



PSICOLOGÍA COGNITIVA Y CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

M. ROMO

Universidad Autónoma de Madrid

Resumen

Se revisa la actividad científica desde el punto de vista psicológico, en un análisis de lo que realmente hacen los científicos no de lo que deberían hacer; tomando como criterio analítico la distinción epistemológica de la ciencia entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación. Se concede especial relevancia, al hablar de la justificación de las teorías científicas, a los estudios experimentales relativos al uso de las tendencias confirmatorias entre los científicos que limitan el uso de la falsación al trabajo con hipótesis alternativas. Con respecto al análisis de los procesos implicados en el descubrimiento, hemos visto los estudios introspectivos de algunos científicos y su trascendencia en algunas formulaciones de la psicología, para finalmente analizar los trabajos de la psicología cognitiva sobre el tema, donde la interpretación general consiste en postular, junto a una fuerte motivación intrínseca, los mismos procesos del conocimiento ordinario, trabajando sobre una base de datos bien desarrollada.

Abstract

This paper is a revision of the scientific activity from a psychological point of view analyzing the scientist real behavior not that they have to do; the epistemological distinction between justification context and discovery context is assumed here as an analytic criterion. Speaking about the scientific theories justification, is conferred special significance to the experimental studies referring to the use of a confirmatory bias between the scientists, whereas the use of the falsation is limited to the scientific work with alternative hypothesis. In the analysis of the discovery processes we have seen the introspective studies of some scientists and their implications in psychological formulations. Finally, the works of the cognitive psychology are analyzed, concluding that a strong intrinsic motivation and the same processes of the ordinary cognition, working on a well developed data base, are the essential components of scientific creative work.

Conocimiento científico del conocimiento científico

Si damos por válida la escueta definición —pero no por ello imprecisa— de la psicología cognitiva como «ciencia experimental del conocimiento», no se puede decir que el conocimiento científico haya sido clásicamente un tópico de investigación en ella, aunque sí podemos emprender su análisis sirviéndonos de las aportaciones de otros temas de estudio del conocimiento.

Pero no todas las aportaciones de la psicología cognitiva son relevantes para la psicología del pensamiento científico. Así, el análisis de los procesos de base no aporta gran cosa, al presentarnos un sujeto precientífico que conoce estímulos puros, no contaminados por artefactos culturales. Pero, si nos centramos en las formas superiores de procesa-

miento, hay también que establecer distinciones con el conocimiento ordinario, ya que el conocimiento científico difiere —entre otras cuestiones— en la disponibilidad y el manejo de la información.

Efectivamente, el pensamiento científico no funciona con tareas o información que estén a mano. Emplea registros de datos cuidadosamente organizados: libros de notas, bibliotecas, bases de datos informatizados... En una palabra, se apoya en «memorias externas». Por otra parte, opera manipulando símbolos exclusivos en un lenguaje formal. La importancia que esto tiene para la ciencia es tanta que Latour (1979), hablando de la construcción social del hecho científico, constata que casi toda la actividad en un laboratorio consiste en la manipulación de símbolos. Tan sólo una fracción mínima del trabajo científico consiste en un contacto directo con el fenómeno a investigar.

El conocimiento científico es un conocimiento «ayudado», mientras que para el conocimiento ordinario no se necesita más que el equipaje biológico y la base de datos que cada uno lleva puesta en la memoria semántica.

Converría recordar, por su gran relevancia dentro y fuera del paradigma cognitivista, la posición piagetiana, donde a priori se concibe una identidad en cuanto a las explicaciones psicológicas de cualquier forma de conocimiento. El estudio del pensamiento infantil, como es bien sabido, no era en Piaget sino un rodeo, un instrumento necesario para hacer una epistemología genética.

Hechas estas precisiones, ello no significa, sin embargo, que no contemos con aportaciones específicas al estudio empírico de los procesos del pensamiento científico dentro de la psicología cognitiva; las que voy a analizar ahora, aunque no constituyan entre sí un programa integrado de investigación ni un tópico de estudio dentro del paradigma, por el momento.

Vamos a ver estas aportaciones, utilizando como recurso expositivo las dos dimensiones de análisis epistemológico de la ciencia diferenciadas desde Reichenbach (1938, 51) y consolidadas en las llamadas «posiciones alternativas» (Suppe, 1974) de los epistemólogos postpopperianos: el contexto de justificación y el contexto de descubrimiento.

No está de más recordar aquí brevemente que son los propios filósofos los que abogan por un análisis científico de la ciencia. Así, Feyerabend (1975) reivindica normas propias para cada disciplina en el método —queda ya muy atrás el ideal positivista de la ciencia unificada que Carnap soñaba—. Mientras que Kuhn (1970) concede a la psicología competencias en el análisis del contexto de descubrimiento:

«Debería estar ya claro que la explicación, en un análisis último, debe ser psicológica o sociológica. Debe ser una descripción de un sistema de valores, una ideología, junto con un análisis de las instituciones a través de las cuales este sistema se transmite y refuerza. Sabiendo lo que valoran los científicos podremos confiar en entender qué problemas acometerán y qué elecciones tomarán en circunstancias particulares de conflicto.» (1970:21.)

En la abierta posición de Lakatos (1978), en contra de la falsación popperiana, también se encuentra un abonado campo para la indagación psicológica, sobre la conducta del científico que obvia los elementos desconfirmatorios de su teoría y evita poner a prueba sus hipótesis.

Hoy día hay un análisis científico de la ciencia que adopta un enfoque multidisciplinar, donde, a los datos de la historia, economía o sociología, se añaden las aportaciones empíricas de los psicólogos, en esa recién creada disciplina de «la ciencia de la ciencia», cuya fundamentación teórica cuenta, entre otras, con obras seminales de psicólogos cognitivos, como la de Tweney, Doherty y Mynatt (1981) o la reciente de Giere (1988).

El análisis experimental psicológico en el contexto de justificación

La validez de los enunciados científicos se ha remitido a criterios diferentes, según la época o la moda epistemológica predominante. Así, el recurso a la observación y la confianza exclusiva en los datos empíricos se opone a una visión racional de la ciencia, donde lo importante es que los enunciados de cualquier teoría, al margen de que su origen sea empírico o no, hayan superado con éxito pruebas de falsación, tan sólo con este criterio se puede distinguir la verdadera ciencia de la pseudociencia, dicen otros.

