

La creatividad en la práctica médica

I. INTRODUCCION. LAS BASES DE LA CREATIVIDAD

ADOLFO MARTINEZ-PALOMO*

La creatividad es el complejo y prolongado proceso de interacción entre un individuo y su ambiente que resulta en la producción de algo nuevo, una idea, un producto, etc. En el caso de la creatividad científica ese producto debe ser, además de nuevo, reproducible y significativo. Existen tres formas de creatividad: el descubrimiento de algo que existe, (la relatividad), la invención de algo nuevo, (la rueda) y la creación personal, (las Señoritas de Avignon), de Picasso. A diferencia del proceso habitual de pensamiento, la creatividad se basa en el pensamiento divergente; en el planteamiento de varias alternativas, que no necesariamente siguen las tradiciones ortodoxas.

De entrada, debemos aceptar que es poco, bien poco, lo que se sabe sobre la creatividad, a pesar de ser la característica distintiva de la especie humana y el motor de la civilización y el progreso. Apenas algunos rasgos comunes en las biografías de creadores excepcionales, algunos patrones generales en el proceso de invención, ciertos intentos por identificar y cuantificar la capacidad creativa. Desde la *"Biología de la Invención"* de Charles Nicolle hasta la *"Fisiología de la Imaginación"* de Sir John Eccles, poco es lo que ha avanzado la investigación biomédica en este tema, a pesar de los esfuerzos de estos dos ilustres premios Nobel y de los muchos otros de menor lustre académico. Ha sido tarea fundamental de psicólogos como Barron, Torrance, Taylor y otros, explotar este importante aspecto de la actividad humana.

El tema no es de interés menor, como lo indica con notable pragmatismo el Dr. Golovin, quien fuera asesor de ciencia y tecnología para la oficina de la presidencia de los Estados Unidos: "la única forma de sostener un crecimiento constante del producto nacional, es a través del incremento en la productividad, lograda mediante la aplicación de avances científicos y tecnológicos para la producción industrial y agrícola. La solución es el aumento en el número de científicos e ingenieros; 30 000 anualmente para E.U.A., y la elevación del nivel promedio de la capacidad creativa".

La creatividad no es tema usual de preocupación de los forjadores de médicos, ni del médico mismo que, sin saberlo en ocasiones, puede basar su éxito en la capacidad de crear nuevas alternativas o de producir nuevo conocimiento. Por ello, se ha organizado este simposio sobre Creatividad en la Práctica Médica destinado a analizar tres interrogantes:

- ¿Es importante la creatividad para el médico?
- ¿Cómo interviene en su práctica diaria?
- ¿Cómo identificarla y estimularla?

Un resumen breve de nuestros conocimientos actuales sobre el tema, que ya apuntamos como muy magros, es necesario antes de abordar las preguntas.

Roe considera en su *"Psicología del Científico"* que el proceso creativo es difícil de analizar porque no se produce a nivel consciente, sino subconsciente o pre-consciente. El pensamiento ordenado, consciente y lógico difícilmente facilita la creatividad. Si bien se requieren niveles superiores de inteligencia, ésta no basta para ser creativa. La acumulación de información tampoco es suficiente; es más, por regla general, el erudito no es creativo. Dadas estas dos condiciones, inteli-

*Académico numerario. Miembro del Colegio Nacional

gencia y experiencia, el proceso creativo requiere, además, una fuerte motivación para persistir en la indagación de un hecho por el que debe sentirse profunda curiosidad. El último ingrediente requerido es ciertas habilidades especiales: numérica, espacial, verbal, etc., según se trate de creatividad en ciencias exactas, en arte, en ciencias sociales, etc.

Bronowski y con él muchos otros, consideran que el acto creativo consiste en el descubrimiento de analogías ocultas, o la imbricación de dos esquemas de pensamiento no relacionadas previamente, tal como se presentó en la analogía entre la prensa de uvas para fabricar vino y la prensa con caracteres escritos que llevó a Gutenberg a inventar la imprenta. En una obra que todos citan y pocos leen, por arida, Koestler considera que el mecanismo del proceso creativo es el siguiente:

“El conocimiento sistemático y disciplinado es una habilidad gobernada por un conjunto de reglas preestablecidas, algunas explícitas, otras ocultas. El acto creativo, al depender de fuentes inconscientes presupone la relajación de los controles y la regresión a modos de ideación indiferentes a las reglas de la lógica normal, inalterado por las contradicciones o por los dogmas y tabues del llamado sentido común. En el momento decisivo del descubrimiento, se suspenden los códigos del razonamiento ordenado, como ocurre en el sueño, cuando el torrente de ideación se desplaza libremente por efecto de su propio peso emocional, como si no estuviese sujeto a ley alguna.”

Dos ejemplos nos ilustran mejor el proceso creativo. Un investigador, en el alba de la microbiología, se equivoca de frasco al trabajar en el laboratorio. En vez del colorante habitual, coloca sobre una preparación, teñida por el violeta de genciana, algunas gotas de un reactivo de uso común entre los botánicos, la solución iodo-iodurada de Lugol. Se producen horribles precipitados que, al parecer, echan a perder la preparación. El gesto natural sería tirarla al cesto. Gram, a pesar de ello, añade alcohol. Los precipitados se disuelven, la preparación se aclara y pierde casi por completo el tinte violeta. No, no todo; una parte permanece teñida. El observador seca la laminilla y la observa al microscopio. Algunas bacterias conservan el color original, mientras que otras, de especies diferentes lo han perdido. Unas gotas de solución diluida de fucsina hacen que los microbios descoloridos se tornen rojos; los otros conservan su tinte violeta. Así, de un golpe, se descubre el método de diferenciación de bacterias más sencillo y útil (Nicolle). Ante esta descripción diría Pasteur: “la suerte no favorece sino a los espíritus preparados”.

El segundo ejemplo es particularmente valioso, porque contiene el relato directo de su protagonista. Otto Loewi, descubridor de la transmisión química neuromuscular:

“Desde 1903 discutí... el hecho de que ciertas drogas reproducen los efectos exalatores o inhibidores de la estimulación de los nervios simpáticos y parasimpáticos sobre sus órganos efectores. Durante esta discusión se me ocurrió la idea de que las ter-

minales nerviosas podrían contener sustancias químicas, que la estimulación las liberaría de las terminales nerviosas y que estas sustancias, a su vez, transmitirían el impulso nervioso a sus respectivos órganos efectores. En ese tiempo no encontraba la forma de comprobar la veracidad de esta suposición, que quedó enterrada en mi memoria subconsciente hasta que volvió a emerger en 1920. La noche anterior al domingo de Pascua de aquel año, me desperté, prendí la luz, y garabatee algunas notas en un trocito de papel delgado. Volví entonces a conciliar el sueño. Me acorde, a las seis de la mañana de que durante la noche había escrito algo de gran interés, pero me fue imposible descifrar los garabatos. La siguiente noche, a las tres de la mañana, me volvió la idea. Era el diseño de un experimento para determinar si la hipótesis de la transmisión química que había esbozado hacia 17 años era correcta. Me levanté inmediatamente, fui a mi laboratorio y realicé un simple experimento en el corazón de una rana de acuerdo al diseño nocturno”.

El experimento en cuestión se basó en la comprobación del efecto acelerador o retardador del ritmo de un corazón denervado, al ponerlo en una solución salina que había estado en contacto con un segundo corazón, en el que había sido estimulado el nervio acelerador o el retardador, respectivamente. En palabras del propio Loewi: “si lo hubiera considerado cuidadosamente durante el día, nunca hubiera aceptado realizar este tipo de experimento”.

A medida que profundizamos en nuestra ignorancia sobre la creatividad, nos enfrentamos a problemas semejantes a los encontrados al tratar de comprender una enfermedad desconocida. Mucho de lo que sabemos sobre la creatividad está aún al nivel primitivo de síntomas y signos; nuestra información es básicamente descriptiva. Así, se describe el proceso creativo siguiendo la secuencia:

Interés — preparación — incubación — iluminación — verificación — explotación.

Si bien esta secuencia no se sigue necesariamente en la práctica, tiene la utilidad de recordarnos que el cerebro no funciona de manera semejante a lo largo de todo el proceso creativo. En el caso del fisiólogo Loewi, el interés y la preparación estaban presentes ya en 1903 cuando discutió el efecto de drogas sobre los músculos. Vino después la incubación, prolongada por 17 años, hasta que llegó la iluminación, en este caso nocturna, seguida de la verificación experimental de la hipótesis de la transmisión química.

Hemos dicho que existen ciertos caracteres comunes a la personalidad creativa; los descritos en la literatura suman decenas. Al analizarlos he procurado seleccionar solamente los que están o estuvieron presentes en varios de mis colegas que considero particularmente creativos, con los que he tenido la oportunidad de convivir durante mi vida profesional como investigador.

