

Reflexiones sobre la creatividad científica

Francisco
C l a r o

A menudo se escucha sobre nuevos descubrimientos científicos: un agujero negro cerca del centro de la galaxia, un gen responsable de la obesidad, una propiedad magnética que permitirá almacenar mil veces más datos en un chip de memoria. ¿Qué se quiere decir con esto? ¿Hay creatividad en el acto de descubrir o se trata de un mero atestiguar un fenómeno antes desconocido? ¿Tiene sentido decir que la demostración de un teorema “se descubre”? La ciencia natural es una teoría del mundo real. (Por mundo real aquí entendemos simplemente ese mundo que, según el lenguaje común, percibimos a través de los sentidos y otros instrumentos auxiliares.) Es una representación conceptual sujeta a la lógica, que expresa en forma económica las relaciones que rigen a la materia en sus formas inanimada y viva. Su sueño último es poder explicar lo explicable acerca del comportamiento de esa materia en sus múltiples manifestaciones a partir de un reducido conjunto de principios universales. Por ejemplo, en su ver-



© Adriana Calatayud de la serie *Monografías*, 1995.

sión reduccionista extrema, la esperanza de la física es contar, quizás algún día, con una sola ecuación, que junto a pocos postulados adicionales, permita obtener el conjunto de partículas elementales que existen y sus propiedades, permita derivar sus interacciones y su comportamiento dinámico a toda escala, y a partir de estos logros, entender la formación de los entes más complejos, incluidos los seres vivos. Este objetivo no se ha logrado aún, y no hay siquiera consenso de que pueda alcanzarse. Pero algo se ha avanzado en este camino y existen optimistas que creen que la meta se va a alcanzar. Para los que no se adhieren a la postura reduccionista, los sistemas complejos como los seres vivos se rigen por leyes que emergen de la complejidad misma, no derivables a partir de las ecuaciones que gobiernan a las partículas más pequeñas y sus interacciones. Para ellos en la naturaleza habría dos o más niveles de complejidad, cada uno de los cuales se apoyaría sobre un mínimo de postulados y ecuaciones propias de cada nivel. En todo caso, reduccionistas y no reduccionistas concuerdan en la capacidad explicativa del edificio que ellos construyen.

¿Qué es descubrir? Descubrir es el acto de tomar conciencia de algo que se ignoraba. Es decir, supone un “algo”



preexistente. Se descubre un nuevo continente, un nuevo cometa, una nueva bacteria; se descubre que la palabra “Ana” se puede leer en ambos sentidos con igual efecto. En otras palabras, existen cosas y sus cualidades inherentes, y por el acto de descubrirlas pasan a ser conocidas por alguien.

En descubrir hay siempre algo de sorpresa. En ciertos casos la sorpresa es mayúscula. Cristóbal Colón quería llegar a las Indias y se encontró con América. Kamerlingh Onnes descubrió en 1911 la superconductividad eléctrica del mercurio sin sospechar siquiera que existiese. Wilhelm Conrad Röntgen estudiaba la conductividad eléctrica en gases y descubrió los rayos X por accidente. En fin, la lista de los descubrimientos completamente fortuitos es larga.

También hay descubrimientos que no deparan mayor sorpresa por haber sido intuitivos o predichos con anterioridad, y buscados en forma planificada. La estructura de la molécula de DNA fue descubierta por Francis Crick y James Watson luego de años de investigaciones con ese fin, llevadas a cabo no sólo en su laboratorio sino por varios grupos en diferentes lugares del mundo. El neutrino, una partícula abundantísima en nuestro universo, fue descubierta recién en 1956, al cabo de veinticinco años de búsqueda luego que su existencia fuera propuesta por Wolfgang Pauli en 1931. Si se sabe que en tal sector del océano se hundió antaño una carabela cargada de oro y trescientos años después son encontrados e identificados sus restos, se habla todavía de un descubrimiento. El elemento sorpresa está pues presente en diversos grados en el acto de descubrir y no es su ingrediente principal.

