

El mito del “sabio aislado”

Rafael Andrés Alemañ Berenguer

<http://raalbe.jimbo.com>

La percepción popular del científico como un individuo que trabaja aisladamente de su entorno social y cultural, lleva a una imagen deformada de la práctica científica. Entre tales errores se sitúa la creencia de que los descubrimientos e invenciones pueden darse con independencia de lo que permitan las circunstancias históricas. En este artículo se argumenta que ello no es así, y se advierte del peligroso distanciamiento entre la ciencia y la sociedad que puede provocar estos falsos estereotipos.

1. Introducción

La percepción social de la ciencia, o la imagen que de los científicos tienen quienes no lo son, ha sido siempre uno de los grandes caballos de batalla en aquello que se ha dado en llamar “relaciones ciencia-sociedad”, y especialmente en España, donde el arraigo de la cultura científica resulta mucho más mermado de lo que cabría desear. En esos términos debe entenderse la iniciativa emprendida por el Fermilab consistente en invitar a un grupo de escolares de enseñanza primaria a visitar el centro investigador¹. Antes y después de acudir a la visita los niños preparaban un dibujo con la idea que ellos tenían de lo que era un científico. Mientras el dibujo posterior presentaba a los investigadores como personas absolutamente normales, las figuras previas en absoluto se alejaban del científico estereotipado como un barbudo y miope profesor embebido en sus inaccesibles cavilaciones.

Este prototipo erróneo del científico ha sido explotado hasta la saciedad de la mano de autores como J. Verne o H.G. Wells en la lite-

¹ Puede consultarse en <http://ed.fnal.gov/projects/scientists/index1.html>



ratura clásica de ciencia-ficción². Con toda probabilidad este malentendido parte de la concepción original del científico en los siglos XVII y XVIII. En esos años se forjó la imagen romántica del investigador de la naturaleza como un héroe solitario del saber que llevaba adelante la revolución científica con grave riesgo de su hacienda y bienestar, e incluso algunas veces de su propia seguridad personal. De acuerdo con esta imagen, el científico habría de ser un sabio solitario y enfrascado en sus elucubraciones que, sin otro sostén que una dedicación rayana en el fanatismo, acomete individualmente en nombre de la ciencia contra lo desconocido.

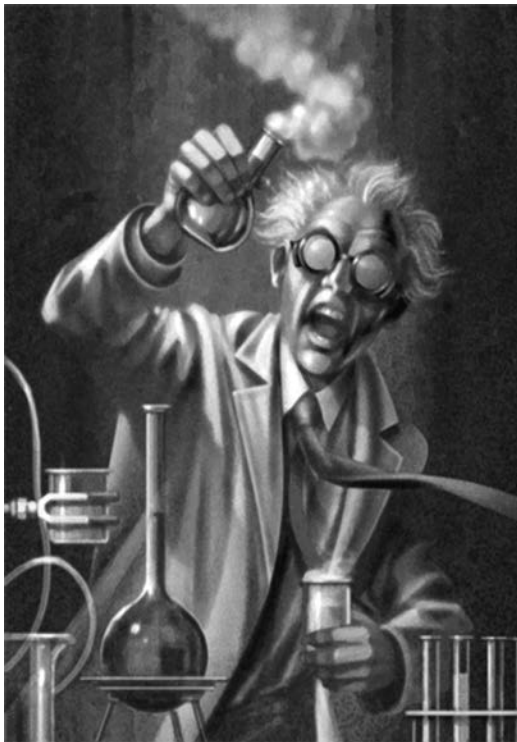


Figura 1. Estereotipo popular del sabio ofuscado.

El primer perfil que hemos de desterrar es el correspondiente a un estudioso obsesionado por invenciones portentosas, cuyo trabajo lo aísla en un lugar apartado (ya sea un sótano o una buhardilla), rodeado de alambiques en ebullición, pócimas humeantes y extrañas máquinas que despiden rayos y centellas mientras sus engranajes chirrían rasgando el aire con ecos amenazadores. Generalmente estos personajes exhibían, muy al gusto decimonónico, un acendrado individualismo en relación con los recursos económicos y a las líneas de investigación a desarrollar. La efi-

gie científica esculpida por la literatura decimonónica nos presenta a un individuo dispuesto a satisfacer sus afanes al margen de influencias exteriores, costeándose sus propias investigaciones y siguiendo siempre el camino que le marca su inspirada intuición (Roberts, 1989).

Es muy posible que en los primeros balbuceos de la ciencia moderna, tal como hoy la entendemos, algunos investigadores guardasen ciertas similitudes con este manido estereotipo, parangones que fueron difuminándose a medida que la ciencia se profesionalizaba y los proyectos de investigación iban ganando en envergadura y complejidad. Henry Cavendish encarna quizás uno de los mejores exponentes de esa imagen popularmente asociada con un sabio completamente absorto en sus intereses científicos (Leicester y Klickstein, 1968). Efectuó una meritoria labor experimental en casi todas las áreas de la física de su tiempo, si bien nunca comunicó públicamente sus descubrimientos. Esa extraordinaria parsimonia en publicar –inimaginable hoy día– le supuso perder la prioridad sobre la ley de la fuerza electrostática (Emch, 1986, 70), que Cavendish ya conocía cuando el francés Charles Coulomb la dio a conocer obteniendo para sí el mérito de su hallazgo. Se dice que calibraba la intensidad de una corriente eléctrica por el dolor que le producía la sacudida en su propio cuerpo, y su timidez hacia las mujeres se reputaba tan grande que el personal femenino de servicio en su mansión recibía las instrucciones a través de notas manuscritas.