En orden descendiente de importancia considero que los caracteres esenciales de la creatividad son: independencia, tenacidad, escepticismo, imaginación, entusiasmo y capacidad autocrítica. Todos ellos son necesarios

para producir una personalidad creativa. La ausencia de uno solo de los componentes, p. ej., la capacidad autocrítica, puede traer como consecuencia un farsante independiente, curioso, persistente, inconforme, imaginativo y por si ello fuera poco, entusiasta.

La descripción de las características externas asociadas a la personalidad creativa es mucho más discutible, ya que al analizar a mis colegas creativos no encuentro un denominador común en su imagen externa. La cabellera abundante, las ropas estrafalarias y los hábitos esotéricos no son, evidentemente la regla. Los expertos consideran sesudamente que las mentes creativas se encuentran en sujetos retraídos, aislados, impulsivos y conflictivos. Los que yo conozco solo tienen en común el último rasgo. Otras descripciones son menos halagadoras; como ejemplo basta ésta: "un ser creativo es un oportunista arropado en múltiples paradojas".

Al tratar de identificar al sujeto creativo se han analizado innumerables variables, empezando, por supuesto, por el sexo. Volvamos a Nicolle, Premio Nobel y filósofo de la investigación, quien se pregunta ¿"puede la mujer hacer obra de genio? Sin titubeos, con toda seguridad, respondo No". Más recientemente, Colp analiza el tema con mejor juicio: "A lo largo de la historia, los hombres creativos han sido mucho más numerosos que las mujeres creativas... la razón de esta discrepancia es que... a las mujeres dotadas se les ha negado con frecuencia el acceso a las modalidades de cultura que son necesarias para el proceso creativo".

Una fugaz incursión por la furibunda ortodoxia freudiana me hizo topar con esta afirmación: "la creatividad depende del potencial de inversión de la libido, del narcisismo, del enfrentamiento con la realidad, las visiones y el instinto de la muerte".

Salgamos de ese laberinto para analizar otra variable: la lateralidad cerebral. Durante mucho tiempo se supuso que la creatividad dependía entre otros factores, de la dominancia funcional del hemisferio cerebral derecho, lo que ha llevado a la creación de escuelas dedicadas a "estimular preferencialmente" este hemisferio. Se ha observado, sin embargo, que los pacientes con lesiones del hemisferio derecho, pueden no tener modificaciones de ciertas facultades creativas.

Si aceptamos el interés de la capacidad creadora, ¿cómo reconocerla y cómo estimularla?. No sin cierta sorna, Kuhn dice que es preferible hacer lo que se sabe lo mejor posible, que detenerse para dar paso a la contemplación y a la llegada de ideas divergentes. Considera que un profesional creativo debe ser un tradicionalista que disfrute jugar partidas intrincadas de acuerdo a reglas preestablecidas, para convertirse en un innovador existoso que descubra nuevas reglas y nuevas formas. Maslow lo expone en forma más sencilla: la diferencia entre la inspiración y el producto final es una enorme cantidad de arduo trabajo, una enorme cantidad de disciplina, una enorme cantidad de entrenamiento, de práctica, de ensayos y de rechazos. Es evidente que, en éste como cualquier otro aspecto de la actividad creativa, habrá siempre diferencias individuales, habrá creadores, "a lo Mozart", que producen

sin esfuerzo aparente, y habrá creadores, "a lo Beethoven", cuyas obras son resultado de un proceso lento y difícil; en términos de Picasso: "mis pinturas son la suma de destrucciones sucesivas".

Muchas son las formas de fomentar la creatividad. Tal vez la más agradable, pero la menos accesible, sea la empleada por Gauguin: irse a vivir a las Islas del Sur. La forma más importante y también la más difícil es la que se basa en comprender que la creatividad depende del trabajo de individuos con inteligencia, integridad, dedicación e imaginación poco usuales; que estas personas requieren algo más que facilidades físicas, que no pueden ser verdaderamente efectivos a menos que vivan y trabajen en un clima que favorezca el proceso creativo. No es poco lo que individualmente podemos hacer por estimular la creatividad de nuestros colegas y de nuestros alumnos. Si logramos aceptar a aquellos que sean competentes, curiosos e independientes, sin menzularles su independencia, su competencia ni su curiosidad, evitaremos ahogarles la creatividad.

II. LA CREATIVIDAD EN LA CIENCIA Y EN EL ARTE

MARCELINO CEREJIDO* Y
FANNY BLANCK DE CEREJIDO

El hombre debe su enorme desarrollo y preponderancia en la escala de los organismos vivientes a una de sus debilidades primordiales: la angustia ante lo desconocido. Le cuesta aceptar que ignora. El hombre primitivo, ante un temblor de tierra, un rayo que fulmina a su camarada, ante una sequía que hace perecer de hambre a sus hijos, o ante su propio envejecimiento, crea explicaciones, inventa modelos de la realidad que ésta le va contrastando, destruyendo y obligándolo a reemplazar por otros más eficaces. Y así desarrolla una maraña de religiones, una plástica, una literatura, una ciencia, una industria con las que va transformando esa intolerable ignorancia en mitos, hipótesis, esculturas, poemas, ecuaciones, templos y máquinas, tejiendo esa complejísima y siempre creciente urdimbre que constituye su cultura. Hay razones para pensar que el plástico y el tecnológico, el poeta y el místico eran primitivamente la misma persona.

También hubo momentos de la historia en los que no existieron barreras disciplinarias o fueron muy laxas y alguien intentó descubrir la fórmula matemática

*Departamento de Fisiología y Biofísica. Centro de Investigación y Estudios Avanzados. Instituto Politécnico Nacional.

de la belleza comparando la longitud de los lados de un cuadro, regla aurea, o la proporción ideal entre la longitud de la cabeza y la estatura, Leonardo da Vinci, o que prefirió determinada ecuación porque le había parecido hermosa, la ecuación de onda de Schroedinger, o cierto modelo físico sobre bases puramente estéticas, de Plamck, Dirac, o que cuando se halló el número π (3.1415...) temió haberse topado con una falla en la obra de los dioses, Pitágoras. Pero hoy la trama de la cultura humana es tan vasta y tan compleja, que los hombres están demasiado especializados como para pedirle a un astrónomo que exprese sus conclusiones en un poema, a un dramaturgo que comprenda las modificaciones electrocardiográficas que produce un bloqueo sinoauricular. Y esto nos ha dado la falsa impresión de que la creación humana se puede desgarnar en parches no solo separados sino, además, sin conexión alguna entre sí.

Sin embargo, cuando se bucea en los mecanismos del inconsciente, se tienen en cuenta los temores, los credos, la economía, y la geopolítica, se encuentran, por así decir, denominadores comunes para los procesos creativos en la pintura, la literatura, las escuelas filosóficas, las ciencias y las industrias de los distintos períodos de la historia. Luego, si se comparan dichos períodos, se nota que hay además denominadores comunes del proceso creativo en general. Para comparar la creatividad en la ciencia y el arte debemos referirnos entonces a esos denominadores comunes y luego abocarnos específicamente a la creatividad en dichas disciplinas. Sin embargo, esa labor presenta dificultades formidables.

Para empezar, nuestro conocimiento del proceso creativo es poco menos que un conjunto de conjeturas. Además, si bien se puede utilizar una definición de ciencia que conforme a los distintos especialistas, no se puede encontrar una definición de literatura que goce de la misma aceptación, ni que sea aplicable a todas las ramas literarias. Optaremos entonces por referirnos a ciertos tópicos aislados.

Cuando obtenemos un dato experimental claro, definitivo, del que ya no dudamos, porque lo hemos comprobado a satisfacción, nos puede ocurrir básicamente tres cosas: 1) que lo observado esté enteramente de acuerdo con lo que se podía haber predicho en base a los modelos explicativos en boga, en cuyo caso no necesitamos de mucha creatividad que digamos. Simplemente hemos agregado un detalle, quizá un dato cuantitativo, a un modelo explicativo que ya teníamos ordenado en nuestro apensamiento. Un ejemplo de esta situación sería un estudio del contenido de hemoglobina en la sangre de un grupo étnico que no había sido investigado hasta entonces. La información así recogida no modifica para nada nuestro andamiaje conceptual. 2) Si en cambio lo observado resulta paradójico o discrepa estruendosamente con lo que permitía predecir el modelo explicativo comunmente aceptado y lo destruye, quedamos ante una situación en la que es necesaria la creatividad. Un ejemplo claro de esta situación sería el experimento de Michelson y Morley en

18881, cuando llegaron a la conclusión de que, al medir la velocidad de la luz en cualquier dirección que la midieran, esta era constante, contradiciendo y destruyendo los modelos de la física de aquellos años. He aquí el momento en que se necesitan crear una nueva hipótesis que explique no solo todo lo que ya explicaba el viejo modelo, sino también nuestra reciente observación. Pero la situación más frecuente es: 3) la información recién obtenida, si bien no destruye la visión de las cosas que ya teníamos, la enriquece, permite sospechar nuevos alcances o más detalles, y hacer más eficiente nuestro modelo explicativo. Un ejemplo pertinente sería el de haber encontrado que el páncreas, además de segregar una hormona, la insulina, que descende el nivel de glucosa en sangre, tiene por lo menos otra, glucagon, que provoca justamente lo contrario. Aquí también es necesario que el investigador tenga creatividad para generar un modelo mejor de la fisiología pancreática. Pues bien, desgraciadamente no hay ninguna receta para producir dicho modelo. No hay ninguna fórmula para que se nos ocurran cosas originales. todo lo que podemos hacer es tener listo nuestro aparato lógico, nuestros equipos experimentales para poner a prueba la idea que alguien pudiera llegar a proponer. Pero eso, de por sí, no genera idea alguna, porque casi todo el proceso creativo ocurre en nuestro inconsciente. En la solicitud de un donativo para costear nuestras investigaciones, podremos prometer y comprometernos a realizar determinados estudios, pero no a que se nos han de ocurrir tales o cuales ideas.

