

Teorías del proceso creador: revisión y perspectiva *

Thomas V. Busse
Richard S. Mansfield

En los últimos 30 años se han realizado cientos de investigaciones sobre el tema de la creatividad. En el mismo período de tiempo, se han propuesto numerosas teorías nuevas de la creatividad. La mayoría de ellas se han centrado en el proceso creador, y la mayoría han supuesto que basta con un solo proceso o un grupo de procesos para explicar la creatividad en todos los campos. En un esfuerzo por comprender el proceso creador en la ciencia, hemos buscado la literatura sobre teorías de la creatividad. Sorprendentemente, hemos localizado pocos intentos serios de perfilar las diversas teorías y analizar sus diferencias. También hemos encontrado algunas teorías recientes que, aunque no muy conocidas, probablemente sean de interés general para las personas que están al día de las tendencias en la literatura sobre la creatividad. Nuestras metas en este artículo son presentar una revisión amplia y razonable de las teorías del proceso creador y una nueva perspectiva del proceso creador en la ciencia.

Muchos psicólogos, psiquiatras y otros han escrito sobre el proceso creativo, por lo que nuestro acercamiento no será exhaustivo. Nos centraremos en las teorías más elaboradas y solamente presentaremos las hipótesis y postulados más centrales de cada teoría. Hemos agrupado las teorías en siete categorías para hacerlas más fáciles de entender. Las categorías, con los nombres de los teóricos que hemos seleccionado, se presentan en la tabla 1.

TEORIAS PSICOANALITICAS

Aunque Sigmund Freud trató la creatividad en varias ocasiones (1957, 1958), son otros dos psicoanalistas, Ernst Kris y Lawrence Kubie, los que han proporcionado teorías psicoanalíticas más elaboradas de la creatividad.

Kris

Ernst Kris (1900-1957), vienés de nacimiento, fue miembro de la Facultad del Instituto Psicoanalítico de Nueva York.

* Tomado del *Journal of Creative Behavior*, num. 2, vol. 14, 91-103, 1980. Reproducido con autorización, © de esta traducción *Estudios de Psicología*, 1984.

TABLA I

Clasificación de teorías y teóricos

Psicoanálisis	Ernst Kris, Lawrence Kubie.
Gestalt	Max Wertheimer.
Asociación	Sarnoff Mednick.
Perceptual	Ernest Schachtel.
Humanística	Carl Rogers.
Desarrollo cognitivo	David Feldman.
Teorías compuestas	Jacques Hadamard. Arthur Koestler. Howard Gruber. George Haslerud.

Kris (1952) propuso que la creatividad consiste en una fase de inspiración y otra de elaboración. De estas dos fases, él pone mucho más énfasis en la inspiración. Postuló que, durante esta fase, el ego pierde temporalmente el control sobre los procesos de pensamiento, permitiendo una regresión a un nivel preconscious de pensamiento. En este estado, el ego es más receptivo a los impulsos e ideas pulsionalmente relacionadas. Predomina un proceso primario de pensamiento, orientado pulsionalmente pero desorganizado, que facilita, por un lado, la producción de asociaciones entre ideas relacionadas con el problema y, por otro, ideas aparentemente no relacionadas, pero potencialmente útiles. La descarga de energía neutra que ocurre durante este tipo de pensamiento es placentera, y este «placer funcional» constituye una fuerza motivacional mayor que subyace a la creatividad.

En otras palabras, Kris pensaba que es esencial en el pensamiento creador abandonar temporalmente los contenidos lógicos, racionales, que constriñen al pensamiento e impiden la formulación de nuevas soluciones. La persona debe permitir deliberadamente que los ensueños, las fantasías y los deseos se introduzcan en su pensamiento. Más tarde, en una fase de elaboración, las ideas están sujetas a una evaluación lógica/rigurosa.

Kubie

Otro teórico psicoanalista que ha escrito sobre la creatividad es Lawrence

Kubie (1896-1973). Fue director de estudios en el «Sheppard and Enoch Pratt Hospital», de Maryland.

Como Kris, Kubie (1958) piensa que el preconscious es la fuente del pensamiento creador. El valor de los procesos preconscious para la creatividad, según Kubie, está en su «... libertad de reunir, ensamblar, comparar y barajar las ideas». Además, Kubie acentuó la importancia de la condensación de significados que se da en el pensamiento preconscious.