Estos dos criterios se corresponden con preceptos epistemológicos muy elaborados en dos posiciones antagónicas bastante influyentes en la ciencia de nuestro siglo: la inducción del racionalismo lógico frente a la falsación del racionalismo crítico de Popper.

El tema nos remite a una falsa pugna entre los grandes principios del conocimiento humano: experiencia o razón. Pero, si bien con mucha razón, Popper (1978) califica el criterio de la observación pura en el positivismo lógico como «el mito de la inducción», también es cierto que la falsación es un mito, porque los científicos en los períodos de ciencia normal eluden las argumentaciones refutadoras de sus teorías (Kuhn, 1962; Lakatos, 1978).

Así pues, la terrible duda —¿experiencia o razón?— se resuelve de una sencilla manera: ni la una ni la otra, sino todo lo contrario. Tan mitológica es la una como la otra. La imagen ideal del científico en su torre de marfil, fiel a la observación objetiva y/o a la razón, que somete a duras pruebas las propias teorías, se ha desvanecido. Han caído las torres de marfil y la cuestión se centra ahora en explicar lo que hacen los científicos, no lo que deberían hacer. En donde los resultados de los estudios de los psicólogos aportan información interesante, que pasamos a ver.

¿Observaciones o hipótesis?

Hoy día está de moda el científico teórico y no el inductivo, porque la moda cambia en la ciencia como en todo. Albert Einstein —crítico acerbo del operacionismo— es, para nosotros, la quintaesencia del científico, y su discípulo Hawking —el «padre» de los agujeros negros— está indiscutiblemente de moda. Sus obras son *bestsellers* y muchos las compramos, aun sin tener conocimientos de física teórica.

En nuestra ciencia, pasada la fiebre positivista del conductismo, también se hace recurso de constructos hipotéticos para explicar los hechos psicológicos y lo interno, lo mental, vuelve a ser el objeto de estudio.

Pero el hecho de que se adopte una determinada postura epistemológica no implica rechazar cual-

quier otro método que pudiera ser útil en un momento determinado, como acabamos de decir. El hecho de ser un teórico no excluye que se den situaciones donde resulte más productivo no trabajar con hipótesis.

Y al revés. A Newton se le tiene como arquetipo de científico empírico y sus leyes de la óptica son un ejemplo claro de inducción, pero no sus leyes del movimiento, que no eran extrapolaciones literales de eventos observados, sino axiomáticos puntos de partida de los que se deducen consecuencias. Veamos el ejemplo de su primera ley del movimiento que reza así: «Cada cuerpo continúa en su estado de descanso o de movimiento uniforme en línea recta a menos que sea compelido a cambiar por fuerzas impresas sobre él».

Así pues, no se puede concluir sobre el uso universal de hipótesis en la ciencia. Es posible que se den situaciones donde sea menos deseable y una cuidadosa experimentación pueda ofrecer mucha información. Lo cierto es que está por hacer aún la investigación que determine en qué condiciones se emplean unas y otra.

El mito de la falsación

Si hay investigación, en cambio, en torno al uso de la falsación como criterio evaluador de las teorías científicas y lo que demuestra, simplemente, es la existencia de un sesgo confirmatorio general entre los científicos.

Ya me he referido a las críticas de los postpopperianos al «mito de la falsación», pero, desde el punto de vista psicológico, resulta obvio calificarla de contraintuitiva. Resulta muy natural que, en un paradigma dominante, se rechacen las anomalías acusando de incapacidad a los instrumentos experimentales o al científico que plantea las refutaciones. Veamos dos ejemplos muy significativos: Darwin y Einstein.

Gruber, en su trabajo sobre Darwin (1974), donde propone una versión constructivista de la creación científica a partir del análisis de sus libros de notas escritos entre 1837 y 1839, afirma no encontrar ninguna confirmación del mito racionalista de la falsación en los escritos de Darwin.

Holton, por su parte, cuenta una anécdota de Einstein, donde el físico trivializa un «experimento crucial» de Eddington sobre la teoría de la relatividad. Se trata de un informe de una discípula de Einstein, Ilse Rosenthal-Schneider, que dice lo siguiente:

«En una ocasión, cuando me encontraba con Einstein para leer con él un trabajo que contenía muchas objeciones en contra de su teoría (...), interrumpió repentinamente la discusión del libro, alcanzó un telegrama que estaba sobre el alféizar de la ventana y me lo entregó con las palabras: "Aquí tienes algo que quizá te interesará". Era el cablegrama de Eddington con los resultados de la medición de la expedición del eclipse (1919). Cuando yo estaba expresando mi alegría por el hecho de que los resultados

coincidiesen con sus cálculos, él dijo sin ninguna emoción: "Pero yo sabía que la teoría era correcta"; y cuando pregunté qué habría pasado si no hubiese habido confirmación de su predicción replicó: "En ese caso lo hubiese sentido por el querido lord, la teoría es correcta".»

Veamos ahora por separado las formas en que actúa ese sesgo confirmatorio:

- No se busca evidencia desconfirmatoria.
- No se utiliza cuando se tiene.
- No se considera la evidencia favorable a hipótesis alternativas.

1.º) *No se busca evidencia desconfirmatoria*

Son de sobra conocidos los resultados que se obtienen con la famosa tarea de las cuatro tarjetas de Wason (1968) en el uso de la conectiva lógica del condicional. Aunque hemos de señalar también la notable mejora que se produce en la ejecución cuando los elementos impresos en las tarjetas forman parte de un contexto realista (Griggs, 1983).

Pero ¿qué ha pasado cuando los sujetos experimentales han sido científicos, que están más habituados a un pensamiento formal? Lo mismo.

Una versión de las cuatro tarjetas, presentada por Einhorn y Hogart (1978) a un grupo de estadísticos, produjo respuestas confirmatorias en la mitad de los sujetos.