No sabemos porqué en un momento dado prestamos atención a ciertos aspectos de nuestras observaciones y deseamos ciertos otros, ¿por qué olvidamos cierta referencia bibliográfica y en cambio recordamos otra? ¿por qué dejamos de tener en cuenta un detalle del protocolo o enfatizamos en cambio su importancia? Es como si de pronto nuestro inconsciente seleccionara de su enorme archivo un consejo que nos habría dado un maestro hace diecisiete años y lo pusiera sobre nuestra mesa de trabajo, como si cubriera con un velo de olvido las objeciones que nos suele hacer otro colega, o iluminara con un poderoso reflector un hecho que, de otra manera, podría parecerse banal.

Todos estos recuerdos, olvidos, desdenes y enfatizaciones se deben a procesos inconscientes de cuyos mecanismos solo tenemos un conocimiento precario. Incluso podría darse el caso de que no fuéramos nosotros mismos, sino algún colaborador, quien de pronto recordara un hecho secundario que él mismo había desechado en un experimento de hace años y, con más o menos trabajo, logre ahora que lo recordemos nosotros también. A decir verdad casi nunca se nos ocurre una idea, a lo sumo sospechamos media o un tercio, pero ese material es ya suficiente como para jugar con él, pelotearlo entre el pizarrón y nuestros colaboradores, darle vueltas, exagerarlo, minimizarlo, agregarle o quitarle detalles, ridiculizarlo, hasta que al cabo de un cierto tiempo podamos contar con el embrión de una hipótesis. Entonces sí, nuestro entrenamiento en el método

experimental, o cualquier otra forma de validación de hipótesis nos aconsejarán qué controles hacer. Esto es en su mayor parte consciente, pero cuidado, la idea ya había nacido, el inconsciente ya nos había brindado alguna fantasía compaginada con los elementos que él había seleccionado.

Para continuar nuestra discusión sería pues necesarios hurgar un poco en esos mecanismos inconscientes.

El psicoanálisis ha señalado que el ser humano recién nacido es tan incompetente e inmaduro, que si se le dejara librado a sí mismo moriría, Hilflosigkeit. Tiene una dependencia total de sus padres y siente una incompletitud que le angustia y que le lleva a jugar y crear. El niño juega para simbolizar los objetos perdidos y tratar de liberarse así de la angustia que acompaña dichas pérdidas. Se asocia pues la posibilidad de crear, a la posibilidad de conectarse con nuestro interior y de tener capacidad lúdica. Vemos aquí también algo que habíamos señalado al principio con respecto al hombre primitivo, quien ante lo desconocido sentía desprotección y no podía tolerar la angustia, situación que le llevara a crear.

Hay una observación clásica de Freud, *Fort-Da* en la que el niño juega a arrojar y recoger repetidamente un carretel, fantaseando que puede recobrar a su madre cuando y tantas veces como a él se le antoje. Si tenemos en cuenta que esto sucede aún en el caso de que el niño sea perfectamente atendido por su madre en cuanto a los requerimientos de la alimentación, limpieza, temperatura, etc, nos daremos cuenta de que la creación tiene más que ver con el *deseo* que con la necesidad. Hasta llegar a la edad de la represión, la edad escolar, el niño es pues sumamente fantasioso, juguetón y creativo, con esa capacidad lúdica va disponiendo las cosas de una manera distinta, como él quiere, va creando a su entorno un universo que no está vacío, y va tendiendo a cierta independencia objetal. Para dicho proceso creativo es importante que haya una gran libertad interna y una gran autoestima que le permita validar y realizar las proporciones que surgen de su inconsciente.

El artista y el científico adultos también atisban dentro de sí y enfatizan o minimizan detalles, se entusiasman con ciertas combinaciones de posibilidades o desechan otras, luego, en base a su entrenamiento e idoneidad técnica realizarán la obra, que exhibirán en una exposición, propondrán en una conferencia, publicarán en una revista, representarán en un escenario o editarán en un libro, y será el medio, la cultura en el que están insertos, la que se encargará de ir adoptando o ignorando lo propuesto; el concierto será aplaudido, el cuadro encomiado, la hipótesis criticada, la novela atacada, el cuento premiado, la teoría puesta a nuevas pruebas experimentales. Notemos que la palabra inglesa *research* significa buscar de nuevo, seguir jugando con esa combinación de posibilidades y datos, hasta que se genere un concepto sólido que, de ahí en adelante formará parte de nuestra visión del mundo.

Si nuestra creatividad es fundamentalmente un fenómeno inconsciente ¿Qué procesos podemos recono-

cer el el manejo informativo a este nivel? Es decir ¿de qué modo opera la psiquis inconsciente?. En primer lugar distinguimos la *metáfora* que es un proceso sincrónico que condensa representaciones. Así nos referimos al pene llamándolo pistola, o en un sueño sintetizamos en una reina la idea de la madre. La metáfora es tan poderosa, que resulta eficiente aún si el objeto es evocado al revés. Así en Argentina es común referirse al cantante Carlos Gardel llamándolo "El Mudo". En la *metonimia*, en cambio, desplazamos las representaciones en un proceso diacrónico y tomamos la parte por el todo, como cuando decimos "se hizo a la vela", queriendo significar que alguien ha tomado un barco con quilla, maquinarias y timón además de la vela. Y así llamamos silbante al árbitro y espada al torero. En un difundido cuento metonímico, cierto personaje atribuyo a los judíos todos los males de este mundo y, cuando se lo confronta con qué culpa tuvieron estos en el hundimiento del Titanic, contesta ¿Acaso no lo hundió Eisberg?. Otro proceso inconsciente de formación de nuevas representaciones surge de la no contradicción, por la cual alguien puede estar muerto y, sin embargo, decirnos algo, o haber salido pero seguir adentro. Por último se reconoce una atemporalidad, entendiéndolo por tal una secuencia de eventos que no obedecen a la sucesión calendaria convencional: podemos soñar que somos niños. De modo que nuestra psiquis, que es espontáneamente creadora, ofrece representaciones que luego nuestro intelecto, expresividad o probidad científica han de realizar.

Para cualquiera que haya trabajado en un laboratorio de investigación le resulta familiar que, para el momento en que podemos formular un modelo y comunicarlo a nuestros colegas, ya ha pasado mucha agua debajo de los puentes. Ya ha pasado el momento creativo. Ahora vendrá una fatigosa labor experimental para probar si lo que se nos ha ocurrido es cierto o no, sugirán nuevas observaciones que nos obligarán a reacomodar nuestras ideas y nuestras estructuras experimentales. Durante estas etapas nos preguntaremos si tal cosa o tal otra tienen sentido, hablaremos con fulano por que tiene mucho olfato para orientarse en un galimatías de datos discordantes, observaremos que Mengano es muy intuitivo y que a Zutano nuestra Hipótesis de trabajo no le late. Pero conviene notar que, en ese primer manejo de datos, aún verdes de nuestros estudios, estamos utilizando tanto sentimientos como ideas. Estos procesos no se diferencian demasiado de los del pintor que para cierta región de su cuadro elige el verde esmeralda en vez del verde Nilo, ni del de un escritor que prefiere desarrollar este personaje y no aquel, o dedica dos páginas a una actitud determinada. Claro, después vendrán los críticos y dirán que tal escultura tiene vigor, que los ocre del tal pintor están magistralmente usados, y esos se parecerá entonces a las críticas que nosotros hacemos de nuestras propias ideas en el laboratorio. Sucede que en lo general, cuando hablamos del método científico o de los procedimientos de validación, estamos atendiendo ya la etapa post creativa del proceso científico.