En el uso preconscious de imágenes y alegorías se condensan muchas experiencias en un sencillo jeroglífico que expresa en un símbolo mucho más que lo que se puede decir lentamente y con precisión, palabra por palabra, a un nivel de conciencia completo.

Kubie se internó especialmente por el efecto de la inhibición de la conducta neurótica sobre la creatividad. Desafiando la creencia de algunos artistas de que la neurosis es esencial para la creatividad, Kubie señala que los temores, la culpabilidad y otros aspectos neuróticos de la personalidad da lugar a una pérdida de producciones creadoras.

TEORIAS DE LA GESTALT

Los psicólogos gestaltistas no suelen emplear el término «creatividad». No obstante, sí que utilizan los términos «pensamiento productivo» y «solución de problemas» para referirse a lo que otros

pueden llamar pensamiento creador. Max Wertheimer (1959) y Wolfgang Köhler (1969) han aplicado los principios de la Gestalt a la solución de problemas. Resumimos aquí el análisis de Wertheimer, puesto que es el más elaborado de los dos.

Wertheimer

Nativo de Praga, Checoslovaquia, Wertheimer (1890-1943) enseñó en las universidades alemanas de Frankfurt y Friedrich-Wilhelm, pero emigró a América en 1933 cuando Hitler iba tomando poder en Alemania.

La tesis central de Wertheimer (1959) es que el pensamiento productivo requiere una reestructuración de los problemas. Según Wertheimer, las características estructurales y las exigencias del problema establecen esfuerzos y tensiones en el pensador. Cuando emergen estas tensiones, guían al pensador en direcciones que las reducen a la vez que cambian su percepción del problema. Este proceso de reestructuración se da hasta que emerge una solución. Estos son algunos de los principios que gobiernan el pensamiento creador:

1. Deben considerarse y tratarse estructuralmente las lagunas y zonas oscuras de los problemas.
2. El que soluciona el problema deberá considerar cómo se relacionan estas perturbaciones con la situación como todo y con sus diversas partes.
3. Deben producirse operaciones de agrupación estructural, segregación y centración.
4. Deben diferenciarse las características centrales y las periféricas del problema.
5. Debe buscarse la exactitud de la estructura antes que la de sus partes.

Los teóricos de la Gestalt recalcan que las características estructurales de un problema son las que determinan, en última instancia, el proceso de reestructuración que lleva a la solución. La perspectiva de

la Gestalt es más aplicable a problemas convergentes que tienen sólo una o unas pocas respuestas correctas; respuesta menos aplicable a problemas divergentes que tienen muchas soluciones posibles.

TEORIAS ASOCIATIVAS

Los orígenes de las teorías asociativas sobre creatividad se pueden rastrear en los empiristas ingleses como Hume y J. S. Mill, que postulaban que la asociación de ideas configura las bases del pensamiento. En este área, los teóricos asociacionistas consideran que la creatividad depende del número y la rareza de las asociaciones.

Mednick

El más influyente de los teóricos asociativos es Sarnoff Mednick (nacido en 1928). Mednick ha enseñado en la «New School for Social Research», de la Universidad de Michigan, y está ahora en la Universidad de Southern, California. Desarrolló el «Test de Asociaciones Remotas» que operacionaliza su teoría de la creatividad.

Mednick (1962) definió el proceso creador como «... la formación de elementos asociativos en nuevas combinaciones que cumplen requerimientos específicos o son, de alguna manera, útiles».

La creatividad de una solución es una función directa de la relativa lejanía de los elementos que forman parte de ella.

La perspectiva de la creatividad como proceso asociativo conduce a Mednick a formular diversas hipótesis sobre las diferencias individuales en creatividad. Mantiene la hipótesis de que la creatividad requiere el conocimiento de los elementos asociativos de un área, así como un gran número de asociaciones entre estos elementos. Además, Mednick postula la hipótesis de que el nivel de creatividad de una persona depende de su jerarquía asociativa. Cuando se presenta una palabra como «mesa» y se pide que se den respuestas verbales, las personas menos creativas tienden a dar unas pocas respuestas

estereotipadas, como «silla». Las personas más creativas pueden dar también respuestas corrientes, pero es más probable que den respuestas remotas, como «agua». Así, las personas creativas tienen más acceso a asociaciones remotas, pero potencialmente útiles.