Otro ejemplo, con resultados aplastantes, nos lo proporciona el experimento de Mahoney y DeMonbreum (1978) con la tarea de encontrar una regla numérica compatible con la secuencia de números 2, 4, 6, también de Wason, para la cual los sujetos tienen que inventar sus propias secuencias numéricas compatibles con la hipotética regla. Los sujetos fueron 15 psicólogos, 15 físicos y 15 sacerdotes protestantes. Los autores postulaban en los científicos el ensayo con secuencias desconfirmatorias por su mayor entrenamiento en el uso del pensamiento crítico. Pero los hechos «desconfirmaron» su expectativa.

No hubo diferencias significativas entre los grupos en cuanto al uso de la desconfirmación al probar las hipótesis, siendo el porcentaje de ensayos desconfirmatorios de un 9 por 100 en el grupo de psicólogos, de un 12 por 100 en el de físicos, y de un 19 por 100 en el de los sacerdotes.

2.º) *No se utiliza la evidencia desconfirmatoria cuando se tiene*

Otro interesante resultado en el experimento de Mahoney y DeMonbreum, que acabamos de ver, fue que, aun cuando la evidencia fuese inconsistente con las hipótesis de trabajo, aproximadamente la mitad de los sujetos seguían probando la misma hipótesis, sin darse tan poco diferencias significativas entre los grupos.

Y es que el *feedback* positivo es siempre más eficaz que el negativo. Una vez que una hipótesis se

hace propia, se sigue poniendo a prueba aunque la evidencia sea inconsistente, cuando no se ignora la evidencia.

Esto es así a pesar de Popper, para el cual en la ciencia una sola refutación vale más que muchas confirmaciones. Es la «cabezonería» de los científicos a la que se refiere Lakatos (1978) en esa tendencia a obviar lo que contradice las posiciones de un sistema teórico dominante.

Geller y Pitz (1968) hablaron del «efecto de inercia» como una resistencia a revisar la propia opinión, tras la información desconfirmatoria en la toma de decisiones o estimación de probabilidad.

En el mismo sentido, Chapman y Chapman (1967) se refirieron al fenómeno de la «correlación ilusoria» ilustrado contundentemente en el experimento con los psicólogos y luego redefinido por Kahneman y Tversky (1973) como «heurístico de accesibilidad».

Para realizar una estimación probabilística no se analiza por igual toda la información disponible, sino que se concede mucha mayor importancia a la que resulta accesible. Este es un procedimiento habitual de estimación y facilitador en muchas situaciones, porque, ciertamente, la probabilidad de encontrar en la experiencia profesional de un psicólogo un determinado diagnóstico en correlación con cierta clase de dibujo de la figura humana es alta (vg., el diagnóstico de paranoia con unos ojos fuertemente señalados en el dibujo). Ahora bien, el sesgo que se produce es de tal envergadura que puede llegar a contradecir los datos objetivos, como sucedió en la situación experimental de los Chapman.

3.º) *No se considera la evidencia para hipótesis alternativas*

Hay una fuerte tendencia entre los científicos a obviar la información relevante para hipótesis alternativas. Esta tendencia tan común a funcionar contra el teorema de Bayes en el razonamiento probabilístico se produce, según Kahneman y Tversky (1973), porque la gente se guía por un heurístico de representatividad. Y, con los resultados experimentales de su famoso problema de «ingenieros y abogados», dan fe de ello.

El heurístico relativo a los estereotipos profesionales funcionaba en los sujetos de tal manera que creaba un sesgo capaz de omitir la consideración de las probabilidades previas. Pero el sesgo se produce aun cuando la descripción que se da del hipotético sujeto no coincide con ninguno de los dos estereotipos profesionales, de manera que consideran un 50 por 100 de probabilidades para cada grupo: ingenieros o abogados, aun cuando la probabilidad previa sea de 70/30. Tan sólo se consideran las probabilidades previas en ausencia de alguna información específica. Es decir, cuando no se recibían descripciones de los individuos.

Este sesgo se ha confirmado hasta en una muestra de matemáticos (Doherty, 1981) buenos conocedores de la regla de Bayes. Tan sólo consideran la relevancia de los datos para hipótesis alternativas

cuando éstos han derivado en conclusiones incorrectas para las hipótesis previas.

¿Cuándo utiliza el científico la falsación?

Parece, en conclusión, que no es un hábito común entre los científicos utilizar la estrategia de la falsación. Acaso no sea tan eficaz como se pretende cuando la ciencia ha podido avanzar, tan a menudo, sin ella.

Sin embargo, esto tampoco es la ley del todo o nada y tenemos también muy buenos ejemplos de un afortunado uso de la falsación. Hay condiciones en las cuales la desconfirmación se emplea sistemáticamente en la ciencia, que son las siguientes, según la clasificación de Tweney, Doherty y Mynatt (1981):

- Cuando la hipótesis que se somete a prueba es fundamentalmente errónea.
- Cuando la hipótesis que se somete a prueba es fundamentalmente correcta, pero es incompleta o incorrecta en uno o más detalles específicos.
- Cuando la hipótesis que se somete a prueba es fundamentalmente correcta, pero es baja la calidad de los datos.
- Cuando la relación entre la hipótesis y los datos no está rigurosamente elaborada.

La falsación es un buen procedimiento epistémico utilizado en condiciones donde se trabaja con hipótesis múltiples. Ya, a principios de siglo, Chamberlin defendía y hacía uso de ellas en la geología. Por su parte, Eccles, amigo y fiel seguidor de los preceptos de Popper, rechaza los métodos inductivistas, a los que considera dogmas restrictivos y defiende el rigor de la falsación en el trabajo con las hipótesis (Eccles, 1975). Y en tales términos epistémicos ha desarrollado una importante labor científica en torno a la transmisión sináptica en el sistema nervioso central.

Pero el más espectacular de los recientes descubrimientos científicos, empleando procedimientos refutadores, ha sido el de la estructura de la molécula del DNA por Watson y Crick en el año 1953. Contra lo que se ha querido hacer ver, no fue un descubrimiento repentino propiciado por un efecto de intuición, sino un trabajo prolongado donde se plantearon hipótesis de trabajo diversas que fueron dando lugar a sucesivas reestructuraciones, que progresivamente les acercaron a la solución definitiva (Weisberg, 1986).