¿Es posible descubrir en poesía, en música? Sin duda. Explorando las posibilidades expresivas del violín un compositor musical puede darse cuenta que ciertas posturas del arco, o golpes sobre la cuerda, abren aún más el bagaje de sonidos con los cuales se puede expresar una idea. De igual forma un poeta puede descubrir que el frecuente uso de palabras que evocan la naturaleza, como “mariposa” o “crepúsculo”, causa un fuerte impacto en el lector. Si bien estos son descubrimientos, en el arte su rol es secundario. Lo descubierto en este ámbito no subjetivo, forma parte del instrumental disponible para dar a luz la creación. En cambio, en ciencia, descubrir es parte del objetivo mismo de la actividad.

Al aceptar que descubrir es central a la ciencia y que en el descubrir suele estar presente lo inesperado, cabe preguntarse qué rol juega la suerte en el éxito del trabajo científico. ¿Es



el descubridor un mero testigo de algo que ocurre por primera vez frente a un ser capaz de hacerlo consciente? ¿Le debe el descubridor su hazaña en alguna medida a la suerte? Hace ya muchos años, estando de visita en casa de Robert Hofstadter, Premio Nobel de Física 1961 por el descubrimiento de una estructura en el protón, un amigo del dueño de casa me comentó en privado que si Hofstadter no hubiese tenido la “suerte” de estar presente en el lugar (Stanford) y momento precisos en que se hizo el descubrimiento, no sería entonces tan famoso. La observación pudo tener algo de verdad, pues ciertamente si Hofstadter hubiese nacido en Santiago el año 1691 no habría recibido el Premio Nobel. Sin embargo, ese comentario ignoraba el visionario y tenaz esfuerzo que le permitió al investigador de Stanford ser el primero en realizar el experimento crucial: bombardear núcleos atómicos con electrones de alta energía, algo nada fácil en esos años. De los numerosos físicos de su generación, sólo él tuvo el ojo de atacar con herramientas adecuadas un problema fundamental de la época, lo cual tiene sin duda un mérito enorme. Kamerlingh Onnes fue el primero en observar la superconductividad en un metal porque habría tenido “la suerte” de contar con las bajísimas temperaturas que se requieren para observar el fenómeno en materiales puros (alrededor de 270 grados Celsius por debajo de la temperatura en que el agua se convierte en hielo). ¿Suerte? Sólo en parte. Mucho mérito también, el mérito único de haber logrado en su laboratorio las temperaturas bajísimas necesarias. Klaus von Klitzing es el descubridor del efecto Hall cuántico, a pesar que cinco años antes al menos dos grupos de investigadores habían realizado el mismo experimento y obtenido los mismos resultados, todo ello publicado oportunamente en revistas especializadas que lo atestiguan, sólo que al interpretar esos datos incorrectamente ¡no descubrieron nada! Cristóbal Colón fue el primer navegante europeo que encontró América porque tuvo “la suerte” de comandar la expedición que buscaba las Indias navegando hacia el poniente. ¿Realmente fue su suerte? Pocos lo creerían así. Mucho mérito en cambio, mucho coraje y esfuerzo personal, como muestra la historia, pues en esos tiempos no eran nada fácil la navegación y supervivencia para los que se aventuraban lejos de las costas.

Quien descubre algo nuevo tiene entonces un doble mérito: haberse situado en alguna frontera del conocimiento, y ser capaz de reconocer la importancia de lo observado. Si un astró-

nomo tiene “la suerte” de apuntar el telescopio hacia un agujero negro, pero confunde las señales de su oscura presencia con las de un objeto estelar ordinario, pierde una gran oportunidad de realizar un descubrimiento importante. Hay muchos descubrimientos que son posibles y aún no se han hecho, quizás porque no ha habido nadie preparado para realizarlos. Hay por ejemplo enfermedades como la distrofia muscular, la malaria, el SIDA, que no tienen curación en la actualidad. Es angustiante pensar que el remedio está quizás al alcance de la mano, pero no se conoce. Quizás hirviendo higos secos en aceite de bacalao durante 25 minutos se desprende una sustancia que justamente cura la malaria. ¡Pero no lo sabemos! Y no parece sensato probarlo a ciegas, porque son prácticamente infinitas las posibilidades que habría que experimentar. ¡Cuántos años estuvo el hombre rodeado de sauces sin sospechar que de su corteza podía extraerse la sustancia base de la milagrosa aspirina! No basta entonces con tener al frente lo nuevo sino que es preciso estar preparado para reconocer en forma práctica su valor. Pasteur dijo alguna vez con cierta ironía que “la suerte favorece a las mentes preparadas”.