El asombroso esfuerzo desplegado casi en solitario por el matrimonio Curie –donde la esposa, Marie, era el personaje descolante– en la búsqueda y separación de elementos radiactivos (Reid, 1984), o la admirable perspicacia que permitió a Ramón y Cajal desentrañar la configuración tisular del sistema nervioso en una España mayoritariamente ajena a las principales corrientes científicas internacionales (López, 1985) son dos ejemplos añadidos que todavía arrojan más leña al mito del sabio aislado. Pero una mirada más cercana revelará que en estos casos, los afanes adquirieron tintes heroicos más por la falta de medios materiales que por la insuficiencia de conocimientos disponibles. El debate sobre la continuidad o contigüidad de las células nerviosas resonaba desde tiempo atrás cuando Cajal lo saldó definitivamente; el fenómeno de la radiactividad había sido descubierto accidentalmente por Becquerel antes del

² Así se comprueba en las conocidas novelas de Wells *La máquina del tiempo* (1895), *La Isla del doctor Moreau* (1896) o *El hombre invisible* (1897), entre muchas otras. De Verne podrían citarse aún más, de las que cabe destacar *Un descubrimiento prodigioso* (1867), *Un experimento del doctor Ox* (1874), *El doctor Ox* (1877), *Robur el conquistador* (1886), *Veinte mil leguas de viaje submarino* (1896) y *Dueño del mundo* (1904).

trabajo de los Curie, y la explicación de su mecanismo hubo de esperar a la relatividad einsteiniana en la primera década del siglo XX; y Cavendish estimó empíricamente el valor de la constante de gravitación universal guiado por las teorías previas de Newton, sin las cuales ni siquiera hubiese existido el propio concepto de constante gravitatoria.

2. La ciencia en su matriz histórica

Acaso parezca una perogrullada pero todos somos hijos de nuestro tiempo (o si se prefiere la versión orteguiana "yo y mis circunstancias"), y esto todavía es más patente en el ámbito científico. Nadie, por muy abrumador que resulte su talento, inventa o descubre *ex nihilo*, con total independencia del contexto social, económico y cultural. Sin un adecuado caldo de cultivo intelectual los hallazgos no se producen, y si algún genio vislumbra sus contornos todo queda en atisbos de un territorio que otros en el futuro se encargarán de explorar y someter. Así ocurrió cuando a finales del siglo XIX Henri Poincaré advirtió sin mucho eco de la posible influencia incontrolable de los pequeños errores en la dinámica de sistemas no lineales. Poincaré fue un adelantado de lo que hoy conocemos como teoría del caos, pero la comunidad científica de su tiempo no supo percatarse de ello ni explotar sus consecuencias (Briggs y Peat, 1994).

Archiconocidos también son los comentarios de Newton en las famosas "cuestiones" (*Queries*) al final de su libro *Optics*, donde conjetura la existencia de fuerzas atractivas y repulsivas, matemáticamente descriptibles en analogía con la gravedad, operando a escalas tan reducidas que hubiesen escapado a nuestra atención (Newton, 1979). Hubo de esperarse a Coulomb –con la anónima salvedad de Cavendish– para verificar la esperanza de Newton, y muchos más años transcurrieron hasta esclarecer el papel de las fuerzas eléctricas, y la existencia de fuerzas nucleares, en el mundo de los átomos y las moléculas. Ese mismo programa atomista (o, si se quiere, "corpuscularista") fue propuesto por Robert Boyle para reconstruir científicamente la química, liberándola definitivamente del fastidioso abrazo de la alquimia (Boyle, 1985). Sin embargo, las circunstancias históricas no se hallaban maduras para tan ambicioso proyecto; no se contaba con los medios necesarios para determinar la estructura atómica o molecular de la materia, y la química hubo de discurrir unas cuantas décadas más por los derroteros cuantitativos de Proust, Berzelius y muchos otros (De la Llosa, 2000).

Sobre los hallazgos consolidados como tales en su época, cabe decir otro tanto. El comentario "Si he visto más lejos que otros es porque me hallaba a hombros de gigantes" –que podría interpretarse generosamente como un raro momento de humildad en el genio inglés– define el caso a la perfección, pues los descubrimientos fructifican tanto mejor cuanto más rica es la sabia pretérita de la que se nutren. Newton mismo no se equivocaba en su reconocimiento de los antecedentes previos que lo arropaban: sus leyes de la mecánica culminaban un curso de reflexiones sobre el problema del movimiento extendido a lo largo de mil años (Moody y Clagget, 1952; Clagget, 1959; Beltrán, 1998), los conceptos de fuerza e inercia –todavía debatidos y analizados en muchos de sus aspectos– bebían también de la previa tradición escolástica (Bacon, Ockam, Oresme, Buridan, los *calculatores* del Merton College en Oxford, etc.), y en la ley del inverso del cuadrado –ingrediente básico de la gravitación universal– tenían su participación Hooke y Huygens (Rioja y Ordóñez, 1999).

Por otra parte, el cálculo de fluxiones, construido a medias con Leibniz y antecedente directo del moderno cálculo infinitesimal, contaba con precedencias que se remontaban hasta Arquímedes (González, 1992). Pero ni siquiera el intelecto incomparable de Newton pudo asomarse más allá de su época. Para resolver muchos de los problemas concretos planteados por sus leyes de la mecánica, especialmente en los movimientos de los fluidos y de los astros, el genio inglés necesitaba herramientas de cálculo (sistemas de ecuaciones diferenciales, derivadas parciales, procedimientos sistemáticos de resolución) que sólo surgirían durante la centuria siguiente de los desvelos de la generación posterior de matemáticos (Bochner, 1994).