Además de Mednick, hay otros investigadores destacados que también suscriben las teorías asociativas de la creatividad. Entre ellos están Irving Maltzman (1960, 1962) y Michael Wallach (1970, 1971). Muchos otros teóricos, como Howard Gruber y George Haslerud han incorporado las ideas asociativas a su propio pensamiento.

UNA TEORIA PERCEPTUAL

Schachtel

Ernest Schachtel nació en Berlín, Alemania, en 1903, y se licenció en la Universidad de Heidelberg en 1925. Dedicó la mayor parte de su vida, hasta su muerte en 1975, al ejercicio práctico de la psicología en la ciudad de Nueva York.

En su libro *Metamorphosis* (1959), Schachtel elaboró una teoría perceptual del proceso creador. Asumió que en la necesidad de relacionarse con el mundo exterior subyace una motivación a la creatividad. La creatividad depende de la apertura perceptual que permite aproximarse a un objeto una y otra vez desde diversas perspectivas. Esta actividad perceptual se acompaña de un interés intenso, que no está limitado por las reglas que gobiernan los procesos convencionales de pensamiento.

TEORIAS HUMANISTICAS

Rogers

Carl Rogers (1959) y Abraham Maslow (1959, 1967) han desarrollado teorías humanísticas de la creatividad. Sólo consideraremos aquí la teoría de Rogers. Rogers, nacido en Oak Park, Illinois, en 1902, ha enseñado en la Universidad de

Chicago y en la de Wisconsin. Recientemente ha trabajado en el «Center for Studies of the Person in California». Es muy conocido por su desarrollo de la terapia centrada en el cliente y su defensa de la psicología humanística.

Rogers definió el proceso creador como «... la emergencia en acción de un nuevo producto relacional que surge de la singularidad del individuo por un lado, y de los materiales, sucesos, personas y circunstancias de su vida, por el otro» (1959). Rogers pensaba que hay ciertas condiciones individuales que se asocian con la creatividad: la apertura a la experiencia, el locus interno de evaluación y la habilidad para jugar con elementos y conceptos. Al contrario que la mayoría de los otros teóricos, Rogers no se interesó especialmente por lo apropiado o útil del producto creador.

UNA TEORIA DEL DESARROLLO COGNITIVO

Feldman

David Feldman, nacido en Pittsburg, en 1942, ha nacido en las universidades de Yale y Tufts. La teoría de Jean Piaget es el punto de partida de la teoría del desarrollo cognitivo de Feldman en relación con la creatividad.

Feldman (1974) observó cuatro semejanzas entre los progresos de las etapas piagetianas y la creatividad en todos los niveles: 1) la reacción ante la solución es, a menudo, una sorpresa; 2) la solución, una vez conseguida, parece muchas veces obvia; 3) en el trabajo sobre el problema existe, a menudo, un sentimiento de ser arrastrado hacia la solución, y 4) la solución es irreversible una vez conseguida.

Basándose en esta analogía, Feldman propuso que la creatividad puede verse como un caso especial de un progreso intelectual más general, en que se incluye el desarrollo a través de las etapas piagetianas. Establece, por tanto, una relación de continuidad entre los progresos intelec-

tuales esperables cuando una persona normal se educa en un ambiente normal y «... esas reorganizaciones sorprendentemente poderosas en un dominio de pensamiento y actividad que representan el extremo del logro creativo».

TEORIAS COMPUESTAS

En esta sección consideramos cuatro teorías que combinan elementos de dos o más de las teorías presentadas anteriormente.

Hadamard

Jacques Hadamard (1865-1963) fue un matemático francés de cierto crédito que, al final de su vida, emprendió el estudio de la creatividad matemática. Su teoría es similar a otra anterior pero menos elaborada de Wallas (1926) y combina algunos supuestos psicoanalíticos con un fuerte énfasis en la asociación de ideas.

Hadamard (1945) planteó cuatro pasos en el proceso creador: 1) preparación, 2) incubación, 3) iluminación y 4) verificación, exposición y utilización de los resultados. El período de preparación incluye una aproximación consciente, sistemática y lógica al problema. Este esfuerzo consciente dispara al proceso inconsciente de pensamiento y le da su dirección general.