En 1951 Watson y Crick disponían de una bien desarrollada base de datos inductiva en torno al DNA: conocimientos sobre su composición química, sobre su configuración aportados por los avances en los métodos de difracción de los rayos X y conocimientos genéticos sobre el funcionamiento del DNA en la reproducción. Se sabía que el DNA tan sólo se componía de determinados ácidos nucleicos

y que éstos se ordenaban para formar la molécula sólo de ciertas formas. Únicamente había que probar.

Así surgió el modelo inicial de tres filamentos con las bases colocadas hacia el exterior en 1951 que fracasó en sus predicciones; refutaciones que resultaron valiosas para hipótesis alternativas. Tras dos sucesivas hipótesis, finalmente en 1953 surgió el modelo definitivo.

Pero ¿qué sucede cuando el científico trabaja en un campo relativamente poco explorado? En ese caso, por criterios de eficacia, deberá prestar poca atención a la eventual desconfirmación y mucho menos buscarla. Es más productivo centrarse en el refinamiento de sus hipótesis y los mecanismos de obtención de datos, lo cual requiere un uso sistemático de procedimientos confirmatorios. Por el contrario, la desconfirmación sólo resulta productiva cuando la calidad de hipótesis y datos es suficiente como para permitir inferencias poco ambiguas.

Mitroff (1974) relata el ejemplo de la investigación en los últimos años sesenta sobre la geología lunar. Un campo por explorar donde las hipótesis eran ambiguas y la calidad de los datos muy baja. No es extraño que entre los científicos del proyecto Apollo floreciese un fuerte sesgo confirmatorio.

El contexto de descubrimiento

Las explicaciones de los científicos y su influencia en la psicología

A la genial intuición de Reichenbach (1938) sobre la separación de los dos contextos de análisis en la ciencia, siguió la exclusión del contexto de descubrimientos como objeto de análisis lógico. No es tarea de la lógica, según el autor positivista, dar razón de los descubrimientos científicos; no existen reglas que puedan asumir la función creadora del genio. A la lógica, afirma Reichenbach (1951), sólo le importa el contexto de justificación.

La división contextual, asumida también por los filósofos de la ciencia contemporáneos, ha dado lugar a la sistemática omisión de un análisis del contexto de descubrimiento.

Como acabamos de ver, las aportaciones de la epistemología moderna se han centrado en cuestiones relativas al uso de hipótesis, la inducción, la falsación o la utilización de un lenguaje formal para los enunciados científicos. Aunque Hanson en 1958 escribió un libro titulado *Patrones de descubrimiento*, sin embargo, la visión que ha prevalecido es la de Kuhn, quien, abogando por una interdisciplinariedad, encomienda el estudio del contexto de descubrimiento al análisis psicológico y sociológico, en la reedición del año 70 de su famoso libro *La estructura de las revoluciones científicas*.

Dejando para después el estudio interdisciplinar, y centrándonos ahora en la dimensión psicológica de la creación científica, lo cierto es que ha sido prestada más atención a este proceso por parte de los propios científicos que de los psicólogos. Aunque

mostrando, como es lógico, cierta torpeza al hacer sus pinitos en una nueva ciencia que tan lejana queda a físicos o matemáticos. El resultado es una falta de objetividad en sus análisis psicológicos, donde los datos retrospectivos se mezclan a veces con la fantasía, pero innegablemente en aportaciones con gran valor heurístico. Voy a mencionar, aunque sólo sea de pasada, los tres casos más significativos en este contexto.

El matemático francés Henry Poincaré, muy dado a la autorreflexión en torno a las condiciones personales que propiciaban sus más importantes descubrimientos matemáticos. En *Ciencia y método*, escrito en 1908, relata su famosa excursión donde, súbitamente, al poner el pie en el estribo del autobús, le surgió la iluminación sobre las transformaciones empleadas para la definición de las funciones fuchsianas; las cuales son también descritas como un descubrimiento repentino en un estado especial de conciencia durante una noche de insomnio.

La relevancia de los análisis de Poincaré sobre las condiciones del descubrimiento científico era tal que la Sociedad de Psicología de París le invitó a dar una conferencia el 23 de mayo de 1908 sobre el tema de «La invención matemática».

Pero la mejor prueba de la trascendencia de Poincaré en el estudio psicológico de la creación matemática la encontramos en las palabras iniciales del prefacio del libro de Jacques Hadamard *The Psychology of Invention in Mathematical Field* (1945), punto de referencia inexcusable en este campo y de gran valor histórico que ha marcado un hito en la literatura sobre el tema:

«Este estudio, como todo lo que se podría escribir sobre la invención en matemáticas, fue inspirado por la famosa conferencia de Henry Poincaré a la Sociedad de Psicología de París.»

Hadamard desarrolla las intuiciones de Poincaré sobre la intuición —valga la redundancia—: el carácter repentino de muchos descubrimientos importantes, así como sus precedentes en un gran trabajo preparatorio al que sigue un periodo de incubación inconsciente. También el tópico de la naturaleza asociativa del producto de la creación: conexión entre ideas remotas, que ha sido defendido entusiásticamente en la psicología de la creatividad durante mucho tiempo y desde muchos enfoques.

Ahora bien, la gran relevancia de los análisis epistemológicos de Poincaré y Hadamard sobre el contexto de descubrimiento no implica una pervivencia de sus posturas. Desgraciadamente, los trabajos experimentales del descubrimiento científico desde la psicología del pensamiento actual —como veremos en seguida— arrasan con estas concepciones que yo llamaría «líricas», del pensamiento del científico. Como muestra, basta con abrir por cualquier parte el demoledor libro de Weisberg, *Creatividad: el genio y otros mitos* (1986).

Mejor suerte han corrido, sin embargo, las intuiciones de Albert Einstein, que, además de mito científico de nuestro siglo, ha sido un gran epistemólogo

y psicólogo de la ciencia. Concede un valor decisivo a la búsqueda y formulación de nuevos problemas en la ciencia. Así, por ejemplo, dice en 1938:

«Proponer nuevas cuestiones, nuevas posibilidades, mirar los viejos problemas desde un ángulo nuevo requiere imaginación creadora y marca un avance real en la ciencia.» (Einstein e Infeld, 1938:92.)