Si nuestro objeto es comparar la creatividad en los campos de la Ciencia y del Arte ¿porqué consumimos tanto tiempo en estas especificaciones? Porque en nuestra opinión se comete un error demasiado frecuente cuando se considera la creación artística y la creación científica como dos cosas completamente distintas. Hoy se piensa que no es así. Herbert Reed por ejemplo, señalaba que, siglos antes de que los geómetras griegos formalizaran teoremas sobre los lados y ángulos de paralelogramos y hexágonos, los artistas griegos venían ya geometrizando las flores y los pájaros con los que decoraban sus cachorros. Hay ejemplos abundantes y claros de que mucho antes de que los economistas y sociólogos empezaran siquiera a discutir aspectos de nuestra sociedad, ya los escritores los venían incluyendo en sus novelas, sus poemas, sus óperas y sus pinturas. Sófocles, Cervantes, Shakespeare, David Ibsen, Kafka y Antonini detectaron ciertos aspectos humanos mucho antes de que Machiáveli, Maltus, Marx, Freud y otros los formalizaran. Los artistas serían personas especialmente sensibles en captar un aspecto del mundo, ya sea de sus colores, volúmenes, dramas personales o conflictos sociales, y son los primeros en poder expresar de alguna manera comunicable dichos sentimientos en sus artes. Hoy se llega a decir que lo que no fue captado por el artista no puede ser pensado por el científico. De manera que la creación artística y la científica no aparecen hoy como dos rutas en paralelo del quehacer humano, sino dos etapas sucesivas en el desarrollo del pensamiento.

Tratando pues de detectar algunos de esos comunes denominadores en los procesos creativos de la ciencia y del arte que mencionamos al principio, señalaremos los siguientes:

1) Sensibilidad: Con ella captaremos las discrepancias entre los modelos explicativos en boga o lo conceptos sobre la vida que comunmente circulan, y lo que realmente sentimos y pensamos nosotros. 2) Capacidad lúdica, para jugar con esos engendros y combinaciones más o menos fantásticas, más o menos posibles de nuestras representaciones, hasta aproximarnos a aquellas que tengan o pudieran llegar a tener sentido. El lógico matemático Whitehead decía "No hay verdades totales, todas son semiverdades. Es el tomarlas como verdades completas lo que trae problemas". En este sentido, conviene no olvidar que incluso toda la naturaleza o la ciencia con que la comprendemos, no son más que hipótesis con las que podemos jugar, cambiar, recombinar. 3) Autoestima: Ella nos permite aceptar, creer en los modelos que nos van surgiendo como para seguir elaborándolos, aunque al final resultemos nosotros los únicos que creamos en nuestras ideas. 4) Idoneidad técnica: Es claro que si Picasso se le hubiera ocurrido aunque sea un esbozo de la Teoría de la Relatividad, o Einstein quien hubiera deseado enfatizar ciertas líneas, ciertos volúmenes y ciertos colores de las *Demoiselles D'Avignon*, no hubiera contado con los recursos técnicos ni con el aparato conceptual, ni con la sensibilidad estética para elegir colores y ecuaciones. Aquí cabe

aquellos que señalaba Pasteur: "el azar solo favorece a las mentes preparadas" y nosotros podríamos agregar... o a los que se prepararon como literatos, escultores, o músicos. 5) Libertad y respeto: Estas no son características intrínsecas de los creadores en sí, sino más bien del papel que la sociedad tiene en favorecer o reprimir a los creadores que surgen en su seno y que, en último término, sellarán su destino. Los nefastos principios de autoridad ya sea política o religiosa, el perseguir artistas porque no "sienten" dentro de las líneas de un partido, o que se expresan en contraposición a los credos sobre determinadas moralidades, o el hambrear a científicos y tecnológicos sobre la base de que las ideas y desarrollos se deben comprar a otras sociedades técnicamente más eficientes subhumanizan al hombre por así decir, no dejándole actuar en ese límite entre lo conocido y lo desconocido en que siempre deben de actuar los creadores, sean artistas o científicos. En este sentido, las sociedades y sus gobiernos deben propender al desarrollo de sus artistas y científicos, para que sus hijos no vayan a la zaga de los hombres de otras tierras.

III. LA CREATIVIDAD CIENTIFICA

HUGO ARECHIGA*

Crear es una actividad tan humana que el hombre ha llegado a tomarla por atributo divino. Es tal la admiración que causan aquellos productos singulares del intelecto, que brotando de imprevisto arrojan nueva luz sobre aspectos antes desconocidos del cosmos o de nosotros mismos, que para designarlos, empleamos el mismo vocablo que denota la génesis de la materia o de la vida. Crear es para el humano una vocación, y en ciertos momentos, una necesidad. Para expresar en términos de Dubos¹ "el dios que el hombre lleva dentro es el espíritu de la aventura creativa"...

Hay quienes, con Bergson² entienden la creatividad como una fuerza natural, subyacente al proceso evolutivo^{2,3} y quienes encuentran en la creatividad humana apenas un caso particular de la tendencia de los sistemas complejos a generar propiedades emergentes, impredecibles a partir de las características de sus elementos integrantes.⁴

La creatividad, en tanto que es una característica del intelecto, puede ser considerada también como facultad generadora de una clase especial de asociación de ideas. 5 Para los fines de este escrito, me limitaré a una de las múltiples facetas del fenómeno creativo. Aquella en la que el producto se conforma al método científico, y sólo trataré algunos de sus aspectos.

*Académico numerario. Departamento de Fisiología y Biofísica. Centro de Investigación y Estudios Superiores. Instituto Politécnico Nacional.

¿Que es la creatividad científica?

La ciencia es una actividad progresiva y en cada nueva contribución puede atisbarse una chispa de aliento creador. Aún en esa ciencia que Kuhns⁶ llama normal, la que se desarrolla cotidianamente, si acaso, produce pequeñas modificaciones internas en alguno de los grandes paradigmas de nuestro conocimiento, o lo que es más común, tiende a reforzarlo. Es, por supuesto mucho más evidente el aliento creativo en las grandes obras, las que transforman paradigmas. Mientras mayor poder explicativo y predictivo tiene una obra científica, mientras más original resulta, mayor creatividad suele reconocércele a su autor.

Se trata desde luego de una facultad dependiente del talento, de una forma especializada de este. Desde los estudios de Getzel y Jackson⁷ se acepta que la creatividad no es idéntica a la inteligencia, por muy relacionadas que estén ambas cualidades⁸. Es decir, se puede tener un elevado cociente intelectual, careciéndose a la vez de la motivación especial, la sensibilidad a ciertos problemas, la fluidez de pensamiento, la flexibilidad mental, la autosuficiencia y la originalidad propias de la personalidad creativa. Es esa aptitud para generar "pensamiento divergente" la que lleva a encontrar soluciones novedosas, apartándose de esquemas tradicionales⁹. Desde Galtón¹⁰ se debate si es hereditaria, ya que, al igual que la inteligencia, es una facultad innata. Es probable que exista un componente genético, pero parece igualmente cierto que en todo caso, lo que se hereda es la tendencia, y esta puede o no expresarse, según su interacción con otros elementos de la personalidad. De hecho, se ha descrito la supresión de tendencias creativas en escolares,¹¹ y luego se verán algunos factores sociales que influyen sobre sus manifestaciones.

Descripciones de actos creativos.

Aún cuando sea una tendencia permanente, la creatividad suele manifestarse de manera episódica y parece existir un patrón común de rasgos propios del acto creativo, una secuencia de operaciones mentales que devienen en la eclosión del nuevo producto intelectual. La fuente de información más utilizada para definir tales rasgos comunes son los relatos de los propios científicos acerca de sus vivencias durante el proceso de creación. En algunos casos, se ha recurrido a versiones de testigos del comportamiento del científico, quizá el ejemplo más antiguo sea el de Arquímedes, profiriendo su jubiloso *Eureka* mientras corría desnudo por las calles de Siracusa, luego de haber enriquecido a la ciencia, con el concepto de peso específico. Según se cuenta, durante la gestación de la idea se sucedieron las siguientes etapas: a) el gobernante de Siracusa le planteó a Arquímedes el problema de determinar la posible presencia de plata en una corona supuestamente de oro puro. b) durante varios días, Arquímedes luchó infructuosamente con el problema. c) en ocasión de tomar un baño, observó el ascenso del nivel de agua en la bañera, producido al meterse en ella. En ese instante, intuyó que la forma de resolver el problema que lo

venía ocupando, consistiría en determinar los pesos relativos del oro y de la plata, que serían diferentes y establecer la relación en que ambos metales se encontraban en la corona. d) al percatarse de que había encontrado la solución, experimentó una sensación de gozo intenso.

En este ejemplo, todo el desarrollo de la nueva idea parece haber ocurrido durante la vigilia, pero en otro caso, también de la antigüedad, Galeno relata cómo la idea de que el entrecruzamiento de los nervios ópticos en el quiasma tiene por función el crear el paralaje necesario para la percepción visual de profundidad, le llegó durante el sueño, transmitida por "un demonio". Con ese concepto se produjo la primera asociación entre neuroanatomía y geometría, disciplinas antes inconexas, aunque ampliamente desarrolladas en el mundo alejandrino, y se contribuyó así al origen de la neurofisiología.¹² La creación de ideas novedosas durante el sueño es bien conocida. Así concibió Kekulé, en forma alegórica la estructura cíclica del benceno y así idea Loewi el experimento crítico para probar la hipótesis de la transmisión química de los impulsos nerviosos.