Los períodos de iluminación tienen lugar en el inconsciente. Allí se generan al azar muchas combinaciones de ideas, pero la mayoría no alcanzan la conciencia. De hecho, sólo se hacen conscientes ideas que son potencialmente más útiles. Según Hadamard, la mente inconsciente reconoce y selecciona las ideas más útiles, basándose en su belleza estética. Un ejemplo de la belleza a la que se refiere Hadamard es la elegancia geométrica.

El último paso en el proceso creador es enteramente consciente. Implica la valoración adecuada del descubrimiento, verificando su valor y estableciendo todas sus implicaciones.

Koestler

Otra teoría muy conocida es la propuesta por Arthur Koestler, conocido por su novela *Darkness at Noon*. Koestler nació en Budapest, Hungría, en 1905. En su libro sobre creatividad, Koestler (1964) combinó el asociacionismo con algunos conceptos de psicoanálisis, en lo que él llama «teoría de la bisociación». En la bisociación se ponen en contacto dos matrices de ideas previas e independientes. La bisociación, que requiere la guía de los procesos subconscientes, sólo puede alcanzarse mediante una regresión a los niveles primitivos y menos especializados del pensamiento. La bisociación parece semejante al pensamiento preconscious que Kris y Kubie entendían como esencial para la creatividad.

Gruber

Nacido en 1922 en Brooklin, Nueva York. Howard Gruber es actualmente profesor de psicología en la Universidad de Rutgers. Gruber (1974) desarrolla su teoría de la creatividad en la ciencia como consecuencia de su excelente estudio del pensamiento de Charles Darwin.

La teoría de creatividad de Gruber tiene características de los planteamientos asociativos y gestálticos, pero también refleja la influencia de la teoría cognitiva de Piaget. Gruber considera que los logros creativos son resultado directo de una acción consciente y propositiva sobre los procesos inconscientes, y que éstos juegan un papel único. En palabras de Gruber, cuando una persona «... dirige todos los esfuerzos hacia una gran meta, los mismos problemas que ocupan sus pensamientos racionales, despiertos, modelarán su imaginación y penetrarán en sus sueños».

Gruber propone que el pensamiento creador sigue a un proceso de preparación que se caracteriza por la búsqueda y la investigación activa. Otra característica es la perseverancia ante los obstáculos.

Después del período de preparación puede llegar el momento del descubri-

miento de la idea. Gruber piensa que «... cuando los patrones de sistemas previamente independientes se interrelacionan, el resultado es algo nuevo, improductible desde nuestro conocimiento de las leyes especiales que gobiernan cada sistema aislado». Esta noción de creación es compatible con la perspectiva de la asociación y parece similar al concepto de bisociación de Koestler.

Sin embargo, el proceso de descubrimiento en la teoría de Gruber es más complejo y gradual que la formación de una simple asociación. Constantemente se están produciendo pequeños cambios o reestructuraciones consistentes con la visión piagetiana de desarrollo a través de la asimilación y la acomodación. En palabras de Gruber:

«El significado de lo que se descubre es siempre complejo, estratificado y polifacético; el proceso de descubrimiento es igual de complejo, se produce a lo largo del tiempo y es el resultado de diversos esfuerzos en los que se produce con éxito una comprensión profunda.»

Una razón de la baja tasa de cambio en el desarrollo creativo es que el pensamiento está organizado en sistemas parcialmente independientes. Un cambio en un sistema sólo afecta gradualmente a los otros sistemas.

Haslerud

Nacido en Fargo, Dakota del Norte, en 1906, George Haslerud se educó en la Universidad de Minnesota y es ahora profesor emérito de Psicología en la Universidad de New Hampshire. Su teoría incorpora las ideas asociacionistas y de la Gestalt, así como aspectos de la teoría del aprendizaje.

Haslerud (1972), que ha desarrollado una terminología propia e inusual, llama al proceso de pensamiento creador «projescan». Antes de poder comprender el projescan, es necesario definir algunos constructos usados por Haslerud. Debido a que estos constructos son complejos en

interdependientes, son difíciles de resumir de manera breve:

— «Theatre of Perception» (Teatro de la Percepción). Es un centro activo e integrador que plantea cuestiones que se contrastan en el ambiente externo y la masa aperceptiva.

— «Apperceptive Mass» (Masa Aperceptiva). Un almacén a largo plazo de información y experiencia, el Apperceptive Mass consta de: 1) «memory whorls» (espirales de memoria) desarrollados por «retrieval sets» (sets de reintegración); 2) reflejos innatos y el condicionamiento basado en ellos, y 3) retrieval sets basados en el proceso creador del projescan.