Otro ejemplo muy notable que viene a la mente cuando se habla del científico solitario y genial, se refiere, naturalmente, a Albert Einstein. Frente a cierto género de opiniones en contrario, el creador de la relatividad tampoco negó la influencia que sobre su pensamiento ejercieron las críticas sobre la mecánica clásica realizadas, desde vertientes muy distintas, por Ernst Mach y Henri Poincaré (Pais, 1984; Hoffman, 1985). El paso a la relatividad general difícilmente se hubiese producido sin la reformulación previa de la relatividad especial en términos geométricos espacio-temporales debida a Hermann Minkowski (Resnick, 1981; Dubrovski *et al.*, 1987; Sazánov, 1990; French, 1991; Torregrosa, 2002), quien a su vez bebía de las fuentes no euclídeas que revolucionaron la geometría en el siglo XIX (Bonola, 1951; Gray, 1992). Y menos aún sin el desarrollo del cálculo tensorial –que Einstein aprendió de su amigo Marcel Grossman– llevado

a cabo a comienzos del siglo XX por la escuela matemática italiana de Levi-Civita y Ricci-Curbastro. El propio concepto de tensor nos retrotrae a los trabajos sobre tensiones en materiales deformables de Wolde-mar Voigt, un científico al que cabe el honor de haber sido el primero en deducir las hoy conocidas como transformaciones de Lorentz.

La revolución copernicana –verdadero epítome de cambio radical en nuestra visión del cosmos– ni fue tan profunda como en ocasiones se afirma ni careció de precursores (Filolao, Aristarco, Capella, Oresme, Buridan, Cusa). Copérnico, es cierto, situó al Sol en el centro de su modelo astronómico, pero mantuvo la circularidad regular de las trayectorias, suscribió la distinción aristotélica entre movimientos naturales y violentos, y conservó varias decenas de orbes celestes cuyas combinaciones a modo de engranajes siderales explicaban los movimientos planetarios (Mínguez, 2006).

Uno de los primeros copernicanos, Giordano Bruno, a veces se nos presenta como el primero en contemplar un universo infinito y pleno de mundos semejantes al nuestro, girando en torno a sus respectivas estrellas y supuestamente poblados por seres inteligentes. Sin embargo, no cabe cometer el anacronismo de recordar que Bruno fue un individuo plenamente renacentista, con toda la carga de matices y contradicciones en sus ideas que ello supone. Defensor de una visión animista del cosmos (el *anima mundi* que late en la existencia de todas las cosas), deriva metafísicamente sus convicciones sobre la infinitud del espacio y la pluralidad de mundos habitados de la omnipotencia divina, y jamás articula una visión organizada –un sistema– con esos elementos (Rioja y Ordóñez, 1999; Mínguez, 2006).

Tan poco aislados de su entorno como están en realidad los científicos, ni siquiera ellos pueden sustraerse a la influencia de ideas que en su tiempo se reputaron verosímiles pero que hoy sabemos equivocadas. Así, Arquímedes se adhirió con rotundidad al geocentrismo clásico, Galileo identificó la inercia con el movimiento circular y negó la relación de la Luna con las mareas, Kepler imaginó las orbitas planetarias gobernadas por los sólidos platónicos, Newton creyó el Sol habitado y Euler hueca la Tierra, por no aducir otros ejemplos.

3. Saber teórico y saber práctico

El Renacimiento, o tal vez también el Medioevo tardío, alumbró una nueva era de colaboración entre la ciencia y la técnica, ámbitos encarnados respectiva-

mente por sabios y artesanos. Entre 1300 y 1400 se mecanizó el trabajo de la madera y se abarató la producción de papel. Ello, a su vez, estimuló el uso de la imprenta de modelo chino con tipos fijos, hasta que Gutenberg diseñó la imprenta de tipos móviles en torno a 1450. La revolución del libro impreso había comenzado.

El descubrimiento de nuevas tierras allende los mares renueva las conciencias a la par que agita las ambiciones. Se acentúa la necesidad de nuevos cartógrafos, mejores instrumentos náuticos, cartas astronómicas más precisas, métodos topográficos que delimiten los territorios conquistados, y constructores de barcos más rápidos, resistentes y maniobrables. La difusión de las armas de fuego impondrá nuevas técnicas bélicas, las cuales a su vez requerirán de matemáticos que calculen las trayectorias balísticas (Tartaglia, 1998) o de ingenieros que inventen nuevos artilugios de guerra (Dibner, 1980). Buena prueba de ello es que tanto Leonardo Da Vinci como Galileo Galilei, muy por encima de sus talentos artísticos o científicos, subrayaran sus habilidades como constructores de artefactos militares en sus respectivas cartas de representación ante Ludovico Sforza y Cosme II de Medici.

Varios siglos antes, en torno al año 1250, comenzó a vislumbrarse una solución al problema de la medida del tiempo, en virtud de los primeros modelos de relojes mecánicos. La idea principal, como aparece en el ingenioso mecanismo del reloj del año 1300 conservado en la catedral de Salisbury, consistía en aprovechar el descenso de una pesa por acción de la gravedad, para mantener una velocidad constante de giro en un cierto sistema de engranajes. Falaban todavía cuatrocientos años para que Huygens inventase el verdadero reloj de péndulo, pero sin duda estas maquinarias se mostraban muy superiores a los sencillos relojes de arena y de agua.