¿Qué significa estar preparado para hacer un descubrimiento? ¿Qué distingue al descubridor, de aquél que tiene

© Adriana Calatayud, de la serie *Monografías*, 1995.





© Adriana Calatayud, *El resplandecer del alma*, de la serie *Monografías*, 1995.

ante sí lo nuevo pero no reconoce la naturaleza e importancia de lo que observa? ¿Será el genio? Sí, pero, ¿qué es el genio? ¿Cuál es la esencia de ese acto de reconocimiento?

Los rayos X están presentes en el universo desde sus inicios. Puesto que no se ven a simple vista ni se sienten de manera alguna, simplemente no se tenía conciencia de que existían. Como en muchos hallazgos modernos cierto grado de tecnología fue necesaria para detectar esos rayos, en este caso, la naciente técnica de los tubos de vacío, Röntgen los descubrió inesperadamente y los llamó X porque no sabía bien lo que eran. Estaba preparado para reconocer su importancia, aunque no para entender su naturaleza u origen. Antes del descubrimiento, hablar de "rayos X" no tenía sentido alguno. Posteriormente, sin embargo, fue algo bien definido que



hoy todo el mundo reconoce, y tolera de mala gana, cuando el dentista le pide una radiografía. En cierto sentido los rayos X no existían antes de Röntgen. Si bien preexistían como fenómeno de la naturaleza, no estaban en el lenguaje, en el conjunto muy rico de conceptos que maneja la conciencia.

Cuando Albert Einstein construyó su teoría de gravitación se encontró con que, según esta nueva teoría, la luz debía deflectarse visiblemente al pasar cerca de una masa grande como la del Sol. La idea era insólita pues la formulación de Newton supone que la fuerza de gravedad sólo actúa entre cuerpos masivos.

Como los fotones, partículas de luz, no tienen masa, entonces la luz sería insensible a la presencia de una estrella. Mediciones del efecto, aprovechando un eclipse total de Sol, permitieron a Arthur Eddington confirmar, en 1919, la predicción de Einstein. Se cuenta que Einstein no se sorprendió por la confirmación, tanta era su fe en la teoría. Cabe preguntarse, ¿quién descubrió el efecto? ¿Fue Einstein, quien lo predijo, o Eddington, quien luego lo observó? Para Einstein se trató de algo nuevo, completamente inesperado, que surge de la lógica de una teoría, y por tanto, es preexistente en ella. Es por tanto claramente un descubrimiento. Eddington por su parte midió la desviación de un rayo material debida a la cercanía de una estrella real, el Sol, y su mente debió estar abierta a dos posibilidades: o había desviación o no la había. En vez de ser innumerables como en el caso de los descubrimientos enteramente fortuitos, las posibilidades eran sólo dos. Al contestar la pregunta y definir cuál de las dos alternativas era la correcta, Eddington descubrió una verdad de la naturaleza antes desconocida, o al menos, no resuelta. Es claro entonces que Eddington también realizó un descubrimiento. En nuestro ejemplo tanto Einstein como Eddington descubrieron algo, sólo que uno lo hizo en la estructura lógica de la teoría y el otro en la consulta a la naturaleza misma.

La actividad científica actual se divide en experimental y teórica. El teórico maneja primariamente modelos y los símbolos en que éstos se expresan, mientras el experimental cuestiona directamente a la naturaleza. Son actividades complementarias que se llevan a cabo en permanente diálogo una con otra. La teoría, como representación fiel del fenómeno natural, oculta sorpresas que hacen posible en ella el descubrimiento, como en los ejemplos recién descritos. Es-



tas sorpresas surgen de la misma lógica matemática y hoy a menudo se exploran con ayuda de la computadora a través de simulaciones numéricas y pictóricas de lo que ocurre en el universo. Cuando una predicción teórica es confirmada por un experimento, ella contribuye a validar la teoría en proporción a lo insólita que haya sido la predicción. Si no es confirmada, la teoría es abandonada, por bella que sea. El experimento, en contacto directo con la fenomenología, también provee sorpresas que son interpretadas usando los modelos de las teorías. Cuando un experimento no concuerda con la teoría, no sólo hay que revisar la teoría sino también el mismo experimento, pues no pocas veces éstos han sido realizados o interpretados equivocadamente.