— «Perceptual Future» (Futuro Perceptual). El «Perceptual Future», una región hipotética dentro del Apperceptive Mass, es una fuente de ideas potenciales. El «Perceptual Future» se encuentra en las relaciones entre los memory whorls y fuera de los ya establecidos retrieval sets; sólo es accesible a través del proceso de projescan.

— «Memory Whorl». Esta unidad de memoria, localizada en el Apperceptive Mass, consta de una idea con generalizaciones de estímulos relacionados.

— «Projescan». Este es el proceso que genera ideas creadoras. Un set de rastros centrífugos y conscientes proyecta el problema al Perceptual Future de tal manera que permita el examen de las relaciones entre dos o más memory whorls o entre un memory whorl y alguna organización del ambiente.

Si una idea generada de esta forma evoca una sensación de sorpresa esto se percibe en el «Theatre of Perception», como algo a la vez nuevo y relevante. El Projescan puede ocurrir en ensueños o en el sueño, así como en el pensamiento consciente y dirigido. El éxito del Projescan depende de un enorme cuerpo de información y experiencia almacenado en la Apperceptive Mass.

El «insight» conseguido mediante el Projescan debe desarrollarse a través de

tres actividades adicionales: 1) consolidación del nuevo «insight» en un memory whorl; 2) evaluación de su lógica y su relevancia, y 3) uso de las habilidades de apoyo (ej. fundamento matemático para probar un teorema) para desarrollar la nueva idea.

El proceso de Projecscan de Haslerud es similar al concepto de incubación de Hadamard, ya que en ambos la mente selecciona automáticamente las combinaciones relevantes de ideas. Para Hadamard, el criterio para la selección es la belleza, mientras que para Haslerud es la sorpresa.

DISCUSION DE LAS TEORIAS

Aunque están enlazadas por un hilo común, sus diferencias son llamativas. Hasta cierto punto estas diferencias se deben a que los teóricos se han aproximado al problema de la creatividad desde las posiciones de distintos enfoques psicológicos: psicoanalítico, conductista, piagetiano, gestaltista, etc. Pero las consideraciones del proceso creador son también diferentes, porque el término «creatividad» abarca fenómenos que suceden en diferentes campos y en personas con diferentes niveles de entrenamiento y experiencia.

En cuanto a las diferencias en las áreas, Hadamard, Gruber y Wertheimer han descrito procesos relativamente convergentes que parecen más aplicables a la ciencia y campos relacionados. Otros teóricos, entre los que están Kris, Kubie y Rogers, describen procesos más divergentes que parecen especialmente aplicables en áreas tales como arte y literatura.

Con respecto a los niveles de entrenamiento y experiencia, algunos teóricos como Kris, Kubie, Mednick, Rogers, Haslerud, Wertheimer y Schachtel han supuesto que se puede aplicar el mismo modelo del proceso creador a los niños y los profesionales adultos. Gruber y Hadamard, por el contrario, han enfocado sus descripciones en procesos desarrolla-

dos por profesionales adultos muy capacitados. Estos teóricos, interesados por la creatividad científica, presentan explicaciones semejantes del proceso creador, que incluye periodos de preparación, generación de ideas, descubrimiento y verificación.

UNA NUEVA PERSPECTIVA

Creemos que las teorías sobre el proceso creador tenderán a progresar más si los teóricos abandonan su intento de construir grandes teorías para interesarse por los logros en campos específicos de personas con niveles comunes de entrenamiento y experiencias. Hemos intentado hacer esto estudiando las descripciones que hacen científicos muy creativos de su trabajo. A continuación presentamos una descripción resumida de nuestra teoría. Próximamente mostraremos una presentación más detallada (Mansfield y Busse, 1981).

Nuestra opinión es que pueden identificarse cinco procesos esenciales en la generación de productos científicos creativos. Estos procesos no deben concebirse como operaciones aisladas, sino que interactúan y se facilitan mutuamente. Tampoco se dan siempre los procesos en la secuencia en la cual los presentamos aquí. El trabajo de los científicos no siempre es sistemático, metódico y lógico.