Efectivamente, este enfoque de descubrimiento de problemas cuenta desde Wertheimer, quien tuvo con Einstein un buen «*feedback* epistémico», con un buen acopio de correlatos empíricos y se proyecta en formulaciones de la psicología cognitiva como la de Getzels y Csikzentmihalyi sobre el descubrimiento de problemas, o la de Simon, de los problemas mal definidos.

Pero, concluyendo sobre este punto, no podemos considerar los relatos de los científicos sino como especulaciones sin otra argumentación empírica que el recuerdo de experiencias personales.

Durante la primera mitad de siglo, algunos psicólogos, de forma aislada y en conexión directa con ellos, intentaron completar el trabajo de los científicos, aunque también con una gran endeblez metodológica y empírica. Citaré los casos de Wallas y Wertheimer.

Grahan Wallas en *El arte de pensar*, escrito en 1926, hizo la famosa descripción en cuatro estadios del pensamiento creador siguiendo muy directamente los testimonios de Poincaré, citando también a Helmholtz y otros creadores. Aunque su descripción ha sido ampliamente aceptada por los estudiosos de la creatividad, sin embargo no se sustenta en sistemáticos datos empíricos. Los estudios posteriores intentando confirmar los cuatro momentos en el trabajo de científicos y artistas han sido improductivos (v. gr., Patrick, 1937). Y, desde el enfoque de la psicología cognitiva actual, resulta imposible traducirlo a un análisis operativo en términos de estrategias (véase Mayer, 1983).

Max Wertheimer, en su obra *Pensamiento productivo* (1945), incluyó un análisis de la creatividad científica, en la cual siguió muy de cerca la figura de Einstein.

Partiendo del esquema S_1 - S_2 para explicar las condiciones normales del proceso de solución de problemas, donde de una situación problema, S_1 , se pasa a una situación solución S_2 ; concibe en la creación la falta de un S_1 porque no hay problema formulado. La cuestión reside en encontrarlo y esto hay que hacerlo contando sólo con la representación de algunas características del S_2 . Es la distinción que establece Wertheimer entre situación de problema-presentado y situación de problema-descubierto. En términos reales, es la situación que diferencia el trabajo del técnico o reproductor de la del científico o artista creativos. Porque lo más característico del trabajo de estos últimos es encontrar sus propios problemas, definirlos.

Tampoco esta definición fue sometida por su autor a contrastación experimental, pero es el mejor

precedente de las formulaciones experimentales actuales. Es, pues, el momento de pasar a reseñar lo que hace al estado actual de la investigación en lo tocante al contexto de descubrimiento.

El descubrimiento científico en la psicología cognitiva

Dice Holton que una característica fundamental de las ciencias es:

«... el que una y otra vez hayan sido consideradas como una actividad al borde de lo carismático, en lugar de ser vistas simplemente como una de las actividades fundamentalmente pedestres que más éxitos ha reportado a la humanidad.» (1982:13.)

Pues bien, estas palabras de un científico de la ciencia bien pueden servirnos para definir lo que en la actualidad se entiende como la mejor definición de la creación científica: si no una actividad pedestre, sí, por supuesto, ajena totalmente a lo carismático.

Ese momento del alumbramiento, que dice Holton, para referirse a las circunstancias del descubrimiento científico, no tiene nada de particular. Nada de particular en el sentido de que no invoca misteriosos procesos mentales desconocidos para el resto de los mortales.

La original y valiosa obra de Perkins *The Mind's Best Work* (1981) hace, por primera vez, un repaso de los actos mentales tradicionalmente implicados en los actos creativos: el pensamiento inconsciente, el *insight*, el ¡ajá!, la disociación, el pensamiento lateral, calificándolos con irónicos adjetivos como la teoría de «las aguas profundas» o del «big bang», para acabar concluyendo que los procesos implicados no requieren de una definición que vaya más allá de las funciones de procesamiento que realizan en situaciones normales: como el recordar, el percatarse, el reconocimiento de contrarios, la búsqueda, la autopercepción, el análisis crítico, la planificación... Eso sí, todo ello aderezado con una fuerte dosis de dedicación en lo que el mismo Perkins ha denominado una visión teleológica de la creación porque:

«La esencia de la invención no es proceso, sino propósito. Propósito es lo que organiza los medios diversos de la mente en fines creativos (...) Los científicos buscan nuevos fenómenos y teorías, los artistas intentan desarrollar estilos nuevos. Es extraño que esto haya sido pasado por alto como una importante explicación para el logro creativo.» (1981:100.)

Como muestra basta un botón y no procede entrar en el análisis de otras obras, pero sí mencionar a algunos autores significativos que hacen aportaciones en esa nueva vía de la definición de la creación científica, como el constructo de motivación intrínseca de Amabile (1983), muy parecido a lo que dice Perkins acerca del propósito, como el modelo de las tres facetas de Sternberg (1988), y otros au-

tores que ya he citado, como Weisberg (1986, 88), Gruber (1974, 88) o Gardner (1982, 88).

Junto a las interpretaciones más generales, los trabajos experimentales más importantes de la psicología cognitiva han aportado resultados en torno a la confirmación de hipótesis relativas a la solución creativa de problemas. Así, por ejemplo, sobre el descubrimiento y definición de problemas donde el precedente de Wertheimer es recogido en el modelo de Getzels y Csikzentimihalyi (1976): el trabajo del científico y el artista creativos consiste en formular nuevos problemas. Se produce en situaciones donde hay que crear el propio problema y la propia solución. Una resistencia a la inercia de cerrar los problemas es característica de los pensadores creativos, según estos autores.

En el marco del paradigma de procesamiento de información, ha sido Simon quien, junto con Newell, propone incluir la creatividad científica en su teoría de solución de problemas, postulando los mismos procesos y estrategias y diferenciando únicamente en cuanto al grado de estructuración de los problemas. El que la gente se refiera a las soluciones de estos problemas como actos creativos se debe a que requieren un proceso de añadir información a la situación problema.

En el mismo sentido, dice Hayes en *The Complete Problem Solver* (1981) que las soluciones a los problemas mal definidos son las propias soluciones porque en ellas se pone el propio conocimiento y valores; otra gente llegaría a otras soluciones porque la información que añaden al problema es diferente de la suya propia, personal. Pero, formalmente, en el pensamiento creador los procesos son los mismos que guían el pensamiento ordinario en la solución de problemas.