Por cuanto atañe a la ciencia, la invención de los relojes mecánicos, con la estela de perfeccionamientos que los acompañarían, convenció a los investigadores que la medida precisa del tiempo no era ya una empresa imposible. De súbito, la variable t en las ecuaciones de la mecánica comienza a caer en el ámbito de las magnitudes medibles, como la distancia o el peso. A la regla y a la balanza se une el reloj en sus muchas modalidades, y la contrastación experimental de las teorías del movimiento da un paso de gigante. Es cierto que Galileo seguirá utilizando métodos más rudimentarios para sus mediciones de periodos de tiempo (clepsidras, arenarios, o su propio pulso sanguíneo), pero una nueva senda ha sido abierta hacia un futuro de exactitud creciente. Y, lo

que es más, el mecanismo de relojería se convierte para las generaciones sucesivas en la metáfora del rigor, la regularidad y la perfección. Decir de algo que "funciona como un reloj" es uno de los mejores cumplidos que cabe realizar en referencia a la pulcritud y perfección de su marcha. El universo de Newton será comparado, siglos después, con un fabuloso mecanismo de relojería, donde el Creador adquiere el papel de relojero supremo (Peterson, 1995).

Pocos ejemplos tan claros como el de la invención del telescopio para comprender la imbricación entre ciencia, técnica y sociedad. Hacia 1285 comenzaron a fabricarse en Italia anteojos destinados a corregir la presbicia. Los estudios sobre la perspectiva, que analizaban la percepción visual de imágenes, contaban ya con una larga tradición cuando en el siglo XV comenzaron a producirse también gafas para corregir la miopía. No obstante, en esos momentos aún se relacionaba el aumento de la imagen con el tamaño de la lente, y no con su curvatura, lo que retrasó una comprensión cabal de los fenómenos ópticos conducentes a la creación de telescopios y catalejos a principios del siglo XVII (Dupré, 2009). Los usos marítimos, militares y comerciales de los diversos sistemas catadióptricos de visión lejana, se impusieron con tanta fuerza que incluso sobrepasaron sus aplicaciones meramente científicas.

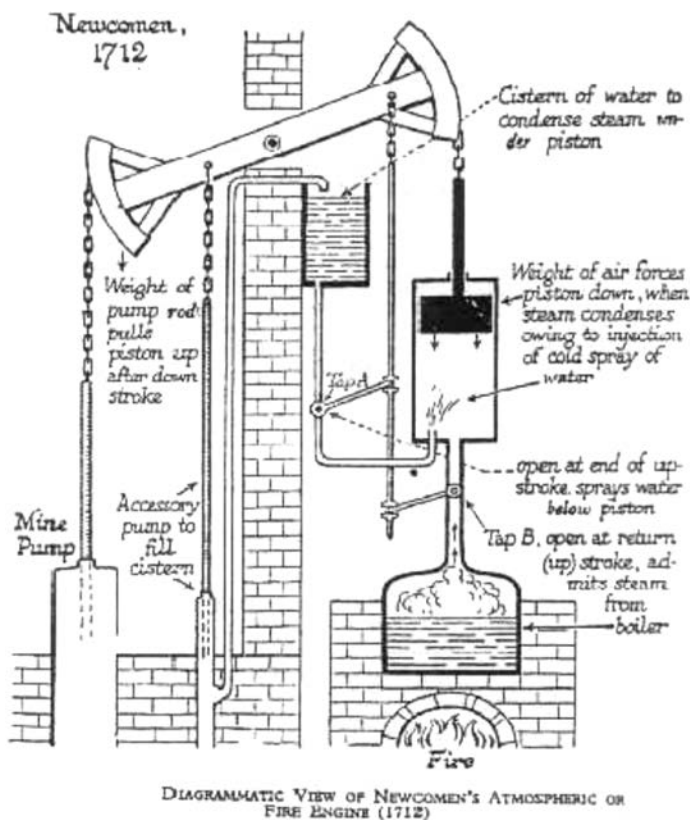


Figura 2. Dibujo de la máquina de vapor de Newcomen (1712)

Al contrario, en cierto modo, sucedió con el nacimiento de la termodinámica al calor –nunca mejor dicho– de la revolución industrial. La máquina de vapor de Watt patentada en 1782 (con el ilustre precedente de Newcomen en 1712) despertó el interés de los fabricantes sobre el modo de conseguir la máxima eficiencia en estos procesos. La pregunta central era: ¿cuánto trabajo útil –artículos producidos, por ejemplo– podría extraerse de una determinada maquinaria industrial por cada kilogramo de carbón consumido como combustible? Una cuestión tan prosaica dio pie a que científicos de la talla de Carnot, Joule, Clausius y Kelvin desarrollaran el estudio de los intercambios energéticos entre sistemas físicos cualesquiera, esto es, la termodinámica (Harman, 1990).

De hecho, desde el Renacimiento en adelante se venían deduciendo principios físicos generales mediante la observación inspirada del funcionamiento de máquinas concretas. Incluso parece muy verosímil que el desarrollo contemporáneo de dispositivos hidráulicos de bombeo y la invención de válvulas unidireccionales inspirase a William Harvey (1578-1657) sus hipótesis sobre el papel del músculo cardíaco en la circulación de la sangre. Eran las “máquinas-problema”, cuyo máximo esplendor se alcanzó durante el siglo XVIII, cuando el análisis de mecanismos empleados en el trabajo cotidiano (planos inclinados, tornos, molinos, cometas, muelles, bombas hidráulicas) desembocó en modelos matemáticos situados a un paso de la plena modernidad científica (Suay, 2008).