Ilustramos estos procesos con ejemplos tomados de informes de tres científicos: James Watson (1968), que contribuyó a descubrir la estructura del DNA y el mecanismo de la trasmisión hereditaria; Albert Einstein (Wertheimer, 1959), cuya teoría de la relatividad revolucionó la física; y Marie Curie (Curie, 1937), quien con su marido Pierre, identificó por primera vez el radio y el polonio.

Selección del problema

El científico que aspira a hacer un descubrimiento creativo debe tener mucho cuidado en la selección del problema.

Por un lado, el problema debe poder solucionarse. Esto es: dados los instrumentos, métodos y conocimientos disponibles debe haber, al menos, una posibilidad remota de encontrar la solución. Por otra parte, el problema debe ser tal que, si se resuelve, pueda representar una ruptura creativa. Algunas veces, las implicaciones creativas de la solución son obvias para el investigador desde el principio. Por ejemplo, James Watson intentó descubrir la estructura del DNA porque creía que la solución de este problema facilitaría la comprensión de la transmisión genética. En algunos casos, sin embargo, el investigador no ve la posibilidad de un descubrimiento creativo al principio de una línea de trabajo, sino que se guía por su sensibilidad para investigar descubrimientos que plantean problemas a las teorías existentes. Tales descubrimientos, si se persiguen, pueden dar lugar a una revisión creativa de la teoría. Einstein, por ejemplo, estaba intrigado por el hecho de que las leyes newtonianas de la física no podían aplicarse fácilmente a la luz. Newton había establecido que no podía haber un movimiento o un reposo absolutos, y parecía claro que los mismos principios se aplicarían a la luz. Pero Einstein se dio cuenta de que el supuesto de la velocidad variable de la luz no podía conciliarse con lo que se conocía sobre los fenómenos electromagnéticos. Finalmente, el esfuerzo por resolver esta inconsistencia llevó a Einstein a su teoría de la relatividad.

Esfuerzo por resolver un problema

Los descubrimientos científicos importantes suelen estar precedidos por un largo período de esfuerzos persistentes. Por ejemplo, Einstein sólo dio con la teoría de la relatividad después de siete años de estudio de la velocidad de la luz desde distintos marcos de referencia.

Restricciones a la solución del problema

Mientras trabaja en el problema, el científico establece, consciente o inconscientemente, restricciones a su solución.

Una restricción se define aquí como cualquier «set mental» que limita el alcance de la investigación. Algunas de estas restricciones se presentan al principio, luego, a medida que se penetra más en el problema, se añaden o eliminan ciertas restricciones. Las restricciones se pueden clasificar como empíricas, teóricas o metodológicas.

Restricciones empíricas. Las restricciones que los científicos reconocen con más facilidad son las impuestas por la observación experimental y los resultados previos. Marie Curie, al investigar la radiactividad, observó que una muestra de pechblenda producía mucha más radiación de la que se podía explicar por las cantidades de uranio y thorio presentes. Puesto que éstos eran los únicos elementos radiactivos conocidos, concluyó que tenía que existir otro elemento radiactivo.

Restricciones teóricas. Las restricciones basadas en la teoría podrían dominarse con grados variantes de compromiso. Los supuestos centrales de la teoría, con la que el científico está comprometido, tienden a mantenerse más tenazmente. Estas restricciones son similares a las que Thomas Khun (1970) ha llamado paradigmas. Puesto que estos supuestos teóricos son acuerdos aceptados casi universalmente, el científico debe saber que son restricciones. Como ejemplo, Einstein, inicialmente aceptó el supuesto que prevalecía de que el tiempo era independiente de los procesos físicos y podía considerarse sin relación con ningún marco específico de referencia. Solamente cuando cuestionó esta restricción emergió su teoría de la relatividad.

Otras restricciones teóricas se pueden concebir como hipótesis de trabajo adoptadas de forma deliberada y audaz. Las hipótesis de trabajo pueden tomarse de otros investigadores, pero, a menudo, son creadas por los propios científicos. Por ejemplo, James Watson, al investigar la estructura del DNA, adoptó la hipótesis de trabajo de que el DNA tenía una estructura helicoidal. Watson estaba influido por su propia demostración de la

estructura helicoidal del virus del mosaico del tabaco, así como por la demostración de Linus Pauling de la estructura helicoidal en una molécula proteica. Posteriormente, la mejora de las técnicas de difracción de los rayos X confirmó esta hipótesis de trabajo y la transformó en una restricción empírica.