Pero la descripción más detallada y con mayor contenido introspectivo de los prolegómenos del acto creativo en la ciencia, es la de Poincaré¹³ quien llegó al desubrimiento de los grupos y las funciones fuchsianas como resultado de una larga sesión de insomnio, precedida por un lapso de dos semanas de intentos estériles por resolver el problema. Durante la jornada crucial, refiere como podía percibir que "las ideas ascendían en multitudes. Las sentía chocar entre sí hasta que se formaban pares estables". Pero la conciencia de la creación sólo ocurrió al día siguiente, luego que había dejado de ocuparse del problema y estaba por abordar un autobús para una excursión geológica. En un destello, percibió la solución y tuvo la certeza de que era correcta.

Helmholtz,¹⁴ al analizar y generalizar la secuencia de eventos mentales concomitantes al acto creativo, reconoció tres etapas: a) planeamiento de un problema y búsqueda de la solución hasta el límite de lo posible, sin encontrarla b) reposo, apartándose del problema y c) aparición de una solución de manera repentina e inesperada.

Otros autores han añadido una etapa ulterior de verificación de la validez de la idea,¹⁵ que de hecho, sería la más distintiva de la creación científica, como trataremos luego.

Otros han subdividido algunas de las etapas de Helmholtz.^{16,17} Pero hay consenso en que la generación de los actos creativos en ciencia, se inicia con el planteamiento de un problema, seguido por la recopilación y el análisis de la información disponible para resolverlo. Para la mayoría de los problemas, la solución surge en esta etapa, pero ocasionalmente, el investigador se enfrenta al fracaso de sus métodos, al reto de un problema aparentemente insoluble. Cuando la formulación de todas las posibles soluciones termina por llevar a la noción de que ninguna es correcta, se establece un estado de intensa concentración mental, que puede llegar a la enajenación. De esta "polarización cerebral o atención crónica" depende, según Cajal¹⁸ el buen éxi-

to de la empresa. Luego de reiterados fracasos, cuando parece no haber ninguna esperanza de resolver el problema se llega a abandonarlo y justamente entonces es cuando brota la solución. En esencia, la asociación de ideas es según Koestler⁵ el substrato fundamental de la creación inconsciente, en la cual terminan por formar esa "unión estable" de Poincaré, dos fragmentos mnemónicos previamente separados. Esta "bisociación" de ideas es según Koestler⁵ el substrato fundamental de la creación intelectual. No es cualitativamente distinta de otras formas de asociación de ideas. El contexto en que se suscita y la magnitud de sus consecuencias es lo que le confiere su especial significado.

La naturaleza estocástica de la asociación creativa determina su improvisabilidad y por ende su alto contenido de información. La duración de la secuencia: búsqueda infructuosa, abandono temporal e iluminación repentina es muy variable, de ahí que Rosenblueth¹⁹ destaque, con justicia, la importancia de la memoria en la creación intelectual. Más aún, en sus estudios sobre la microestructura de la obra científica, Holmes²⁰ cuenta que a lo largo de la vida de un investigador, suelen darse lapsos en ocasiones hasta de varios años de aparente abandono de un problema para luego encontrar la solución correcta.

Se ha explorado mediante encuestas el contenido vivencial del científico durante la gestación de actos creativos.²¹ Algunos investigadores destacan la preponderancia de las imágenes visuales. Por ejemplo, Einstein atribuía una mayor contribución en su obra a su capacidad para generar fantasías visuales que a su aptitud para asimilar conocimientos. Otros científicos recurren más a las asociaciones de vocablos, y Jacob²² subraya cómo en la riqueza del lenguaje, en sus infinitas combinaciones de símbolos pueden encontrarse nuevos esquemas descriptivos de nuestra realidad. Pero aún cuando se cuente con testimonios fidedignos de investigadores y estos indiquen la existencia de patrones comunes de ideación en la solución de problemas, la naturaleza misma del acto creativo sigue siendo un misterio. Tan inconsciente como el propio acto creativo es el reconocimiento de que la solución recién vislumbrada es la correcta. De hecho, como ya revisamos, la sensación de haber encontrado la respuesta buscada puede preceder a la formulación misma de la solución al problema. Para muchos autores, en esta etapa interviene importantemente un elemento estético. Watson²³ conocido relato de cómo llegó con Crick a idear el modelo de la doble espiral para describir la estructura del ácido desoxirribonucleico, asienta que luego de concebir la solución, "durante más de dos horas estuve tendido, con pares de residuos de adenina girando vertiginosamente ante mis párpados cerrados. Sólo en algunos momentos me asaltó el temor de que una idea tan buena pudiera ser errónea". Este placer inherente a la concepción de ideas no es privativo de los grandes actos creativos, y ya fue destacado por Darwin²⁴ al expresar a Hooker, que "... como Ud. dice, en la observación pura reside un extraordinario placer, aunque sospecho que el placer en este caso deriva más bien de las comparaciones que uno establece en la mente res-

pecto de estructuras relacionadas con aquellas que está estudiando"... Hay quienes han asignado un papel central al componente estético en la construcción de conceptos en la ciencia. Así, Planck²⁵ llegó a sostener que las nuevas ideas en la ciencia no son generadas por deducción sino por la imaginación artísticamente creativa, y Dirac²⁶ llevó esta noción al extremo de afirmar que "es más importante tener belleza en nuestras ecuaciones que congruencia con los experimentos". De hecho, la mayoría de los científicos participantes en la escuela de Hadamard²¹ coincidieron en aceptar la existencia de este elemento estético. Pero no es fácil establecer la diferencia entre el reconocimiento de la belleza propia de la obra intelectual y el estallido de gozo que suele acompañar al reconocimiento de la solución a un problema. El júbilo que produce la realización del acto creativo, enmarcado en el fondo de intensa frustración acumulada durante el lapso de búsqueda infructuosa es uno de los agentes más importantes en el reforzamiento de la vocación científica. Pero el componente estético en el reconocimiento del acto creativo está ligado a una operación racional, y más bien se antoja consecuencia de ella. Esta operación de barrido instantáneo del espacio mental donde se ha desarrollado la búsqueda de solución, de comparación con las metas fijadas al plantearse el problema, es tan rápido que no logramos seguirlo en su desarrollo. Es de la misma estirpe que el fenómeno que conocemos como intuición y desde luego, su naturaleza nos resulta tan misteriosa como la del acto creativo.

La siguiente etapa es ya totalmente consciente. El escrutinio al que la nueva idea es sometida por su creador es tan riguroso como el que precedió a su incubación. Aquí, la creación científica ya difiere de otras modalidades, en tanto que el criterio de verificación debe ceñirse a las normas propias del método científico. Sólo cuando se satisfacen esas exigencias, se admite que ha tenido lugar una creación científica. Es en esta etapa cuando ocurre la tragedia calificada por Huxley como "el asesinato de una bella hipótesis por algún hecho horrible". No suelen ser muchas las hermosas creaciones de la mente que sobreviven al asalto de lo hechos, y aun entonces, ello no implica su aceptación por parte de la comunidad científica. Está fuera del alcance de este escrito el tratar aquí la compleja serie de variables que determinan que una nueva idea sea aceptada y su creador reciba el crédito correspondiente. La aceptación depende en gran medida de lo oportuno de la presentación de la nueva creación, el estado de desarrollo del campo en que surge y de la habilidad y los medios del autor para difundirla y propiciar su reconocimiento. Cuántos descubrimientos interesantes han quedado en el abandono, sin recibir el crédito apropiado porque sus realizadores no lograron remontar esta última pendiente.

El substrato cerebral del acto creativo.

De lo tratado hasta ahora ya puede inferirse que es poco lo que las neurociencias pueden contribuir a nuestra

compresión de la naturaleza del acto creativo. Con todo el espectacular desarrollo que han tenido durante las últimas décadas, aun ignoramos cuales son las modificaciones que ocurren en el cerebro durante la generación de un pensamiento, por elemental que éste sea. Sabemos que existe una gran especialización de funciones en la corteza cerebral.²⁷ Se ha postulado que los mecanismos de operación intelectual son diferentes en los dos hemisferios cerebrales; en tanto que uno parece estar más relacionado con funciones analíticas, el otro participa más en funciones intuitivas.²⁸ Se han establecido relaciones entre el desarrollo intelectual y ciertas hormonas, pero aun no logramos rastrear en la compleja trama de las conexiones neuronales, los diseños de ese "telar mágico" con el que Sherrington comparaba al cerebro²⁹ y que continuamente crea formas diferentes. La tarea del neurofisiólogo es análoga a la de quien trate de explicar la formación de una imagen dada en la pantalla de un televisor, sin conocer siquiera los circuitos electrónicos del aparato. De hecho, buena parte del esfuerzo actual en la neurobiología está encaminada a identificar esos circuitos neuronales y sus mecanismos de operación. Es mucho lo que se ha avanzado. En algunas especies animales se conocen los elementos esenciales de circuitos especializados en la generación de patrones conductuales,³⁰ pero aun no podemos explicar la generación de lo que los etólogos conocen como "patrones fijos de actividad", y que son considerados como las unidades de operación del comportamiento. Por otra parte, nuestro conocimiento de la lógica subyacente en la inteligencia es aún escaso.³¹ Es muy poco lo que podemos afirmar acerca de las reglas que operan en la generación de las "propiedades emergentes" de las redes neuronales.

