendo algún punto de desviación significativo entre el experimento y la predicción.

Las ideas de Popper tuvieron el efecto de introducir un cambio importante en la manera de pensar sobre la ciencia, ya que mostraron cómo el entendimiento comienza con la adopción provisional de una teoría, que es confirmada mediante observaciones, y más tarde desmentida y reemplazada por alguna nueva teoría. Queda claro que, para poder asumir las contradicciones entre una teoría científica aceptable y la experiencia real, la teoría ha de ser en último término falseable. Es decir, ha de ser formulada de manera que sus implicaciones no queden sujetas a demasiadas suposiciones arbitrarias, de modo que la teoría pueda siempre “salvarse” mediante el ajuste conveniente de estas suposiciones para adecuarse a los hechos, sin importar cuáles sean estos hechos.

A medida que las ideas de Popper se introdujeron en la infraestructura de la ciencia, se fueron cambiando de alguna manera. Así, hoy se pone excesivo énfasis en la falseabilidad, en el sentido de que, a no ser que una teoría pueda compararse en seguida con un experimento en el que sea posible falsearla, esa teoría no se considera como propiamente científica. Si no existe la posibilidad de algún “experimento crucial” inmediato, la teoría es despreciada, tildada de “pura metafísica” y sin ninguna importancia para la ciencia. El efecto de este estado de opinión es disuadir a la mente de jugar de manera libre con las ideas.

Pero puede ser que una idea nueva, que tiene un amplio campo de implicaciones, requiera un largo período de gestación antes de que puedan deducirse inferencias falseables. Por ejemplo, la hipótesis atómica, sugerida por Demócrito hace 25 siglos, no ha tenido inferencias definitivamente falseables durante por lo menos 2.000 años. Las nuevas teorías con como plantas de cultivo, que necesitan ser nutridas durante un tiempo antes de exponerlas a los riesgos de los elementos.

---

<sup>5</sup> Science Editions, Nueva York, 1961.

En lugar de enfatizar exclusivamente la falseabilidad, sería mejor sugerir que la ciencia consiste en un movimiento con dos direcciones, la de confirmación y la de falsificación. Es obvio que no tiene sentido esforzarse en falsear una hipótesis cuando nunca ha sido realmente confirmada, o si tiene poca credibilidad.

Las ideas fundamentales deben ampararse durante un tiempo en un espíritu de libre “juego” creativo. La comunidad científica debería admitirlo como un período necesario durante el cual la nueva idea puede discutirse de manera abierta y resultar refinada. Es más, en el capítulo siguiente se defenderá la idea de que precisamente esta comunicación es una fase esencial en la creatividad científica. Si un científico no puede hablar seriamente de una idea nueva hasta haber propuesto un experimento determinado que pueda falsearla, entonces la ciencia estará presa en una actitud de “trabajo diario” en la que se desaprueba el juego libre excepto en el caso de que pueda ponerse a prueba inmediatamente.

Sin embargo, todo el clima de los argumentos de Popper cambia en cuanto a una teoría nueva se le permite un período de desarrollo, de modo que varias teorías puedan coexistir. Ya no es necesario considerar las teorías como rivales, y deja de ser apremiante el problema de determinar criterios que permitan escoger entre ellas. Es incluso posible que el mismo científico mantenga al mismo tiempo en la mente diversas alternativas, y se ocupe en un libre juego creativo para ver si pueden estar relacionadas, haciéndolo quizás a través de una metáfora creativa.

Además, frente a Popper puede argumentarse que una buena idea general, falseada en algún experimento, podría “salvarse” con un cambio en sus hipótesis secundarias. Después de todo, sería arbitrario proponer que esto *nunca* puede ocurrir, y que todas las teorías aparecen ya perfectamente formadas. Claro que, si un científico tiene el hábito de hacer este tipo de ajustes una y otra vez, eso sugeriría que se ha visto atrapado en el “juego sucio”. Cuando a la mente le molesta la posibilidad de tener que renunciar a ideas que le son queridas, podría quedar atrapada en el subterfugio. Por otra parte, cuando una persona resulta víctima de tal comportamiento, no hay método o criterio filosófico que lo pueda evitar. Una mente que quiera jugar sucio siempre será capaz de encontrar algún camino, cualquiera que sean los criterios según los que decide la ciencia.

