

El Mito del Progreso en la Evolución de la Ciencia

Manuel Alfonseca

Aunque los mitos no tienen necesariamente que ser falsos, a menudo se les asigna esa connotación. Aquí se utiliza el término en su sentido clásico: como sinónimo de "leyenda", "fábula", "ficción", no en el más reciente, que lo deja reducido a un sinónimo innecesario de "famoso".

La Ciencia, con mayúscula, siempre se ha dirigido (al menos en teoría) al descubrimiento de la verdad. Puede parecer, pues, sorprendente que se afirme que existen mitos en la Ciencia, pero el hombre tiene una capacidad inagotable para crearlos y aferrarse a ellos. Aunque, si vamos a ser estrictos, las ideas a las que hace referencia este artículo no son propiamente mitos científicos, sino que han surgido en otras disciplinas situadas en su periferia, como la Historia o la Filosofía de la Ciencia.

El mito del Progreso Indefinido afirma que, una vez que hemos entrado en la era de la Ciencia, el desarrollo científico no puede volver atrás. Los inventos y los descubrimientos se irán sucediendo a un ritmo siempre acelerado, por lo que la curva del desarrollo científico se aproximaría a una exponencial.

Antes de abordar esta teoría y tratar de refutarla, vamos a dedicar unos momentos de atención a otros mitos relacionados que sobreviven con insistencia a pesar de su evidente y flagrante falsedad.

Mitos modernos de la Historia de la Ciencia

Consideraremos las siguientes afirmaciones:

En la Antigüedad y en la Edad Media se creía que la Tierra es plana. Colón demostró que es redonda.

En realidad, la mayor parte de las personas informadas saben perfectamente que este lugar común es falso, pero está muy extendido entre lo que podríamos llamar *el hombre de la calle*. Enfrentándose a esta idea preconcebida, Isaac Asimov escribió: *Lo que demostró Colón es que no importa cuán equivocado estés, mientras tengas suerte.*

Como todas las personas educadas de la Edad Media y de la Antigüedad, Colón sabía que la Tierra era redonda. Pero, al revés que los geógrafos portugueses, que estimaban su circunferencia en unos 40000 km, él creía que sólo medía unos 25000 (naturalmente, no medían en km). Por eso pensó que, si las Indias se encuentran a unos 20000 km de Europa Occidental por el camino del este, por el del oeste debían estar mucho más cerca, a unos 5000 km. Los portugueses rechazaron su oferta porque un viaje de 20000 km por mar abierto (con las cifras que ellos manejaban) estaba fuera del alcance de la náutica de la época. A pesar de todo, Colón lo intentó con ayuda de España, y tuvo la suerte de encontrar un continente desconocido a unos 5000 km de su punto de partida. Él siempre creyó haber demostrado sus teorías, pero los que tenían razón eran los portugueses.

La redondez de la Tierra era ya conocida por los griegos, varios siglos antes de Cristo. Aristóteles (384-322 a.C.) resumió los argumentos principales que la demostraban:

Cuando un barco se aleja en cualquier dirección, lo primero que desaparece es el casco, luego las velas. Esto demuestra que la superficie del mar es curva. Además, el efecto no depende de la dirección del barco, así que el mar (y por tanto la Tierra) tiene la misma curvatura en todas direcciones. La única figura que posee esa propiedad es la esfera. Luego la Tierra es esférica.

Durante un eclipse de luna, la Tierra se interpone entre el sol y la luna, arrojando su sombra sobre ésta. La forma de la sombra es siempre circular, cualquiera que sea la posición del sol y de la luna en el momento del eclipse. Pero la esfera es la única figura que arroja siempre una sombra circular en cualquier dirección. Luego la Tierra es una esfera.

Al viajar en dirección hacia el norte o al sur, las constelaciones se desplazan. Algunas desaparecen a nuestras espaldas, otras nuevas surgen ante nosotros. Esto indica que la superficie de la Tierra es curva. No demuestra que sea una esfera, pero la unión de los tres argumentos tiene una fuerza de convicción abrumadora. Eratóstenes de Cirene (276-194 a.C.) fue aún más lejos. Basándose en la distinta inclinación de los rayos del sol durante el solsticio de verano en dos localidades de Egipto (Siena y Alejandría) dedujo la longitud de la circunferencia de la Tierra, estimándola en unos 25000 estadios (de 39000 a 45000 km). El valor real es próximo a los 40000 km. El cálculo de Eratóstenes fue la causa de que los geógrafos portugueses rechazaran los planes de Colón.