Restricciones metodológicas. Una tercera clase de restricciones conciernen a los instrumentos y las estrategias de búsqueda y análisis estadístico. Las restricciones impuestas por los instrumentos para conseguir datos pueden apreciarse si tenemos en cuenta los tremendos avances que han seguido al desarrollo de nuevos instrumentos, como el microscopio electrónico en biología; el acelerador de partículas, en física, y el telescopio, en astronomía.

Cambio de las restricciones

En el proceso de resolución de un problema científico puede ocurrir que algunas de las restricciones adoptadas inicialmente se prueben como erróneas y sea necesario cambiarlas. Este proceso es similar a lo que Philip Jackson y Samuel Messick (1967) llaman «transformación» y los psicólogos de la Gestalt (Wertheimer, 1959) «reestructuración».

Las restricciones teóricas a nivel de hipótesis de trabajo son relativamente fáciles de romper, porque se adoptan deliberadamente y no suelen formar parte de un sistema mucho más amplio de creencias. Las hipótesis de trabajo se descartan a menudo porque los datos recientes las hacen insostenibles. Por ejemplo, Watson renunció a un temprano modelo de DNA que situaba un esqueleto de azúcar-fosfato en el centro de la hélice, en lugar de en la parte externa, cuando encontró que este modelo era incompatible con las restricciones dobles impuestas por las leyes de la química estructural y con los patrones de difracción de rayos X, revelados en fotografías del DNA. Cuando Watson se dio cuenta de estos problemas, desarrolló una nueva hipótesis de trabajo en la que el esqueleto de azúcar-fosfato estaba en el exterior de la molécula de DNA.

En contraste con las hipótesis de trabajo, las restricciones basadas en los postulados centrales de una teoría o paradigma son mucho más difíciles de cambiar. Einstein pasó siete años investigando la velocidad de la luz antes de romper la restricción de la teoría científica tradicional al tener en cuenta el tiempo.

¿Qué lleva a un científico a abandonar las restricciones de un paradigma? Una condición necesaria es la existencia de una evidencia experimental significativa que viole las predicciones teóricas y, por consiguiente, no pueda ser explicada fácilmente en el contexto de la teoría existente. El experimento de Michelson-Morley presentó tal evidencia a Einstein.

Además de los nuevos datos puede ser necesaria una teoría alternativa aceptable para cambiar las restricciones de un paradigma. Pero el desarrollo de un paradigma alternativo requiere una visión del problema desde una perspectiva radicalmente nueva. Es difícil explicar cómo ocurre esta transformación o reestructuración. Parecen requerirse dos procesos ya discutidos: la persistencia de los esfuerzos y la sensibilidad en la selección del problema. El científico debe comprender la complejidad total del problema y señalar las áreas más problemáticas para la teoría existente.

Pero hay otra técnica, originada en el mismo problema, que puede ayudar a facilitar la reestructuración. Los científicos creadores dicen, con frecuencia, que descubrieron la solución sólo después de dejar el problema de lado durante un tiempo. A veces surge la solución de repente y sin ninguna asociación consciente que la precipite. En otros casos aparece la solución como resultado de una asociación con algún pensamiento aparentemente no relacionado.

No se sabe bien por qué puede facilitar la reestructuración la captura con el problema. Arthur Koestler (1964) y Jacques Hadamard (1945) suponen que esta ruptura permite que operen procesos inconscientes importantes. Aunque parece razonable que los procesos inconscientes puedan facilitar la reestructuración (como

cuando una imagen de un sueño sugiere una nueva manera de ver el problema) de esto no se sigue necesariamente que los sueños o los procesos inconscientes jueguen un papel central y vital en el pensamiento creador. Parece más razonable —como sugiere Howard Gruber (1974)— suponer que los procesos inconscientes lo que hacen es continuar el pensamiento y la solución de problemas iniciados por los procesos de pensamiento conscientes y directos.

Quizá sea útil la ruptura con el problema porque debilite un «ser mental» improductivo. La ruptura permite al científico volver al problema con pensamientos menos dominados por las restricciones que habían estorbado la reestructuración en un primer momento; también permite un pensamiento no dirigido con una apertura a asociaciones al azar.

Verificación y elaboración

El proceso de formulación, depuración y comprobación de las restricciones se repite hasta que, por sucesivas aproximaciones, el científico desarrolla un «set de

restricciones» que le conducen a la solución. El científico debe entonces verificar el valor de la solución y también presentarla de manera que la comunidad científica pueda comprenderla.