Hace casi dos milenios, Galeno,¹² comentando la gran diferencia entre la inteligencia del hombre y la del asno, en contraste con lo poco que sus cerebros difieren en peso, concluía que la inteligencia no debería ser función de la cantidad de "pneuma psíquico", sino de la calidad de éste. Actualmente ignoramos en qué difieren la actividad cerebral de un genio y la de un sujeto normal. Aun no hemos logrado identificar en el cerebro humano, la huella fugaz del patrón espacio temporal de excitaciones e inhibiciones que se suscitó quizá sólo una vez en la vida de un individuo, al dar lugar a un acto creativo.

El entorno inmediato de la creación científica.

Quisiera destacar aquí algunos de los rasgos propios de las personalidades creativas y de su entorno inmediato.

La facultad de generar actos creativos es inherente a la naturaleza humana.³² Y algunos autores la hacen extensiva a primates superiores.³³ Empero, no se da en la misma medida en todos los individuos. Además del talento, que como ya se mencionó es una condición necesaria pero no suficiente, la capacidad de realizar obra creativa requiere de otros componentes de la personalidad, de los que depende esa aptitud para contemplar

al mundo con mayor intensidad, destacar las aristas donde otros encuentran sólo superficies lisas, vislumbrar problemas que han pasado inadvertidos para los demás, encontrar las generalizaciones donde otros sólo advierten casos particulares. Esta amalgama de ingenuidad y juicio crítico es un componente común en las personas creativas.

Se ha destacado también una cierta labilidad emocional³⁴, como si la enajenación del intercambio social cotidiano fuese requisito para lograr la obra creativa. Desde luego, es necesaria gran intrepidez para acometer las empresas de mayor envergadura. En ciencia, como en cualquier otra actividad, el camino a las grandes realizaciones está vedado a los espíritus menguados. Hay mucho de batalla en toda obra. Así Kepler³⁴ aludía a sus esfuerzos conducentes a la formulación de la primera de sus leyes, como "la lucha contra Marte" y Freud se consideraba más con espíritu de conquistador que de científico.³⁵ La escultura en el College de France que representa a Champollion pisando la cabeza de la esfinge ilustra esta noción de la lucha que implica la expansión del conocimiento.

Pero no basta con la disposición de ánimo y las facultades intelectuales. La intuición para detectar los problemas apropiados debe actuar en el ambiente adecuado. El científico debe estar colocado en la frontera del conocimiento y disponer de los medios para cruzarla en el momento oportuno. Por ejemplo, la idea de que la información genética podría estar cifrada en una molécula fue sugerida por Schroedinger³⁶ en 1944. Atrajo el interés de físicos, químicos y biólogos, muchos de ellos trabajando en colaboración en lo que se llegó a conocer como el "Club de Fagos"³⁷ generaron el impulso necesario para confirmar la viabilidad de la postulación, pero fueron los datos de cristalografía de rayos X, técnica entonces de muy reciente introducción al estudio de moléculas con interés biológico, lo que hizo posible el modelo de Watson y Crik³⁸ punto de arranque de la biología molecular. Antes de 1952, el problema era insoluble, después de 1953, hubiera sido poco original. Con este ejemplo quiero ilustrar el hecho, al que volveré después, de que la creación científica no ocurre *ex vacuo*, es producto de un ambiente determinado. Esta "maduración" de los problemas en la ciencia se manifiesta claramente en la simultaneidad con la que se producen soluciones a incógnitas por largo tiempo.

En ocasiones, la clave para resolver un problema se encuentra en una disciplina distinta. Un ejemplo es la teoría de la evolución de las especies. Tanto Darwin como Wallace, pese a estar convencidos de su validez, y a tener los datos necesarios para sustentarla, sólo se atrevieron a lanzarla a la luz pública cuando encontraron, trabajando independientemente, el mecanismo de la evolución, en la selección natural, tomando este concepto de la obra de Malthus, ajena a la Biología.³⁴ De hecho, la capacidad de manejo de datos es uno de los rasgos distintivos de la personalidad creativa,^{39,40} pero aun los talentos superiores, aplicados a la realización de una obra, precisan de una gran abstracción, de una selección de la información que manejan. Darwin³⁴ se

quejaba de estar convertido en una máquina para extraer principios generales a partir de gran número de datos, en detrimento de otros intereses culturales en los que antes había encontrado gran satisfacción. Es esta dedicación prolongada e intensa a un campo del conocimiento lo que posibilita la detención del dato oportuno para resolver el problema. A ello se refería Pasteur en su conocida afirmación de que "el azar sólo favorece a las mentes preparadas".

En suma, además de las facultades intelectuales necesarias, la realización de la obra creativa requiere de un ambiente que estimule de manera continua y prolongada el interés en la creación, y a este tema dedicaré la parte final del presente escrito.

Aspectos sociales de la creatividad científica.

Como ya hemos visto, la creación científica es obra individual, producto de un talento aplicado intensamente a la solución de un problema, pero requiere para su expresión cabal, de su integración en la personalidad del individuo y de éste en su sociedad. Son ya muchos los estudios dedicados a identificar las características de lo que Arietti ⁴¹ ha llamado "la Sociedad Creativógena". Se han realizado intentos de definir elementos comunes en sociedades tan disímiles como la Grecia Clásica, la Italia del Renacimiento, la España del Siglo de Oro, o la Francia, la Inglaterra y la Alemania del siglo pasado. En todas ellas se dió con generosidad el talento creativo, en muy diversas actividades.

En las conquistas intelectuales de una pléyade de hombres superiores en cada sociedad, se definen los perfiles de esa cultura. Empero, el que esa sociedad sea sacudida por la presencia simultánea de varios individuos geniales y se genere una mística de creación con alcances universales, resulta tan aleatorio como el surgimiento de la obra individual, y aun hay quienes afirman, con Spengler y Toynbee⁴² que una floración así solo llega a darse una vez en una sociedad. Pero como apuntaba al principio, la creación científica no es patrimonio exclusivo de seres de excepción, y de hecho, la sociedad contemporánea, con modalidades que varían en los distintos países, ha institucionalizado el apoyo a la ciencia, y los diarios progresos de ésta tienen impacto inmediato en la sociedad que los hace posibles.

Diversos estudios⁴³ han confirmado la existencia de una relación lineal entre los fondos invertidos en la investigación científica y el volumen de la producción en este campo convalidando así la antigua expresión del químico Dumas, de que "el genio florece donde el gobierno no pone el dinero", sin embargo, es amplia la dispersión de los puntos de la recta; es decir, hay otros factores, además del dinero, que determina la productividad científica. Sin pretender un análisis de la compleja trama de variables sociales que llevan a que se exprese el talento creativo en la ciencia, veamos suscitadamente algunas de ellas.

1) Fomento temprano de la vocación por la ciencia.

Es común que el interés por la ciencia se despierte en el individuo a edad temprana, en muchos casos, desde

la niñez. En un ambiente familiar y escolar apropiado, ese interés se desarrolla por el contrario. El autoritarismo que suele privar, tanto en las familias como en las escuelas actúa como poderoso agente inhibitorio de todo tipo de inquietudes, incluyendo la vocación científica. Pese a plausibles intentos de reformas, nuestros sistemas escolares están más estructurados para realizar la transmisión pasiva del conocimiento que para estimular la generación del mismo, y esta limitación, se extiende a los niveles superiores de la educación. El estímulo a la creatividad está ausente en la mayoría de nuestras universidades. El crear las condiciones para que el joven científico llegue a la etapa productiva a edad temprana es indispensable, ya que la creatividad, sobre todo en las ciencias exactas, parece ser un bien de juventud.

2) Ambiente apropiado para la obra creativa.

La ciencia es una actividad a la vez profundamente individual y activamente colectiva, y ambos rasgos requieren de igual cuidado. Para realizar su obra, todo talento creador tiene que aislarse de otras preocupaciones, enajenarse en su problema inmediato, enajenarse de su entorno social. ¿Pero cómo puedo meditar sobre los secretos de las estrellas cuando tengo siempre a la muerte o a la esclavitud frente a mis ojos?. En esta antigua confidencia de Anaxímenes a Pitágoras⁴⁴ se encierra una de las mayores limitaciones al quehacer de la ciencia. Requiere de una cierta estructura social, ausente en las comunidades con graves problemas de subsistencia, con severas tensiones internas o apenas en proceso de integración.

Nunca faltan problemas importantes para que el joven derive sus energías a otras actividades, socialmente declaradas como prioritarias, alejándose de la ciencia. Se llega a afirmar que hacer investigación científica es un lujo para los países subdesarrollados, y se renuncia a la oportunidad de usar a la ciencia para alcanzar el desarrollo faltante. En ambientes así, la ciencia es una ocupación poco atractiva, y en consecuencia, no se produce, validando la conocida frase de Platón, de que "en los países, lo que se da es lo que se honra".