¿Hay creatividad en el descubrir científico? Crear es un acto por el cual se da a luz algo que no existía antes. Por ejemplo, los *Veinte Poemas de Amor* de Pablo Neruda existen sólo desde que el poeta los escribió. Las palabras existían antes. El papel y la tinta, también. Los sentimientos que los inspiraron son universales y anteriores a los poemas. Sin embargo, cada uno de esos versos concretos es una expresión original que no existió con anterioridad. A partir de algunos elementos existentes se forma una nueva entidad, con un sentido único, que es la obra creada. Así como en la poesía, la creatividad se muestra en prácticamente todas las áreas de actividad del ser humano. Es una de sus capacidades centrales. Pero, ¿se muestra también en la ciencia?

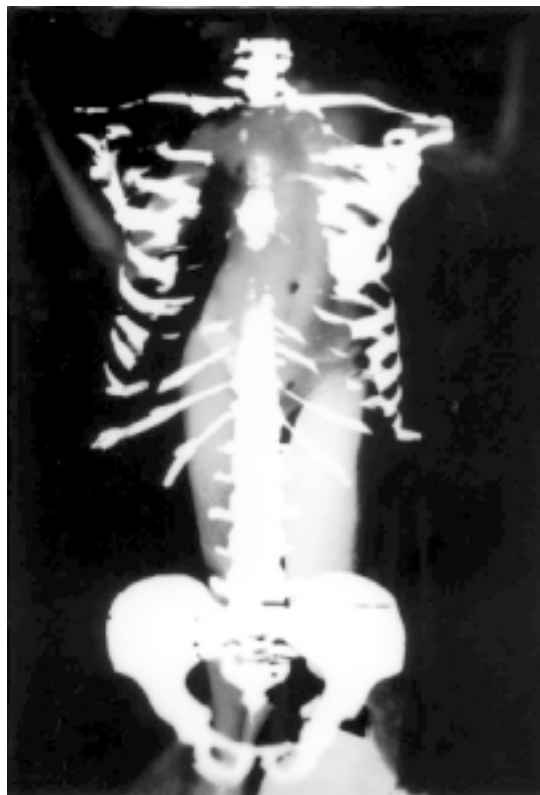
La definición que hemos dado de crear y descubrir parece llevar a un conflicto. Pues si crear es generar algo nuevo y descubrir es hacer consciente lo preexistente, se trataría de actitudes incompatibles. Sin embargo, una breve reflexión muestra que la preexistencia objetiva de lo descubierto no modifica el hecho que, como parte de la conciencia, empieza a ser en el momento en que es descubierto. Es algo nuevo para el entendimiento que, desde luego, se forma a partir de elementos ya existentes, obedeciendo cabalmente así a nuestra definición del acto creativo. Por lo tanto, contrariamente a lo que parece, descubrir es una forma auténtica de crear.

Si la ciencia es fruto de actos creativos, ¿qué distingue la creación científica de la artística y otras formas de creación? ¿En qué se diferencian *La Pasión según San Mateo* de Bach de la teoría de la relatividad de Einstein como creaciones? Carl Rogers, el conocido psicólogo, propone que la creatividad surge de una total libertad de expresión simbólica. Si bien

en el arte esa libertad está sólo limitada por la naturaleza de los símbolos (palabras, colores, sonidos musicales), en la ciencia se exige además estar sujeto estrictamente a la lógica y al comportamiento de la naturaleza. Mientras en el arte los criterios de valor tienen un alto ingrediente de subjetividad, en la ciencia la validación de un trabajo obedece a patrones objetivos. Si a la demostración de un teorema matemático se le encuentra un error de lógica, deja inmediatamente de tener todo valor. Lo mismo ocurre con cualquier teoría de la física. Más aún, si en este último caso la lógica no falla pero una predicción es contradicha en el laboratorio, cae también la teoría. Esta exigencia hace del trabajo verdaderamente creativo en la ciencia una empresa sumamente difícil. Se busca usando la belleza como brújula, sólo que mientras en el arte basta con seguir esa guía, en las ciencias hay que dar cuenta, además, del camino y del destino.

Francisco Claro es profesor titular en la Facultad de Física y director de Investigación y Posgrado de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

© **Adriana Calatayud**, de la serie *Monografías*, 1995.





© Adriana Calatayud, 1996.