4. La vertiente colectiva de la ciencia

Conforme se fueron ensanchando los horizontes del conocimiento, el trabajo científico se hizo tan amplio y complejo que ningún individuo en solitario pudo considerarse autosuficiente en sus investigaciones. Kepler porfió durante años para obtener los preciosos datos astronómicos atesorados por su mentor Tycho Brahe, sin los cuales no hubiese podido pergeñar las leyes keplerianas del movimiento planetario (Koestler, 1988). Fleming descubrió la penicilina y rindió con ello un servicio impagable a la humanidad, pero debido a su falta de conocimientos químicos hubo de esperar varios años para obtenerla como sustancia pura y terapéuticamente eficaz. De forma menos edificante, las maniobras –a menudo poco éticas– desplegadas por James Watson y Francis Crick para acceder a los datos cristalográficos recopilados

por Rosalind Franklin y lograr para sí el mérito de haber dilucidado la estructura helicoidal del ADN, dieron contenido a un libro que todavía hoy se lee con interés revelando ese lado humano de la tarea científica que los grandes tratados suelen orillar (Watson, 1987).

Tampoco desde un punto de vista financiero hay científico actual digno de ese nombre que pueda considerarse autónomo. Además de su sustento personal y familiar, el coste de equipos y materiales resultaría prohibitivo. El científico real trabaja de ordinario como un profesional asalariado al servicio del Estado o de la empresa privada. Asimismo, y con independencia de su propio sueldo, se ve obligado a buscar subvenciones tanto de las corporaciones públicas como privadas para sufragar los gastos de sus investigaciones. Y dado que quien paga exige algo a cambio, el científico está sujeto en la práctica a la obligación de ofrecer resultados que justifiquen las sumas a él destinadas, así como a secundar los rumbos preferentes de investigación que le marquen sus patronos financieros. Cuando se trata de un profesor universitario, ha de compaginar las anteriores servidumbres administrativas con las horas necesariamente dedicadas a la docencia. Después de todo esto, si todavía dispone de tiempo y es lo bastante inasequible al desaliento, podrá pensar en la auténtica investigación (Barnes, 1995). En algunos centros la tarea administrativa y de mantenimiento es responsabilidad íntegra de personal especialmente asignado a esas funciones, lo que libera al investigador profesional de gran parte de los quebraderos de cabeza que diariamente le asedian. Pero tales paraísos de la investigación pura son comparativamente muy raros, y por su escasez no influirán de manera decisiva en nuestra discusión.

En términos prácticos, aquellos investigadores que crean hallarse dedicados a la ciencia pura sin relación alguna con ramificaciones políticas o sociales más amplias, se equivocan por completo. La provisión de recursos materiales y humanos que determinan en última instancia las condiciones necesarias e insoslayables de la actividad investigadora, vienen dadas en virtud de una complejísima trama de intereses políticos, sociales y económicos a los que dichos profesionales no pueden ser realmente ajenos aun cuando deseen sentirse como tales (Ziman, 1980). Bien es verdad que sería virtualmente imposible para una sola persona ocuparse de todos estos menesteres a un tiempo, por lo que resulta preciso desdoblarlos y repartirlos entre varias. Esta circunstancia es la que permite a quienes han de asumir la responsabilidad investigadora experimentar la sensación de que son ellos los que se dedican a la verdadera tarea científi-

ca mientras los demás lo hacen a una mera actividad burocrática. La actitud, relativamente extendida entre ciertos profesionales de investigación pura, de menospreciar a quienes se dedican al aspecto político y administrativo de la ciencia, resulta tan errada y peligrosa como la contraria, en boga entre los tecnólogos, consistente en considerar vastas áreas de la investigación básica punto menos que especulaciones abstractas sin utilidad ni provecho, y a sus practicantes parásitos improductivos enfrascados en elucubraciones que nadie entiende y a nadie interesan.

Ninguna de las dos opiniones anteriores escapa al absurdo de crear una imagen deformada y maniquea de lo que no son sino dos facetas complementarias de una misma actividad (Chalmers, 1992). La investigación fundamental no es posible sin un desarrollo humano y social que permita la gestión racionalizada de los recursos existentes. Por el contrario, sin investigación básica resulta difícil imaginar qué clase de desarrollo humano y social podría darse. Cada cual es libre de mostrar sus preferencias por el aspecto profesional que más le agrade, pero menoscarbar por ello a quienes se encargan de la faceta restante tendría tanto sentido como elogiar las llaves y condenar las cerraduras.

5. El "tempo histórico"

Centremos ahora nuestra atención en un punto muy importante que es un efecto colateral inevitable del mito del sabio aislado. Me refiero a la suposición de que es posible para un científico o para un pequeño grupo de científicos avanzar muy por delante de su tiempo histórico, engendrando los denominados "inventos revolucionarios" en periodos de paz y las "armas secretas" en tiempos de guerra.

Durante mi niñez –ya deplorablemente lejano– recuerdo haber asistido a una conversación entre parientes en la que surgió el tema de la carrera armamentística a la sazón en boga entre los Estados Unidos y la Unión Soviética. En dicha tertulia se arremetió contra el progreso tecnológico, responsable de la entonces reciente bomba de neutrones, y se manifestó unánimemente cuán bienaventurados seríamos todos si los avances científicos se circunscribiesen al campo de la medicina y las ciencias de la salud, disciplinas generalmente a salvo de toda sospecha sobre la perfidia de sus aplicaciones. Yo asentí con entusiasmo, y en aquel momento ese anhelo me pareció absolutamente lícito, posible y deseable. No obstante, algunos años más tarde comencé a advertir lo equi-

vocados que estábamos todos en aquella reunión. La razón es ahora muy sencilla de entender. En nuestro deseo de limitar los adelantos científicos a la medicina, habíamos caído en la trampa que tiende el mito del sabio aislado, dando por sentado que resulta factible desarrollar una parcela del conocimiento con entera independencia de las demás. A estas alturas de la discusión el carácter falaz de este argumento se discierne con facilidad, e incluso adquiere mayor transparencia con algunos ejemplos bien conocidos.