En 1978 Simon desarrolla los problemas mal estructurados en una ampliación de su teoría del procesamiento de información, rechazando que haya un límite preciso entre unos problemas y otros. Hay un continuo que va desde problemas como la torre de Hanoi hasta tareas como la de componer una sinfonía. Tres características definen el extremo de los problemas mal definidos:

- El criterio que determina si se ha alcanzado la meta es más complejo y menos definido.
- La información necesaria para resolver el problema no está en las instrucciones y los límites de la información relevante son muy vagos.
- No existe un «generador de movimientos lícitos» sencillo para encontrar en cada paso todas las alternativas.

En consecuencia, se trata de situaciones con un espacio problema mucho más dinámico y cambiante que requieren manejar mayor cantidad de información. Aunque las estrategias de solución sean las mismas que en cualquier problema, hay que bucear en las fuentes propias del conocimiento para llegar a definirlos, lo cual significa contar con una buena base de datos en el contexto relativo al problema.

Efectivamente, como dice Mayer (1983), en la psi-

cológia cognitiva actual parece haberse impuesto la idea de que para resolver con maestría problemas en un determinado terreno sólo hace falta disponer de dos cosas:

- Conocer las estrategias generales de solución de problemas.
- Disponer de una gran cantidad de conocimiento específico al cual aplicar tales estrategias.

Cada vez está más claro que no hay milagros en esto de la creación científica y que el genio es un mito, como dice Weisberg (1986). El que un individuo exhiba genio científico está muy en dependencia del entorno científico en el cual está situado. Y pone Weisberg, como ejemplo, el caso de Einstein, quien manifestó su genio en un campo determinado de la física teórica. Pero el tipo de análisis determinista, en el que se sentía tan a gusto, y que tan fructífero resultó en ese campo, no derivaba en ninguna genialidad, más bien todo lo contrario, en su aplicación a las leyes estadísticas. Curiosamente, él, que fue capaz de dar lugar al origen de las modernas teorías sobre partículas, rechazó las leyes probabilísticas de la mecánica cuántica, siendo por ello criticado y arrinconado por los propios colegas, como más de una vez se quejó.

Asimismo, Weisberg califica de mito la experiencia del ¡jajá! tan frecuente en los relatos de los grandes descubrimientos, en el sentido de que a esa engañosa experiencia fenoménica de salto de intuición o iluminación súbita precede siempre un acercamiento progresivo a la solución.

En su obra *Models of Discovery* (1977) Simon se ha referido a la actividad del científico como una simple y rutinaria forma de solución de problemas. También tiene una explicación para los misteriosos hechos que se producen en la fase de incubación y el momento del ¡jajá!

«Los procesos de información que se producen sin conciencia de ellos son de la misma clase que aquellos de los que el pensador es consciente. Se asume, además, que la organización de la totalidad de los procesos conscientes e inconscientes es fundamentalmente serial, más que paralela en el tiempo.» (1977: cap. 5.)

Hay un acuerdo general en la psicología cognitiva en sospechar de los descubrimientos súbitos, donde por las buenas aparece la idea, sin saber de dónde viene. En inglés se utiliza el término *serendipity* para referirse al hallazgo fortuito de un fenómeno buscado. Se suele citar el caso de Fleming en el descubrimiento de la penicilina. Sin embargo, una feliz casualidad como ésta no le sucede a alguien que haya pensado un cuarto de hora sobre determinado problema. «La suerte favorece a las mentes preparadas», decía Pasteur. En vez de deshacerse del cultivo que, por algún descuido en el laboratorio, se había enmohecido, Fleming se percató de que las colonias de estafilococos se habían vuelto transparentes en la zona atacada por el hongo.

Pero era necesario reconocer que aquello era

realmente información relevante, saber que este fenómeno podría deberse a una muy poderosa sustancia antimicrobiana segregada por aquel hongo perturbador (el *Penicillium*). Sin estas premisas aquel accidente jamás hubiera dado lugar al descubrimiento de la penicilina.

Como resumen de todo lo expuesto acerca de la visión actual de la psicología cognitiva sobre los descubrimientos científicos nos sirven perfectamente las conclusiones de Glaser (1985) sobre los actos creativos:

1. Los actos creativos no tienen que ser necesariamente discretos y unitarios, pueden componerse realmente de una secuencia de subprocesos.
2. La ejecución de estos procesos en una forma creativa requiere la existencia de algunos conocimientos almacenados.

Enfoques interdisciplinares

Una auténtica definición del contexto de descubrimiento debe tener en cuenta tanto lo que hace al «descubrimiento» como a su «contexto». En ese sentido, hay que considerar el *zeitgeist* en que se desarrolla y del que depende el trabajo del científico creativo; lo que supone, necesariamente, no sólo un análisis de lo puramente psicológico, sino también de lo histórico y social. Sólo así adquiere su pleno valor una definición epistémica de la ciencia.

Este es, sin duda, un enfoque dinámico de la ciencia; también idiográfico. Se trata de la comprensión del pensamiento de un científico determinado en su propio contexto histórico, aunque sus resultados permitan extrapolaciones a explicaciones generales del conocimiento científico.

Para una aproximación así a la ciencia es necesario imbuirse del trabajo y la vida del autor: indagar en manuscritos, entrevistas, cartas, diarios... todo lo que pueda dar buena fe del contexto en el que surge la obra científica.

En este enfoque interdisciplinar vamos a repasar brevemente los trabajos de Holton y Gruber, ya que son de la mayor relevancia en el contexto de la psicología cognitiva de la ciencia, que es la perspectiva que hemos tomado en este trabajo.

El análisis temático

Gerard Holton pone de manifiesto la importancia de la inducción en el método inicial del enfoque interdisciplinar con estas palabras:

«En esta etapa de la investigación, la búsqueda de modelos del pensamiento científico debe ser necesariamente inductiva y empírica en gran parte. Debemos obligarnos a la precisión histórica y al estudio cauteloso basado en las pruebas disponibles. Pero nuestra búsqueda también debe tener la libertad e imaginación nece-

sarias para producir herramientas conceptuales con las que se puedan estudiar áreas restringidas como la que se refiere al funcionamiento de la mente de los científicos (...). Dado que solamente estamos en el comienzo del trabajo de recopilación de los elementos a partir de los cuales puedan diseñarse teorías sobre el pensamiento científico, debemos desconfiar de todo esquema que nos ofrezca conclusiones de total certeza.» (1982:16.)