Sólo la gente ignorante creía, durante la Edad Media, la leyenda de que la Tierra es plana y los barcos que llegaran a su extremo se caerían. En la *Divina Comedia*, Dante da por supuesta la redondez de la Tierra. Coloca al Purgatorio en una isla situada en las antípodas de Jerusalén (viene a caer en medio del Pacífico, un poco al sur de la islas Tubuai). El infierno, en cambio, es un cono que penetra hasta el centro de la Tierra, que coincide con su vértice. Al llegar allí, Dante introduce un sorprendente efecto de ciencia-ficción: Para pasar al otro hemisferio, Dante y Virgilio deben descender agarrándose a los pelos de Satanás, que está hundido en el hielo en el mismísimo centro de la Tierra. Pero en el momento de pasar por él, tienen que darse la vuelta, porque la dirección de la gravedad se ha invertido.

En la Antigüedad y en la Edad Media creían que la Tierra es muy grande. La Astronomía moderna ha demostrado que es infinitesimal, comparada con el universo.

Esta leyenda está más extendida que la anterior, y muchas personas educadas la creen. En realidad, es tan falsa como la otra.

Dos siglos antes de Cristo, Arquímedes (287-212 a.C.) escribió un libro, *El Arenario*, en el que describe su intento de calcular cuestiones tan modernas como el número de partículas del universo y la distancia de las estrellas (en su tiempo se creía que todas las estrellas fijas estaban situadas a la misma distancia de nosotros). Para trabajar con números tan grandes, se vio obligado a idear su propio sistema de numeración, detallado en ese libro. Transformado a las medidas que hoy utilizamos, su resultado es asombrosamente exacto: las estrellas estarían a una distancia aproximada de un año-luz. Hoy sabemos que la más próxima (alfacentauro C) se encuentra a 4,27 años-luz, lo que indica que Arquímedes, en su primer intento, acertó al menos el orden de magnitud.

Los cálculos de Arquímedes eran conocimiento común de todos los eruditos de la antigüedad. Claudio Ptolomeo (100-170) escribió en su *He Mathematik Syntaxis* (más conocido por su nombre árabe, *Almagesto*): *La Tierra, en relación con la distancia de las estrellas fijas, no tiene tamaño apreciable y debe considerarse como un punto matemático* (Libro I, Capítulo 5). Recuérdese que el *Almagesto* fue el texto estándar de Astronomía durante toda la Edad Media. El mito, por tanto, cae por tierra.

En la Antigüedad y en la Edad Media creían que la Tierra está en el centro del universo y, por tanto, que es el astro más importante del cosmos. Copérnico, al quitarle el lugar central, le quitó también su importancia.

Este mito ha alcanzado una propagación casi universal, incluso en ambientes científicos e históricos, a pesar de que es tan falso como los anteriores. No existen referencias antiguas o medievales en las que pueda basarse. Por el contrario, el desprecio de la Tierra y de las actividades de sus habitantes, al considerarla en el ámbito más extenso del cosmos, es uno de los lugares comunes de la literatura de aquellas épocas. Citemos algunos ejemplos:

Cicerón, en su *Somnium Scipionis*, hace emprender a Escipión un viaje por las esferas celestes. Al mirar hacia la Tierra desde las alturas y verla tan pequeña (ver el mito anterior), Escipión se asombra por la importancia que se da en aquella mota a cosas tan ridículas como el Imperio Romano (que ni siquiera es visible desde donde él está).

Lucano, en *La Farsalia*, presenta una situación parecida.

Dante, en la *Divina Comedia*, realiza también un viaje por las esferas celestes de Ptolomeo, en las que sitúa el Paraíso. Al llegar a la esfera de Saturno, se vuelve a mirar a la Tierra, que como de costumbre le parece pequeñísima y digna de menosprecio, que expresa en las palabras (*Paradiso*, 22:133-135):

*Col viso ritornai per tutte quante
le sette spere, e vidi questo globo
tal, ch'io sorrisi del suo vil sembiante.*

Dante presenta en *Paradiso* una estructura dual del cosmos. En el mundo material, formado por las nueve esferas ptolemaicas, un astro es tanto menos importante cuanto más cerca del centro se encuentra. La Tierra, por consiguiente, ocupa el lugar ínfimo en razón de su posición (nótese que esta interpretación es justamente la opuesta del mito). En el mundo dual del empíreo (la morada de Dios) el centro (Dios) es lo más importante, y las nueve esferas que le rodean (correspondientes a las nueve especies angélicas) son tanto más señaladas cuanto más cercanas al centro.