Es necesario pues, crear un ambiente apropiado de estímulo y reconocimiento a la creatividad científica, con lo que implica de tolerancia a la enajenación a la labilidad emocional y a todos los componentes de la personalidad de los individuos creativos y del proceso de gestación de las ideas, que por decirlo en términos de Watson³¹ requiere de un poco "de desocupación". Este último concepto suele resultar inadmisibles a muchos de los administradores de la ciencia o de la educación superior.

Dotar al científico del tiempo y la tranquilidad necesarias para concentrarse en su labor es importante, pero no basta con ello. Sobre todo en las ciencias experimentales, es indispensable contar con instalaciones, equipo y materiales para el trabajo cotidiano. Tan importante como asignar los recursos necesarios para el trabajo, es el contar con el apoyo administrativo y técnico para que las adquisiciones se realicen. Las tribulaciones del científico en el mundo subdesarrollado para lograr mantener en operación un laboratorio pro-

ductivo forman parte del anecdotario de toda comunidad científica, pero destacan la necesidad de que las estrategias de apoyo a la ciencia sean concebidas de manera integral, y realizadas así, tomando en cuenta los distintos aspectos de la producción científica. En países donde la ciencia no ha formado parte del proceso de desarrollo social, el arraigarlas resulta especialmente difícil.

Una de las facetas en que más se requiere la comprensión de la dinámica de creación en la ciencia es en el reconocimiento de su corporatividad. Como ya se mencionó, el individuo creativo incorpora en su labor el conocimiento de avanzada del campo en que se desempeña, y es indispensable que tenga acceso a esos medios de información. Es tradicional que la ciencia se produzca en el seno de los "colegios invisibles", como se da en llamar a los grupos de investigadores interesados en problemas comunes.^{45,46}

Cada uno de estos grupos, necesariamente de composición internacional, se constituye en fuente de información, de estímulo y de crítica al trabajo de cada uno de sus miembros. Como ya se mencionó, es el primer jurado que habrá de determinar el valor de toda creación científica. Resulta impensable en nuestro tiempo, hacer labor científica con aspiraciones de trascendencia, al margen de esta estructura social. Esto ha llevado a la falsa noción, en países con escaso desarrollo, de acusar a los escasos científicos que mantienen sus vínculos activos en alguna de estas cofradías internacionales, de anteponer intereses extranjeros a los nacionales en su trabajo, sin tomar en cuenta que en esos intercambios lo que se recibe suele ser mucho más que lo que se da. Es necesario, para estimular la producción científica el reconocer esta situación y crear los mecanismos para favorecer esta vinculación. De hecho, en aquellos dominios de la ciencia en los que el trabajo experimental está vinculado a la industria pesada, la única opción para el científico de países en desarrollo está en usar instalaciones en el extranjero para realizar sus ideas.

En suma, el aliento creativo puede darse en cualquier sociedad, pero no todas lo aprovechan igualmente, y ese desperdicio continuo de talento es uno de los rasgos más dolorosos del subdesarrollo. Esperemos con optimismo que vaya reduciéndose entre nosotros.

REFERENCIAS

- 1) DUBOS, R.: *A God Within*. Nueva York Charles Scribner Sons, 1972. Págs. 250.
- 2) BERGSON, H.: *L' Evolution Creatice*. Paris, Félix Alcan, 1934.
- 3) MONOD, J.: *Le Hasard et la Necessité*. Paris Edition du Seuil, 1970.
- 4) POPPER, K.R. Y ECCLES, J.C.: *The Self and its Brain*. Springer International, 1977.
- 5) KOESTLER, A.: *The Act of Creation*. Nueva York Dell Publishing Co., 1975.
- 6) KUHN, T.S.: *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago, The University of Chicago Press, 1970.
- 7) GETZEL, J.W. Y JACKSON, P.W.: *Creativity and Intelligence*. Nueva York, Wiley, 1962.
- 8) ANASTASI, A. Y SCHAEFER, C.E.: *Note on the concepts of creativity and intelligence*. J. Creat. Behav. 5: 113, 1971.
- 9) GUILFORD, J.P.: *Traits of Creativity*. En: Anderson, H.H. (Ed.) *Creativity and its Cultivation*. Nueva York Harper and Row, 1959, Pág. 142.
- 10) GALTON, F.: *Hereditary Genius*. Nueva York, Appleton, 1870.
- 11) TORRANCE, E.P. Y MYERS, R.E.: *Creative Learning and Teaching*. Nueva York, Dodd, Mead, 1972.
- 12) ARECHIGA, H.: *Galeno y los orígenes de la neurofisiología*. 2: 27, 1970.
- 13) POINCARÉ, H.: *Mathematical cration*. En: *The Foundation of Science*. Lancaster, The Science Press, 1946.
- 14) HELMHOLTS, H. VON.: *Vortrage und Reden*. Braunschweig, Vieweg and John, 1896.
- 15) WALLAS, J.: *The Art of Thought*. Nueva York Harcourt, Brace, 1926.
- 16) ROSSMAN, J.: *The psychology of the Inventor*. Washington, Inventors Publishing, 1931.
- 17) OSBORN, A.F.: *Applied Imagination*. Nueva York Charles Scribner's, 1953.
- 18) RAMON Y CAJAL, S.: *Reglas y Consejos sobre la Investigación Científica*. Madrid, Aguilar, 1961.
- 19) ROSENBLUETH, A.: *Mente y Cerebro*. México, Siglo XXI, 1971.
- 20) HOLMES, F.L. LAVOISIER KREBS.: *The individual scientist in the near and deeper past*. Isis 75: 131, 1984.
- 21) HADAMARD, J.: *The Psychology of Invention in the Mathematical Field*. Princeton, University Press, 1945.
- 22) JACOB, F.: *The possible and the Actual*. Nueva York Pantheon Books, 1982.
- 23) WATSON, J.: *La Doble Hélice*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, 1981, Pág. 175.
- 24) DARWIN, CH.: *Autobiografía*. Vol. I. Alianza Editorial, 1977.
- 25) PLANCK, M.: Citado en (5) Pág. 147.
- 26) DIRAC, P.: *The physicist's picture of nature*. 208: 4553, 1963.
- 27) GESCHWIND, N.: *Specializations of the human brain*. 241: 180, 1979.
- 28) GAZZANIGA, M.S.: *The bisected brain*, Nueva York Appleton, 1970.
- 29) SHERRINGTON, CH. S.: *The Integrative Action of the Nervous System*. New Haven, Yale University Press, 1906.
- 30) KUFFLER, S.W. NICHOLS, J.G. MARTIN, R.A.: *From neuron to brain*. Sunderland, Sinauer Associates, 1984.
- 31) WALDROP, M.N.: *Artificial intelligence in parallel*. Science, 225: 608, 1984.
- 32) MASLOW, A.H.: *A Holistic Approach to ;creativity*. En: Taylor, C.W. *Climate for Creativity*. Nueva York Pergamon Press, 1972.

- 33) STORR, A.: *The Dynamics of Creation*. Nueva York Pergamon Press, 1972.
- 34) KOESTLER, A.: *The Sleepwalkers*. Londres, Hutchinson, 1959.
- 35) JONES, E.: *Sigmund Freud*, Vol. I. Londres Hogarth Press, 1953. Pág. 348.
- 36) SCHROEDINGER, E.: *What is life?. The Physical Aspect of the Living Cell*. Cambridge, University Press, 1944.
- 37) JUDSON, H.F.: *The Eight day of Creation*. Nueva York Simon & Schuster, 1979.
- 38) WATSON, J.D. Y CRICK, F.H.C.: *A structure for deoxyribose nucleic acid*. *Nature*. 171: 737, 1953.
- 39) LUMSDEN, CH. J. Y WILSON, E.O.: *Genes, Mind and Culture. The Coevolutionary Process*. Cambridge Harvard University Press, 1981.
- 40) LARKIN, J., MC DERMOTT, J., SIMON, D.P. Y SIMON, H.A.: *Expert and novice performance in solving physics problems*. 208: 1335, 1980.
- 41) ARIETTI, S.: *Creativity, the Magic Synthesis*. Nueva York Basic Books Inc., 1976.
- 42) KROEBER, A.: *Configurations of Culture Growth*. Los Angeles University of California Press, 1944.
- 43) DE ERUCK, A.D.; GOLDSMITH, M. KNIGHT, J. (EDS): *Decision Making in National Science Policy*. Londres, J. & A. Churchill, 1958, Pág. 66.
- 44) ANAXIMENES, Citado por Montaigne, M.: *Essays*, Penguin Classics, 1958, Pág. 66.
- 45) PRINCE, D.J. DE Solla BEAVER, D.B.: *Collaboration in a invisible college*. *Amer. Psychol.* 21 1011, 1966.
- 46) CRANE, D.: *Invisible Colleges*. Chicago, The University of Chicago Press, 1972.