La inducción, según parece, ha sido productiva en Holton al llevarle a la definición de unos constructos: los «themata», bien recibidos en el contexto de los estudiosos de la ciencia (v. gr., Merton, 1974). Se trata de preconcepciones adquiridas en el proceso de formación del científico que actúan implícitamente, dirigiendo su labor y orientándole en un sentido determinado que, en ocasiones, da lugar a resultados espectaculares por ser una de las fuentes más importantes de la capacidad innovadora de algunos científicos.

El análisis temático, según Holton (1973), permite descubrir en una disciplina científica estructuras relativamente estables, mantenidas incluso a través de una revolución —científica, se entiende— y capaces de abarcar teorías rivales.

Así, por ejemplo, desde Copérnico los themata de necesidad y simplicidad han sido cualidades implícitas de algunos sistemas explicativos de la física de enorme éxito. La mecánica cuántica y la teoría de la relatividad gozan de la impronta de estos themata. Son muy significativas las palabras de Weinberg en un discurso a la memoria de Oppenheimer:

«La razón por la que soy tan optimista sobre nuestra situación actual es que la relatividad y la mecánica cuántica, las dos unidas sin ninguna suposición adicional, son principios extraordinariamente restrictivos. La mecánica cuántica sin la relatividad nos permitiría concebir un número muy grande de posibles sistemas físicos (...). Sin embargo, cuando se unen la mecánica cuántica y la relatividad se encuentra que es casi imposible concebir cualquier sistema físico. La naturaleza se las arregla de alguna manera para ser a la vez relativista y cuántica.» (1973:278.)

Parece que estos contenidos temáticos de simplicidad y necesidad, como garantía de verdades más profundas, siguen siendo muy valorados en la física, dice Holton (1982).

El estudio de casos

Mientras que Holton se ha centrado en los físicos, Howard Gruber ha hecho, por ahora, un único y sesudo estudio de la figura de Darwin de enorme trascendencia titulado *Darwin sobre el Hombre: Un Estudio Psicológico de la Creatividad Científica*, publicado por primera vez en 1974.

En efecto, la trascendencia radica, por una parte, en el reconocimiento del valor de su enfoque por los psicólogos cognitivistas, y por otra, en que ha crea-

do escuela: un grupo de discípulos, formados con él, trabajan desde hace más de veinte años siguiendo las directrices del método de Gruber que ellos denominan «método cognitivo de estudio de casos», en el análisis de la obra de científicos y artistas como Benjamín Franklin, William James, John Locke, Dorothy Richardson, Pablo Picasso, Sigmund Freud, Vincent Van Gogh y... ¡Jean Piaget! entre otros (Gruber y Davis, 1988).

Pero, vayamos a Darwin. Gruber maneja como datos empíricos los cuadernos de notas escritos entre 1837 y 1839, a la vuelta de la expedición del Beagle y previos a la publicación del *Origen de las especies* que se demoraría por complicadas razones, como sabemos, hasta 1859.

Gruber asume una perspectiva constructivista, piagetiana, donde define la evolución del pensamiento de Darwin respecto de su teoría de la evolución, como la dinámica de unas estructuras de conocimiento que se reelaboran mediante la interacción con el medio debida a la experimentación y la consiguiente modificación. Réplica, a otro nivel, de la evolución cognitiva que Piaget nos presenta en su epistemología genética. Porque, para Piaget, el niño es un científico en miniatura. La psicología piagetiana no establece diferencias entre el conocimiento científico y el conocimiento ordinario. El sujeto de su psicología es un sujeto epistémico. Por cierto, que el mismo Piaget se muestra muy satisfecho del trabajo de su discípulo:

«Este magnífico trabajo sobre el pensamiento de Charles Darwin es un instructivo y estimulador ejemplo de lo que puede ofrecer el enfoque de la epistemología genética aplicada al desarrollo de las teorías de un gran científico.» (Piaget en Gruber, 1974:9 de la ed. castellana.)

Lo que muestran los cuadernos de notas de Darwin, según Gruber, es un pensamiento guiado por el propósito de alcanzar una teoría y su lucha diaria por construirla. Y añade que una teoría en formación es una estructuración compleja de ideas interpretativas ligadas a los hechos y conectadas con otras previas formando un sistema coherente.

Del estudio idiográfico sobre Darwin, Gruber hace emerger una auténtica teoría de la creatividad definida por él mismo como un enfoque de sistemas de evolución, que son, brevemente definidos, los siguientes:

— En primer lugar, una organización cambiante del conocimiento. También critica Gruber el tópico de los momentos únicos de descubrimiento repentino en el trabajo creador, aunque admite que en su desarrollo temporal el pensamiento puede tener momentos privilegiados.

— Por otra parte, está lo que llama la organización del propósito, en cuya definición interviene la tematización.

— Y finalmente, la organización del afecto. En este punto rechaza las interpretaciones psicodinámicas de sublimación de afectos negativos en el origen de la creatividad. Habla del placer del trabajo

cotidiano, del intercambio con un colega que piensa del mismo modo... Una buena teoría de la creatividad, concluye, debería conectar los procesos cognitivos y el afecto.

Finalmente, unas palabras de Gruber nos sirven como recapitulación y conclusión en este punto, donde hemos enfatizado la importancia del contexto para una cabal comprensión de los procesos de creación en la ciencia:

«... durante el curso de su vida de creación, el individuo debe dar forma una y otra vez a sus relaciones con la sociedad, representada en su familia, sus maestros, sus colegas y otros grupos más amplios. El conjunto de estas relaciones forman el contexto social y emocional en el que el trabajo intelectual avanza. Aunque un individuo puede crear su propia situación no es completamente libre, sus esfuerzos son parte de un proceso histórico y tienen lugar en él.» (1974: 25 de la ed. castellana.)