La Ciencia ha demostrado que Dios no existe; que el hombre no tiene alma; que no hay vida después de la muerte.

La Ciencia no puede demostrar ninguna de esas cosas. Todas ellas quedan fuera del método científico (del que hablaremos más adelante). Naturalmente, este mito ha sido difundido por personas opuestas a la Religión, y no es más que una expresión de lo que la lengua inglesa llama *wishful thinking*, de difícil traducción al español.

En 1917 se realizó una encuesta sobre las creencias religiosas de las personas de los Estados Unidos de América dedicadas al cultivo de la Ciencia. El resultado fue de, aproximadamente, un 50% de creyentes. De aquí se predijo que, a lo largo del siglo XX, las creencias religiosas de los científicos desaparecerían por completo.

En 1997, exactamente ochenta años después, se repitió la encuesta. El resultado fue muy parecido al de la anterior: alrededor de un 50% de científicos estadounidenses son creyentes. En consecuencia, la predicción de 1917 ha fracasado. Sin embargo, los comentaristas de la nueva encuesta aseguran que este resultado hace prever que las creencias religiosas de los científicos desaparecerán durante el siglo XXI, lo que prueba que el hombre puede tropezar dos veces en la misma piedra.

Una división de opiniones al 50% en una cuestión ajena a la ciencia, parece un resultado razonable, incluso predecible.

Sólo utilizamos el 10% del cerebro.

Este *neuromito* ha recibido mucha publicidad durante el siglo XX, favorecido por el patrocinio de los cursos Dale Carnegie y el apoyo de figuras tan espectaculares como Albert Einstein. Sostiene que nuestro cerebro está infrutilizado y que es capaz de realizar esfuerzos diez veces superiores a los normales, lo que parece alentar las teorías de los defensores de la existencia de potencialidades humanas ocultas, como la telepatía, la clarividencia o la psicocinética.

En realidad, el mito surgió como consecuencia de un malentendido. Allá por los años treinta, los neurólogos descubrieron que las especies con sistema nervioso más complejo (entre las que destaca el hombre) dedican una menor proporción de la masa cerebral a las funciones sensorio-motoras. Se aplicó el nombre de *córtex silencioso* a las áreas cerebrales dedicadas a otras actividades, entre las que destacan el lenguaje y el pensamiento abstracto. El título de *silencioso* hizo pensar equivocadamente a algunos no expertos (como Einstein) que esa parte del cerebro estaba desocupada. Experimentos recientes realizados con tomografía de emisión de positrones han demostrado que en el cerebro humano no existen zonas infrutilizadas.

El mito del Progreso Indefinido

El concepto de Progreso es relativamente moderno. Durante la Edad Media y el Renacimiento dominó la teoría de que los grandes maestros de la Antigüedad eran insuperables. Cualquier teoría nueva tenía que apoyarse en una demostración de que aquello, aunque mal entendido, había sido dicho antes por Aristóteles, Euclides, o la autoridad de turno. De aquí el poco interés de los pensadores de aquella época por la originalidad y lo que hoy llamamos "derechos de autor", siendo frecuente que

las obras filosóficas o literarias fuesen falsamente atribuidas a los maestros de antaño.

Francis Bacon (1561-1626) fue uno de los primeros en lanzar la idea revolucionaria de que *los grandes hombres del pasado no sabían necesariamente más que el hombre actual*, que abrió camino al concepto del Progreso, apoyado posteriormente por René Descartes (1596-1650) y Bernard de Fontenelle (1657-1757), que fue el primero en afirmar que, desde el punto de vista biológico, los pueblos antiguos y modernos son esencialmente iguales.

Durante el siglo XVIII surgió la teoría del Progreso Indefinido, que invierte la idea medieval de un pasado mejor y sostiene que el futuro es siempre superior al presente. El Abbé St. Pierre (1658-1753), Turgot (1727-1781) y, sobre todo, Condorcet (1743-1794) pueden considerarse los padres de la idea. El último llegó a dividir la Historia en diez etapas sucesivas. La décima, en la que nos encontramos, es la de la ciencia, el racionalismo y la revolución, que abrirá paso a una era de prosperidad, tolerancia e ilustración. (La Utopía siempre está a la vuelta de la esquina).

En el siglo XIX, la teoría del Progreso Indefinido pareció haberse impuesto. Auguste Comte (1798-1857) insiste sobre las etapas sucesivas de Condorcet, que reorganiza en tres: la teológico-militar, la metafísico-jurídica y la científico-industrial. Naturalmente, ninguna de las etapas tiene vuelta atrás. Nuestra llegada a la era científica es definitiva.