Cuando científicos como Ampere, Faraday y otros muchos se dedicaban a investigar las propiedades físicas de la corriente eléctrica, podemos aventurar casi con total seguridad que no imaginaban el grado hasta el cual iba a fundamentarse nuestra civilización en el uso de una fuerza natural de cuyo estudio eran ellos pioneros. Sería absurdo culpar a los eruditos decimonónicos y a sus predecesores de los crueles efectos de la silla eléctrica, simplemente porque el descubrimiento de la electricidad posibilitó su construcción. El uso de un instrumento es por entero independiente de las intenciones que pudiera albergar quien lo diseñó, y únicamente depende de la voluntad que en cada momento lo maneja. En este sentido, los químicos entregados al estudio de las consecuencias fisiológicas de los gases, abrieron las puertas tanto a los espantosos venenos empleados en la I Guerra Mundial y en Vietnam, como a los anestésicos que ahorraron a la humanidad el horror de una cirugía sin anestesia.

Pero ciñéndonos tan sólo a las aplicaciones positivas del progreso intelectual, a medida que penetramos en el núcleo de la cuestión nos convencemos más de que las distintas ramas del conocimiento se hallan tan entrelazadas que es imposible abandonar unas disciplinas sin herir mortalmente a las restantes. Un matemático experto que perfeccione un nuevo lenguaje de programación, puede ser indirectamente responsable de que en el futuro los algoritmos por él establecidos potencien un nuevo sistema de diseño de fármacos por ordenador, capaz de desarrollar medicamentos novedosos y útiles contra dolencias hasta ese momento incurables. La actual tecnología microelectrónica, a su vez, debe mucho de su actual esplendor al trabajo de físicos y químicos acerca de los materiales semiconductores susceptibles de componer diminutos circuitos impresos, como aquellos que permiten la concienzuda monitorización de un paciente en los grandes hospitales modernos. Con toda certeza, los científicos que investigaban la física del estado sólido no se consideraban a la vez colaboradores imprescindibles en la lucha contra la enfermedad, pero vemos que en cierto modo así era.

De cuanto se ha dicho ya podemos deducir que la pretensión de delimitar el progreso científico dentro de un solo campo del saber, sirve tanto como confeccionar un tejido disponiendo todos los hilos paralelos entre sí. Una tela semejante se desmadejaría al menor contacto en un cúmulo de hebras desconectadas, y algo similar ocurriría con un cuerpo de conocimientos cultivado según el modelo que pretende yugular unas áreas en beneficio de otras. Queda claro, pues, que todo intento de coartar la investigación sobre unas disciplinas científicas, solamente daría lugar a una ciencia mutilada, deforme y contrahecha, cual grotesco cuasimodo, sin capacidad para ofrecer más que vanas esperanzas en una sabiduría estéril.

La causa estriba en que, como se ha visto, el conocimiento científico crece al modo de una enredadera, cuyas ramas se entrelazan tan íntimamente que llegan a sustentarse unas a otras en abigarrado conjunto, de modo que cercenando unas ponemos en peligro el desarrollo natural de las demás. El progreso de la ciencia se nos presenta entonces como el fruto de una colectividad organizada cuya actividad se apoya constantemente, no sólo en la labor de cada uno de sus miembros, sino en la de aquellos que les han precedido, a la vez que fundamenta la tarea de sus sucesores.

Así alcanzamos el concepto de *tempo* histórico. Definiremos este término como el marco cronológico, social, económico y cultural que propicia o posibilita una determinada creación intelectual dentro del proceso de desarrollo de una civilización. De situar un producto intelectual fuera de su correcto *tempo* histórico el desfase puede darse por exceso o por defecto, y nos encontraríamos con los correspondientes anacronismos. Suponer la invención del reactor nuclear en la época medieval o el de la rueda en plena era espacial, son ejemplos claros de esta clase de anacronismos.

Un inspirado comentario de Renn (2009, 57) sintetiza a la perfección la tesis central de este artículo:

“...Sólo gracias a la elaboración de las consecuencias de los distintos sistemas conceptuales y el intercambio intenso de una malla de sabios de toda Europa surgieron, al fin, a partir de los recursos conocidos de la física preclásica, los conceptos fundamentales de la mecánica clásica. La mecánica de Galileo, y en especial, sus estudios en torno al movimiento en el plano inclinado, serían tan impensables sin la premisa de este saber compartido como sus logros astronómicos, que se fundan, asimismo, en tradiciones teóricas y prácticas que se remontan hasta la Antigüedad.”

Durante el periodo que se extendió desde el final de la Segunda Guerra Mundial hasta la caída del muro de Berlín –la “guerra fría”– era frecuente la circulación de rumores que atribuían a una de las dos superpotencias, o a ambas, la posesión de asombrosos artilugios bélicos de avanzadísima tecnología (rayos desintegradores, máquinas del tiempo, teletransporte instantáneo, antigraavedad, etc.), que el ciudadano común sería incapaz de imaginar. En esta argumentación se manifiesta bien a las claras la influencia del mito del sabio aislado, que se cuele con facilidad por cualquier rendija en este género de razonamientos. Sin embargo, merece la pena analizar con algo de detalle esta opinión. Con ese fin debemos preguntarnos si sería posible en principio que una única nación hubiese alcanzado en secreto un grado de desarrollo tecnológico superlativo, que permitiese construir dispositivos con capacidades muy por delante de su tiempo. Nuestra pregunta inicial toma ahora una forma equivalente: ¿puede un grupo de científicos trabajando en secreto (y por tanto en un nivel de aislamiento muy superior al de sus colegas ordinarios) obtener una ventaja de, pongamos, un siglo sobre el conocimiento de su época? Las consideraciones antes expuestas sobre del mito del sabio aislado ha de proporcionarnos de inmediato la respuesta, aunque para comprenderla mejor convendremos en emplear un símil histórico imaginario.