Y finalmente, si hay que dar una conclusión a todas las ideas expuestas a lo largo de este trabajo, no sería otra que sencillamente ésta: una psicología cognitiva de la ciencia es posible y necesaria. La cuestión a debatir es su naturaleza exacta y la investigación más fructífera a plantear en el futuro

Referencias

- Amabile, T. M. (1983): *The Social Psychology of Creativity*, New York, Springer-Verlag.
- Champman, L. J., y Champman, S. P. (1967): Genesis of popular but erroneous psychodiagnostic observation, *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 74:271-280.
- Eccles, J. C. (1975): Under the spell of the synapse? En F. G. Worden, J. P. Swazey y G. Adelman (eds.): *The Neurosciences: Paths of Discovery*, Cambridge, MIT Press.
- Einhorn, H. J., y Horgarth, R. M. (1978): Confidence in judgement. Persistence of the illusion of validity, *Psychological Review*, 85, 395-416.
- Einstein, A., y Infeld, L. (1938): *The Evolution of Physics*, New York, Simon and Schuster.
- Feyerabend, P. K. (1975): *Against Method*, London, NLB, traducción castellana, Madrid, Tecnos.
- Gardner, H. (1988): Creative lives and creative works: a synthetic scientific approach. En R. J. Sternberg (ed.): *The Nature of Creativity*, Cambridge University Press.
- Geller, E. S., y Pitz, G. F. (1968): Confidence and decision speed in the revision of opinion, *Organizational Behavior and Human Performance*, 3, 190-201.
- Getzels, J. M., y Csikszentmihalyi, M. (1976): *The Creative Vision: A Longitudinal Study of Problem Finding in Art.*, New York, Wiley.
- Giere, R. (1988): *Explaining Science. A cognitive Approach*, University of Chicago.
- Glaser, R. (1985): Problem solving ability. En R. J. Sternberg, *Human Abilities. An Information Processing Approach*, San Francisco, Freeman.
- Griggs, R. A. (1983): The role of problem content in the selection task and the THOG problem. En J. Evans (ed.),

- Thinking and Reasoning. Psychological Approaches*, London, Routledge and Kegan Paul.
- Gruber, H. E.: *Darwin on Man. A Psychological Study of Scientific Creativity*, London, Wildwood House, traducción castellana, Madrid, Alianza.
- Gruber, H. E., y Davis, S. N. (1988): Inching our way up mount Olympus: the evolving-systems approach to creative thinking. En R. J. Sternberg (ed.): *The Nature of Creativity*, Cambridge University Press.
- Hadamard, J. (1945): *An Essay on the Psychology of Invention in the Mathematical Field*, New York, Princeton University Press.
- Hanson, R. J. (1958): *Patterns of Discovery*, London, Cambridge University Press.
- Hayes, J. R. (1981): *The Complete Problem Solver*, Philadelphia, Franklin Institute Press.
- Holton, G. (1973): *Thematic Origins of Scientific Thought: Kepler to Einstein*, Cambridge, Harvard University Press.
- Holton, G. (1978): *The Scientific Imagination: Case Studies*, Cambridge University Press.
- Holton, G. (1982): *Ensayos sobre el pensamiento científico en la época de Einstein*, Madrid, Alianza.
- Kahneman, D. Tversky, A. (1973): On the Psychology of prediction, *Psychological Review*, 80, 237-51.
- Kuhn, T. S. (1962-1970): *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, traducción castellana, México, FCE.
- Lakatos, I. (1978): *The Methodology of Scientific Research Programmes*, Cambridge University Press, traducción castellana, Madrid.
- Latour, B., y Woolgar, S. (1979): *The Social Construction of Scientific Facts*, California, Sage.
- Mahoney, M. S., y DeMonbreum, B. G. (1978): Psychology of the Scientist? An Analysis of Problem-solving Bias, *Cognitive Therapy and Research*, 1(3), 229-38.
- Mayer, R. E. (1983): *Thinking, Problem Solving, Cognition*, New York, Freeman, traducción castellana, Barcelona, Paidós.
- Merton, R. K. (1974): Thematic analysis in science: Notes on Holton concept, *Science*, 188, 335-38.
- Mitroff, I. (1974): Norms and counter norms in a select group of the Apollo moon scientists: a case study of the ambivalence of scientists, *American Sociological Review*, 39, 579-95.
- Patrick, C. K. (1973): Creative thought in artists, *Journal of Psychology*, 4, 35-73.
- Perkins, D. N. (1981): *The Mind Best Work*, Harvard University Press.
- Popper, K. R. (1962): *Conjectures and Refutations*, London, Routledge and Kegan Paul (reed. 1978).
- Reichenbach, H. (1938): *Experience and Prediction*, Chicago, University of Chicago Press.
- Reichenbach, H. (1951): *The Rise of Scientific Philosophy*, Berkeley, University of California Press.
- Romo, M. (1984): La interpretación asociativa del proceso creador, *Estudios de Psicología*, 18, 58-68.
- Simon, H. A. (1978): Information-processing theory of human problem solving. En K. Estes (ed.): *Handbook of Learning and Cognitive Processes*, 5, Hillsdale, New Jersey, LEA.
- Sternberg, R. J. (1988): *The Nature of Creativity. Contemporary Psychological Perspectives*, Cambridge University Press.
- Simon, H. A. (1977): *Models of Discovery*, Boston, Reidel.
- Suppe, F. (1974): *The Structure of Scientific Theories*, University of Illinois Press, traducción castellana, Madrid, Editora Nacional.
- Tweney, R. D.; Doherty, M. E., y Mynatt, C. R. (eds.) (1981): *On Scientific Thinking*, New York, Columbia University Press.
- Wallas, G. (1926): *The Art of Thought*, New York, Harcourt Brace.
- Wason, P. C. (1968): Reasoning about a rule, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 23, 273-81.
- Weinberg, S. (1973): Were we are now, *Science*, 180, 276-78.
- Weisberg, R. W. (1986): *Creativity: Genius and Other Myths*, New York, Freeman, 1986, traducción española, Madrid, Labor.
- Weisberg, R. (1988): Problem solving and creativity. En R. J. Sternberg: *The Nature of Creativity*, Cambridge University Press.
- Wertheimer, M. (1945): *Productive Thinking*, New York, Harper and Brothers.