IV. LA CREATIVIDAD EN LA CIRUGIA

PELAYO VILAR-PUIG*

Analizar por qué el acto creativo se desarrolla en determinados individuos ha sido tarea difícil, como señala Cyril Burt, sin embargo, para estudiosos de la materia como Koestler, sus características son más fáciles de apreciar, de suerte que, la creatividad tanto como un acto consciente o inconsciente, tiene un patrón básico común lo mismo en la ciencia que en el arte.

En los artículos anteriores se han analizado los aspectos de la creatividad literaria; abundar más sería reiterativo e innecesario. Trataremos ahora de limitarnos al análisis de las peculiaridades que guarda el acto crea-

tivo en cirugía, buscando correlacionarlas con el entorno social y científico en el que el cirujano se desarrolló en el pasado, se encuentra en el presente y puede ubicarse en el futuro.

Al tratar de situar a la cirugía contemporánea no podemos en ningún momento perder la perspectiva de la ciencia en nuestros días y su relación con la sociedad moderna, como Bronowski reiteradamente ha mencionado, es imposible concebir a la sociedad actual y mucho menos a la del futuro, sin la presencia de la ciencia. La Biología como parte de esta última abraza a la Medicina y por ende a la Cirugía, razón por la que estas últimas constantemente se ven influenciadas por la dinámica histórica de la Biología. Repito aquí a Cerejido, quien acertadamente apunta que la generación constante de conocimientos y procedimientos biológicos, está modificando la imagen que tenemos de nosotros mismos y ésto cambiará nuestro destino.

La Biología está modificando nuestros conceptos de vida, muerte, conocimientos y conducta. Por otra parte, la Biología hoy como ayer tiene que desarrollarse en ocasiones en terrenos hostiles: la quema de anatomistas medioevales y renacentistas, el ataque a las ideas darwinianas en el terreno científico y no científico y la suerte de los genetistas en pleno siglo XX, testimonian esa trascendencia de la Biología a los terrenos no biológicos, hasta aquí Cerejido. Pues bien, el acto creativo en la cirugía se ha visto, se ve y se verá constantemente influido por la marcha de la ciencia en general y de la biología en particular, así como su relación con la sociedad en la que se desarrolla.

Las perspectivas históricas desde las que los cirujanos han logrado ser creativos han variado radicalmente; del empírico cirujano barbero del siglo XVIII al cirujano de nuestros días, hay un abismo de conceptos y acciones. La visión "artesanal" del cirujano ha quedado atrás para siempre para dar paso a una formación y desarrollo de carácter eminentemente científicos.

Si dejamos atrás el siglo XVIII y analizamos a los cirujanos que brillaron en el decenio comprendido entre 1830 y 1840, es decir, cuando triunfaron Depuytren en París, Astley Cooper en Londres, Dieffenbach en Berlín y Syng Physick en Filadelfia, observaremos que aún no tenían el respaldo científico que ha alcanzado la cirugía moderna, en esa época el éxito del cirujano dependía exclusivamente de su habilidad manual, de su rapidez operatoria y de su dominio de la anatomía topográfica. La mortalidad media de las salas quirúrgicas de la época llegaba hasta el 50%, sin embargo el progreso en relación al siglo XVIII había sido tal que hubo quien con miopía histórica como J.N. Marjolin, afirmara que "la cirugía ha llegado al punto de no tener ya nada que adquirir". Como certeramente señala Laín Entralgo, contemplada aquella situación desde la nuestra, su saber quirúrgico tenía que adquirir casi todo.

Ubicados en ese momento histórico ¿que determinó que unos años después la creatividad quirúrgica se multiplicara sin cesar y produjera tan notables progresos?. Aparecieron una serie de nuevas concepciones y técnicas que encontraron aplicabilidad al coincidir en el tiempo y el espacio, nos referimos al descubrimiento

*Académico numerario

de la anestesia, la hemostasia, la asepsia, la antisepsia y el perfeccionamiento del instrumental entre otros, logrando transformar radicalmente el cariz y las posibilidades del acto quirúrgico.

A partir de esta etapa la creatividad en el campo de la cirugía se ve constantemente estimulada y sus logros se convierten en uno de los procesos más llamativos de la medicina contemporánea. Al cirujano esta situación le representa desarrollar su creatividad desde un ángulo rigurosamente científico, sin perder el respaldo de la sensibilidad artística. Por otra parte se refuerza la sensación de logro por parte del vulgo, porque sin bien el acto quirúrgico sigue guardando un cariz un tanto mágico, resulta evidente la mayor seguridad de los procedimientos con mejores resultados, ésto indudablemente refuerza la relación emocional médico paciente, aunque han aparecido por desgracia otros fenómenos negativos que no es el momento de analizar.

Gracias a los trabajos de pioneros como Mikulicz, Kocher, Eiselberg, Halsted, Crile, Tuffier, Sauerbruch, Carrel, Cushing y otros, la cirugía de nuestros días llega a un nivel en el cual el imposible operatorio ha desaparecido del horizonte: anestesia, cirugía cardiovascular, neurocirugía, microcirugía, trasplantes, reimplantes, implantes, etc. Piulachs, P., citado por Laín Entralgo resume el avance de la cirugía en los siguientes factores:

1.- El relevante saber científico del cirujano iniciado ya desde el siglo XIX.

2.- Las inagotables posibilidades de estudio y confiabilidad diagnóstica, unidos a esmerados cuidados pre y postoperatorios.

3.- El trabajo en equipo.

4.- El fraccionamiento de la cirugía general en un haz de especialidades.

5.- Los grandes progresos de la anestesia, la lucha contra la infección y la transfusión sanguínea.

6.- La paulatina conquista del "factor tiempo". La máxima perfección con la máxima rapidez, sin tener que llegar al vertiginoso virtuosismo de los viejos paladines de la "cirugía rápida".

7.- La creciente importancia del momento socioeconómico de la cirugía. En los Estados Unidos se calcula que el costo del enfermo quirúrgico se duplica cada año.

8.- La creciente necesidad de regular deontológicamente la práctica de la cirugía y la experimentación quirúrgica. Especial importancia posee a este respecto la traslación de las técnicas nuevas desde el quirófano del laboratorio de cirugía experimental, hasta el quirófano del hospital, para aplicarla a los enfermos.

Podríamos agregar además que el ordenado entrenamiento de un gran número de médicos, que se exponen a una enorme cantidad de experiencias quirúrgicas en un corto tiempo en nuestros grandes centros hospitalarios, ha logrado, por lo menos en teoría, la existencia de un pléyade de cirujanos potencialmente en posición de ser creativos, como nunca antes en la historia de la medicina.

Nos encontramos así, cruzando el umbral de lo que podríamos llamar el cirujano del presente en avance hacia el futuro, convertido en un reordenador funcional del organismo, un remodelador de la naturaleza humana, es decir, aparece el concepto del cirujano como escultor del hombre, es ahí donde la creatividad no encuentra límites.

Debe subrayarse que el espíritu creativo se manifiesta con gran similitud, variando por supuesto sus alcances, entre quienes conciben y promueven los grandes avances, y aquellos que los ponen en práctica dándoles un sello personal, ésta es la grandeza que encierra cada acto quirúrgico por pequeño que sea, porque cada vez el cirujano pone en juego su capacidad científica, su sensibilidad artística, su capacidad de resistencia física y emocional para enfrentar los imprevisibles de la cirugía y por último su carisma como líder para aglutinar al equipo de trabajo.

¿Hacia donde nos llevará la capacidad creativa del cirujano del futuro?. Tarea ingrata es la de hacer premoniciones y en especial cuando de ciencia se trata, más aún si se carece de esa tan envidiable, como rara capacidad de algunos sujetos, para vislumbrar el potencial que la naturaleza encierra y que pasa inadvertidas por la mayoría de nosotros. Es posible que la medicina preventiva y la farmacoterapia impidan la aparición de muchas enfermedades que ya no requerían del tratamiento quirúrgico, pero es también lógico pensar que ésto pueda abrir el camino a otro tipo de procedimientos quirúrgicos que no alcanzamos a imaginar; seguramente seguiremos viendo un afinamiento de las técnicas operatorias que las harán aptas no solo para curar la enfermedad, sino para crear un orden funcional más favorable. ¿Llevará todo ésto a una insospechada transfiguración de la cirugía o tal vez a su desaparición?. El tiempo lo dirá.

Laín Entralgo termina su tratado de Historia de la Medicina, con una frase que se encuentra en la fachada del Archivo Nacional de Washington, con la que concluimos nuestro ensayo y reza así: "What is past is prologue", lo pasado es prólogo, en nuestro caso el prólogo de un futuro en el cual los médicos y entre ellos los cirujanos, seguirán siendo eficaces agentes de la esperanza terrenal del hombre y en ésto seguiremos encontrando, sin lugar a dudas, las más grandes motivaciones para no agotar nuestra capacidad creativa.