Así pues, el punto clave aquí no es buscar un método que evite que los científicos se vean atrapados en el “juego sucio”. Se trata más bien de hacer frente al hecho de que todo este problema surge porque la mente no quiere ser indebidamente molestada. En estas

circunstancias no puede actuar de manera creativa, sino que está abocada a jugar sucio para defender las ideas a las que se siente tan unida. Por tanto, lo que se necesita es seguir con este examen de la naturaleza de la creatividad y lo que impide su funcionamiento.

## Resumen y perspectivas

Resumiendo, la manera de hacer ciencia en la actualidad ha evolucionado de modo que algunos de sus rasgos son un serio obstáculo a la creatividad. Entre ellos, uno de los más importantes es el desarrollo de paradigmas. Es conveniente que en todas las épocas, y no sólo durante los periodos de revolución científica, exista la posibilidad de juego libre de la mente en torno a cuestiones fundamentales, de modo que podamos encontrarles una respuesta creativa adecuada. Los paradigmas, y en especial aquellos que han permanecido durante cierto tiempo, mantienen la mente encarrilada, siendo necesaria una revolución para salir de ahí. Esta rigidez excesiva se va almacenando, hasta llegar a una confabulación inconsciente, en la que los científicos “juegan sucio juntos”, para “defender” las bases entonces aceptadas de la investigación científica frente a la percepción de su inadecuación.

En este capítulo se consideró fundamentalmente la metáfora como forma creativa. Lo esencial de esta forma es que, al igualar dos cosas muy diferentes, la mente entra en un estado muy perceptivo, de gran energía y pasión, en el que se dejan atrás o se disuelven algunos aspectos excesivamente rígidos de la infraestructura tácita. En la ciencia, como en otros muchos campos, se debe desarrollar detalladamente esta percepción de la similitud básica entre dos cosas muy diferentes, para pasar después a un tipo de analogía más literal.

Naturalmente, no toda metáfora científica resultará fructífera, de la misma manera que no todos los intentos de metáfora poética merecen nuestra atención seria. Además, está claro que sólo una persona que ha penetrado en un campo con gran interés y diligencia, y que tiene además la capacidad y habilidad requeridas, logrará crear una metáfora útil. Incluso a gente de este tipo no suele ocurrirle con frecuencia.

Una vez visto que el enfoque de cualquier trabajo mediante la acción de un paradigma produce una excesiva rigidez de la mente, se sugirió que era mejor permitir una pluralidad de conceptos bási-

cos, con un movimiento constante tendente a establecer una unidad entre ellos. Jugar de manera libre y creativa con las ideas ayudaría en el proceso, y permitiría que el pensamiento científico se moviera de manera nueva y original. En tal caso, la ciencia no sería tan rígida como para necesitar una revolución capaz de introducir cambios básicos. Es más, todo este proceso sería un movimiento significativo en la liberación de la onda creativa que hace falta si esperamos de la ciencia que nos ayude a hacer frente a los problemas más profundos de la humanidad. Por tanto, se proponía que un enfoque tal conduciría a una manera de hacer ciencia mejor que la que es posible mediante el enfoque tradicional.

En este capítulo se mostró también, a través del ejemplo de la metáfora, que la creatividad científica surge en primer lugar en un acto de percepción mental. En los próximos capítulos se estudiará la creatividad en un contexto más amplio y no habrá necesidad de concentrarse en la idea de metáfora y formas relacionadas. Así se estudia, en el capítulo siguiente, la conexión entre la creatividad y el acto de comunicación, y esto se extenderá, más adelante, a nuevas nociones de orden.