El auge del evolucionismo, a partir de mediados del siglo XIX, dio una nueva expresión al principio del Progreso Indefinido, que pasó a definirse en términos biológicos: *La evolución biológica es un proceso que conduce indefectiblemente a más y más complejidad*. La idea había sido ya entrevista, treinta años antes, por el movimiento romántico. John Keats (1795-1821) había escrito en su poema Hyperion (1820), publicado casi cuatro décadas antes que *El origen de las especies* de Darwin:

*'tis the eternal law
that first in beauty should be first in might.*

Las ideas de Comte se fundieron con las de Darwin en la obra de Herbert Spencer (1820-1903) y Karl Marx (1818-1903), que sostienen que *la evolución social es automática e inevitable*. Como sus antecesores, Marx divide la Historia en varias etapas sucesivas y *progresivas* (tribalismo, régimen esclavista, feudalismo, capitalismo y socialismo) y prevé como inevitable el paso a la última a través de la dictadura del proletariado y la sociedad sin clases.

En una línea paralela, pero estrictamente biológica, podemos colocar la teoría de la Ortogénesis de Karl Wilhelm von Nägely (1817-1891), para quien la evolución biológica es un proceso con una dirección predeterminada, empujado por alguna acción externa o interna no muy bien definida (como la fuerza vital de Henri Bergson). Esta teoría tuvo mucho ascendiente hasta bien entrado el siglo XX, y aún se nota su influencia en la obra de Pierre Teilhard de Chardin.

En su forma evolucionista, el principio del Progreso Indefinido se plasmó, a principios de este siglo, en una forma mítica de indudable atractivo, que aunque prácticamente desterrada del acervo científico, ha ganado la imaginación popular. En su forma literaria, el mito se plasmó en las obras *Back to Metuselah* (1922) de George Bernard Shaw (1856-1950) y *The outline of History* (1920) de H.G.Wells (1866-1946). Presenta la evolución como una lucha permanente por la existencia, en la que las especies aparentemente más débiles sobreviven frente a enemigos

monstruosos: ¿Quién podría prever el triunfo de los procordados durante la explosión cámbrica? ¿O el de los peces crossopterigios (de los que surgieron los vertebrados terrestres) frente a los teleósteos? ¿O el de los mamíferos frente a los reptiles gigantes? ¿O el del hombre frente a un entorno hostil? Pero en todos esos casos la inteligencia (el progreso) acaba venciendo a la fuerza bruta. El hombre ocupa al fin su papel en la cumbre: domina el mundo, se abre ante él una etapa indefinida de progreso científico. Sin embargo, en este punto el mito introduce un final verdaderamente grandioso: nada menos que el crepúsculo de los dioses, de la epopeya germánica de los Eddas y los Nibelungos. El aumento insoslayable de la entropía nos lleva hacia un final catastrófico. El cosmos terminará en una conflagración térmica o en una desintegración helada. Nada que podamos hacer logrará detenerlo. El Progreso Indefinido está destinado a la destrucción final.

Reacciones contra el Progreso Indefinido

Pero el mismo siglo XX que vio nacer la formulación épica del mito evolucionista iba a ser testigo de las primeras reacciones en su contra:

Los biólogos de la escuela neodarwinista se opusieron con todas sus fuerzas a la idea de una evolución dirigida, introduciendo el azar y la Estadística como elemento y herramienta fundamentales para el estudio de esta ciencia. La evolución no resulta ser, después de todo, un proceso de complejización creciente inevitable. Los retrocesos, las detenciones y la contingencia están a la orden del día. En palabras del biólogo británico J.B.S.Haldane, *por cada caso de progreso hay diez de degeneración*.

Un filósofo, Oswald Spengler (1880-1936) anunció que el Progreso Indefinido de nuestra civilización no sólo podría detenerse algún día, sino que, de hecho, está ya detenido. Su obra *Decadencia de Occidente* (1923) tuvo una gran influencia en el ambiente depresivo de la primera postguerra mundial.

Un historiador, Arnold Toynbee (1889-1975) sostuvo en su monumental *Estudio de la Historia* que las civilizaciones nacen, crecen, se esclerotizan, y mueren (o se transforman en fósiles vivientes), aunque pueden dejar descendencia. El Progreso Indefinido resulta así ser un fenómeno real, pero estadístico, difícilmente medible, excepto a distancia, comparable al avance de un automóvil como consecuencia del de las ruedas: un punto sobre la superficie de la rueda (la civilización) sólo sube y baja. El coche, sin embargo, avanza.