CONCLUSIONES

Después de presentar nuestras teorías del proceso creador en la ciencia, estamos en posición de comentar su relación con las teorías resumidas antes. Nuestro modelo global del proceso creador es similar al de Hadamard y Gruber. Pero nuestro énfasis en el establecimiento y ruptura de las constricciones procede de la visión de la Gestalt de que las características estructurales del problema dirigen el pensamiento del científico. Es importante reiterar que nuestra teoría trata de explicar el trabajo científico en el que la validez de las ideas y restricciones puede contrastarse en último término con los datos del mundo real, probablemente nuestra teoría no es aplicable a áreas no científicas en las que la validez de las ideas depende más de criterios subjetivos y estéticos.

Referencias

- CURIE, E.: *Madam. Cam. Sheean*. V. Garden City. Nueva York. Garden City Publishing, 1937.
- FELDMAN, D.: «The developmental approach: universal to unique». S. Rosner y L. E. Abt (eds.). *Essays in creativity*. Croton-on-Hudson, Nueva York. North River Press, 1974.
- FREUD, S.: «Leonardo da Vinci and a memory of his childhood». En *The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud* (vol. XI). Londres. Hogarth Press, 1957.
- FREUD, S.: *On creativity and the unconscious*. Nueva York. Harper, 1958.
- GRUBER, H. E.: *Darwin on man: a psychological study of scientific creativity*. Junto con los escritos primeros y sin publicar de Darwin, transcritos y comentados por P. H. Barret. Nueva York. Dutton, 1974.
- HADAMARD, J.: *The psychology of invention in the mathematical field*. Princeton: Princeton University Press, 1945.
- HASLERUD, G. M.: *Transfer, memory and creativity*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1972.
- JACKSON, P. W., y MESSICK, S.: «The person, the product, and the response: conceptual problems in the assessment of creativity». En J. Kagan (ed.). *Creativity and learning*. Boston: Houghton Mifflin, 1967.
- KOESTLER, A.: *The act of creation*. Nueva York. Macmillan, 1964.
- KOHLER, W.: *The task of gestalt psychology*. Princeton University Press, 1969.
- KRIS, E.: *Psychoanalytic explorations in art*. Nueva York. International Universities Press, 1952.
- KUBIE, L. S.: *Neurotic distortion of the creative process*. Nueva York. Noonday Press, 1958.
- KUHN, T. S.: *The structure of scientific revolutions*. (2nd ed.). Chicago. University of Chicago Press, 1970.
- MALTZMAN, I.: «Motivation and the direction of thinking». *Psychological Bulletin*, 1962, 59, 457-467.
- MALTZMAN, I.: «On the training of originality». *Psychological Bulletin*, 1960, 67, 229-242.
- MANSFIELD, R. S., y BUSSE, T. V.: *The psychology of creativity and discovery*. N. J. Hillsdale. Lawrence Erlbaum Associates (en prensa).
- MASLOW, A. H.: «The creative attitude». En R. L. Mooney y T. A. Razik (eds.). *Explorations in creativity*. Nueva York. Harper, 1967.

- MASLOW, A. H.: «Creativity in self actualizing people». En H. H. Anderson (ed.). *Creativity and its cultivation*. Nueva York. Harper, 1959.
- MEDNICK, S. A.: «The associative basis of the creative process». *Psychological Review*, 1962, 69, 220-232.
- ROGERS, C. R.: «Toward a theory of creativity». En H. H. Anderson (ed.). *Creativity and its cultivation*. Nueva York. Harper, 1959.
- SCHACHTEL, E. G.: *Metamorphosis*. Nueva York. Basic Books, 1959.
- WALLACH, M. A.: «Creativity». En P. H. Mussen (ed.). *Carmichael's manual of child psychology* (vol. 1) (3.^a ed.). Nueva York. Wiley, 1970.
- WALLACH, M. A.: *The intelligence creativity distinction*. Nueva York. General Learning Press, 1971.
- WALLAS, G.: *The art of thought*. Nueva York. Harcourt. Brace, 1926.
- WATSON, J. D.: *The double helix*. Nueva York. Atheneum, 1968.
- WERTHEIMER, M.: *Productive thinking* (en ed. ed.). Nueva York. Harper, 1959.