Supongamos por un momento que cuando pretendía invadir Inglaterra en los primeros años del siglo XIX, el emperador Napoleón Bonaparte hubiese solicitado a los científicos franceses contemporáneos (y debe recordarse que había entre ellos verdaderas eminencias) que inventasen un arma secreta capaz de asegurarle la victoria. Y suponiendo aún más imaginemos que Napoleón, en un genial vaticinio militar, ya tenía en mente la clase de arma a conseguir: ni más ni menos que un moderno avión cazabombardero del tipo que conocemos en nuestros días. ¿Cómo se enfrentarían los sabios franceses del XIX a un reto semejante? A pesar de que los sabios de nuestro imaginario ejemplo empleasen todo su esfuerzo y buena fe en el empeño, pronto surgirían graves inconvenientes.

En primer lugar, sería necesario un conocimiento profundo de la mecánica de fluidos para diseñar un óptimo perfil aerodinámico en el aparato, a fin de minimizar la resistencia del aire y evitar turbulencias indeseables. Esta rama de la física se inicia en el siglo XVIII y germina a lo largo de todo el siglo XIX, con prolongaciones que todavía hoy continúan desarrollándose. Por ello resulta difícil creer que los eruditos franceses, aun admitiendo su genialidad, hubiesen podido deducirlo por entero en un par de años.

Pero eso no es todo. Un estudio efectivo de la mecánica de fluidos precisa de conocimientos de cálculo infinitesimal bastante por encima de los disponibles en aquella época, a la vez que exige la resolución de complejos sistemas de ecuaciones diferenciales. ¿Dónde estarían los ordenadores encargados de resolver numéricamente esas ecuaciones? Además, es imprescindible fabricar diversos componentes electrónicos –transistores, válvulas de vacío– aun en su forma más primitiva. Ahora bien, ¿dónde encontrar wolframio, torio, silicio, germanio o fósforo con la pureza requerida? Nadie dominaba entonces las técnicas de impurificación de microtransistores, que requieren a su vez el conocimiento de la estructura reticular a nivel atómico de los materiales empleados. ¿Qué soplador de vidrio podría elaborar una válvula vítrea y luego someterla a alto vacío? Pero, aún más, ¿cómo se consigue el alto vacío?; ¿cómo acelerar (y sólo en Francia) una industria capaz de fabricar los miles de elementos necesarios para un ingenio tan complicado? Resistencias, bobinas, transformadores, condensadores; todo tiene que elaborarse partiendo de cero, y todavía no hemos llegado al problema de la energía.

¿Dónde están los potentes motores de queroseno y otros combustibles para impulsar la nave? Antes, claro está, precisarían nuestros sabios conocer los fundamentos tecnológicos de los modernos sistemas de propulsión a chorro. ¿Podrían ellos solos desarrollar un conocimiento cuya fructificación requerirá posteriormente más de ciento cincuenta años? Y tenemos también el problema de la electricidad; ese fluido misterioso y mal conocido en los tiempos napoleónicos. Necesitamos construir pilas, baterías, acumuladores, etc. Mas para esto nos falta la base electroquímica y física que subyace en dichos dispositivos. Todo ello sin contar con la necesaria industria metalúrgica, indispensable para obtener las aleaciones y laminados que formarán el fuselaje del avión.

A estas alturas, Bonaparte y sus científicos probablemente habrían desistido ya de la empresa para trazar otros planes. Una decisión muy juiciosa, porque el deseo de construir un avión de combate con los medios del año 1800 nos parece ahora una idea descabellada. Y nos lo parece por que tal tentativa constituye uno de los anacronismos que ya expusimos con anterioridad. El desarrollo cultural de nuestra civilización no la proveía a comienzos del siglo XIX de los elementos materiales e intelectuales necesarios para culminar con éxito un proyecto semejante. No era ese el *tempo* histórico de un logro tecnológico como el moderno cazabombardero. Dado que quien hubiese dispuesto de un aparato de esas características en la

época citada habría dominado, no sólo Inglaterra, sino el mundo entero, hemos de admitir que si no se logró fue por carencia de posibilidades más que de interés.

La refutación del mito del sabio aislado nos obliga a desprendernos de gran cantidad de mitologías aparejadas con él, y la de las superarmas secretas es una de ellas. A este respecto se suele traer a colación el éxito del proyecto Manhattan, con la construcción de la bomba atómica por los EE.UU., o la invención de los cohetes V-1 y V-2 por sus adversarios alemanes. La validez de ambos ejemplos queda en entredicho cuando advertimos que en ambos casos el nivel científico y técnico del momento permitía la consecución de esos inventos. Tan solo restaba el empuje financiero que la guerra se encargaría finalmente de proporcionar.

Como conclusión final, hemos de recordar siempre que la imagen del científico solitario coronando

avances revolucionarios es un mito que racionalmente no se tiene en pie. Cabe comparar el progreso científico con un delicado castillo de naipes, que necesita del apoyo mutuo de todas las cartas para sostenerse y crecer. Si frenamos o impedimos la investigación en algún área del conocimiento, lo que equivaldría a retirar algunas cartas del conjunto, todo el entramado se vendrá abajo. El conocimiento científico debe crecer globalmente o acabará por no hacerlo en absoluto. Asimismo, los mitos ligados al del sabio aislado, cual es el del progreso fantástico conseguido a escondidas por un grupo de eruditos más o menos maquiavélicos, se desvanecen definitivamente encontrando su refugio postrero en las novelas del Dr. Frankenstein o del Dr. Jekyll. Tal vez sea éste uno de los rasgos más hermosos de la ciencia: debe desarrollarse a la luz del día o dejar de ser efectiva para los intereses y propósitos de quienes pretenden envolverla en las tinieblas del secreto.

Bibliografía

- Barnes, B. (1995): *Sobre ciencia*, Barcelona, R.B.A.
- Beltrán, A. (1998): *Revolución científica, renacimiento e historia de la ciencia* (2ª edición), Madrid, Siglo XXI.
- Bochner, S. (1994): *El papel de la matemática en el desarrollo de la ciencia*, Madrid, Alianza.
- Bonola, R. (1951): *Geometrías no euclidianas*, Buenos Aires-México, Espasa-Calpe Argentina, S.A.
- Boyle, R. (1985): *Física, química y filosofía mecánica* (Introducción y notas de Carlos Solís), Madrid, Alianza.
- Briggs, J. y Peat, F.D. (1994): *El espejo turbulento. Los enigmas del caos y del orden*. Barcelona, Salvat.
- Chalmers, A. (1992): *La ciencia y cómo se elabora*, Madrid, Siglo XXI.
- Clagett, M. (1959): *The Science of Mechanics in the Middle Ages*, Madison-Wisconsin, University of Wisconsin Press.
- De la Llosa, P. (2000): *El Espectro de Demócrito*, Barcelona, Ediciones del Serbal, S.A.
- Dibner, B. (1980): *Machines and Weapons in Leonardo the Inventor*, New York, MacGraw-Hill.
- Dubrovski, V., Smorodinski, Ya. y Surkov, E. (1987): *El mundo relativista*, Moscú, MIR.
- Dupré, S. (2009): "Historia del telescopio" en *Investigación y Ciencia*, septiembre de 2009, 52-61.
- Emch, G.G. (1986): *Mathematical and conceptual foundations of 20th-century physics*, Amsterdam, Elsevier Science Publishers.
- French, A.P. (1991): *Relatividad Especial*, Barcelona, Reverté.
- González Urbaneja, P. M. (1992): *Las raíces del cálculo infinitesimal en el siglo XVII*, Madrid, Alianza.
- Gray, J. (1992): *Ideas de Espacio*, Barcelona, Mondadori.
- Harman, P. M. (1990): *Energía, fuerza y materia. El desarrollo conceptual de la física del siglo XIX*, Madrid, Alianza.
- Hoffmann B. (1985): *La relatividad y sus orígenes*, Barcelona, Labor.

- Koestler, A. (1988): *Kepler*, Barcelona, Salvat.
- Leicester, H. M. y Klickstein, H. S. (1968): *A Source Book in Chemistry 1400 - 1900*, Harvard, Harvard University Press.
- López Piñero, J.M. (1985): *Cajal*, Barcelona, Salvat.
- Mínguez, C. (2006): *Filosofía y ciencia en el Renacimiento*, Madrid, Síntesis.
- Moody, D.A. y Clagett, M. (1952): *The Medieval Science of Weights*, Madison-Wisconsin, University of Wisconsin Press.
- Newton, I. (1979): *Opticks, or a Treatise of the Refections, Refractions, Infections and Colours of Light*, New York, Dover Publications Inc.
- Pais, A. (1984): "El Señor es sutil...". *La vida y la obra de Albert Einstein*, Barcelona, Ariel.
- Peterson I. (1995): *El Reloj de Newton*, Madrid, Alianza.
- Reid, R. (1984): *Marie Curie*, Barcelona, Salvat.
- Renn, J. (2009): "La revolución de Galileo y la transformación de la ciencia" en *Investigación y Ciencia*, julio de 2009, 50-59.
- Resnick, R. (1981): *Introducción a la teoría especial de la relatividad*, Méjico, Limusa.
- Rioja, A y Ordóñez, J. (1999): *Teorías del universo II: De Galileo a Newton*, Madrid, Síntesis.
- Roberts, R. M. (1989): *Serendipia*, Madrid, Alianza.
- Sazánov, A.A. (1990): *El universo tetradimensional de Minkowski*, Moscú, MIR.
- Smith, C. U. M. (1977): *El problema de la vida. Ensayo sobre los orígenes del pensamiento biológico*, Madrid, Alianza.
- Suay Belenguer, J.M. (2008): "Los Molinos y las cometas de Mr. Euler Le Fils. Modelos matemáticos para las máquinas hidráulicas en el siglo XVIII", *Quaderns d'Història de l'Enginyeria* (Univ. Politec. Cat.), IX, 117-144. (Descargable en <http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/8056/1/article6.pdf>).
- Tartaglia, N. (1998): *La nueva Ciencia*, Méjico, Servicios Editoriales de la Facultad de Ciencias (UNAM).
- Thuillier, P. (1990): *De Arquímedes a Einstein. Las caras ocultas de la invención científica*, Madrid. Alianza.
- Torregrosa Lillo, A. (2002): *Relatividad fácil: Introducción a la relatividad, la cosmología y los agujeros negros*, Alicante, Editorial Club Universitario (ECU).
- Watson, J. (1987): *La doble hélice*, Barcelona, Salvat.
- Ziman, J. (1980): *La Fuerza del Conocimiento: La dimensión científica de la sociedad*, Madrid, Alianza.