Un antropólogo, Alfred Louis Kroeber (1876-1960) sostuvo, en su *Configurations of Culture Growth*, que los genios no suelen nacer solos, sino que forman configuraciones de grandes hombres, precedidas por precursores y seguidas por decadencias. De nuevo, frente al Progreso Indefinido, tenemos una infinita sucesión de altibajos.

Un sociólogo, Pitirim Alexandrovitch Sorokin (1889-1968) acumuló datos cuantitativos en su *Dinámica Social y Cultural*, que sugieren que las actividades culturales intelectuales (ciencia y filosofía, principalmente) forman ciclos de larga duración (del orden de dos mil años) en los que alternan fases intuicionistas (con predominio de la filosofía y la religión) con fases sensitivas (en las que prepondera la ciencia). Actualmente nos encontramos en una de las últimas, pero se puede prever que, más pronto o más tarde, esta fase terminará, como terminaron todas sus predecesoras.

La situación de la Ciencia moderna

¿Existen indicios que nos hagan pensar que la evolución de la Ciencia occidental moderna, que se ha prolongado triunfalmente durante cinco siglos en un ascenso siempre creciente, esté próxima a detenerse o incluso a retroceder? ¿Tienen razón los críticos de la teoría del Progreso Indefinido? Algunos análisis cualitativos y cuantitativos pueden arrojar luz sobre estas cuestiones.

Una cuantificación sencilla de la evolución de la ciencia grecorromana y medieval nos demuestra que, en los veinte siglos que van desde el siglo VI antes de Cristo al XIV después de Cristo, hubo varias configuraciones sucesivas y casi independientes de desarrollo científico, con picos bien marcados en el siglo V antes de Cristo, el siglo II después de Cristo, y el siglo XIII. Estos picos fueron seguidos por decadencias reales, lo que confirma la teoría oscilatoria de los avances científicos contra la del Progreso Indefinido. La cuantificación ha sido obtenida asignando pesos a los científicos en función del número de líneas de sus biografías en enciclopedias de varios países.

Una cuantificación semejante realizada sobre los datos de la ciencia occidental moderna nos presenta una situación parecida: el avance continuo y siempre hacia más y más descubrimientos científicos es ilusorio. Hemos tenido ya algunas cumbres bien marcadas en los siglos XVII y XVIII, seguidos por descensos apreciables, aunque el enorme desarrollo científico de los siglos XIX y XX nos ha hecho perder de vista la realidad. El futuro no está claro: de hecho, aunque nuestros datos indican un descenso significativo durante la segunda mitad del siglo XX, el efecto podría deberse a la cercanía, que hace perder perspectiva, y al hecho de que los científicos jóvenes, nacidos después de 1950, aún no han dado de sí todo lo que podrían (o aún no se les ha reconocido).

La descomposición por países de la cuantificación de la ciencia occidental hace resaltar aún más el carácter configurativo y oscilatorio de estos movimientos culturales en los cuatro países más importantes en este campo. Alemania ha tenido no menos de cinco cumbres desde el siglo XV; Gran Bretaña presenta otros cinco máximos bien marcados, Francia cuatro. En cuanto a los Estados Unidos, se han convertido durante el siglo XX en el país dominante, pues más de la mitad del esfuerzo científico de nuestra civilización se apoya actualmente en él.

Una medida interesante de la evolución del progreso científico durante el siglo XX viene dada por los premios Nobel, que recompensan los avances más significativos en los campos de la Física, la Química, la Fisiología y la Medicina. De la cuantificación realizada se deducen algunas tendencias preocupantes, como el envejecimiento progresivo de los científicos que los han recibido. Se ha pasado de una media de edad de 47 años a los 60 de la década de los noventa. En contraposición, el número de premios Nobel recibidos por personas con menos de 40 años ha descendido desde nueve en los años treinta y cincuenta, hasta cero en los noventa. Sirva de señal de esta evolución el hecho de que aún no ha recibido un premio Nobel ninguna persona nacida después de 1950.

Existe una clara tendencia en la ciencia moderna hacia la desaparición de los genios. En siglos pasados, ciertas personas destacaron muy por encima de sus contemporáneos y pasaron al acervo popular como nombres mundialmente conocidos. Citemos a Copérnico, Galileo, Descartes, Newton, Linneo, Franklin, Gauss, Darwin, Pasteur, Edison, Ramón y Cajal, Freud, Madame Curie, Einstein y Heisenberg, entre muchos otros. En los últimos tiempos, este fenómeno ha desaparecido. La única figura que ha obtenido modernamente una fama

comparable a la de los mencionados es la de Stephen Hawking, que la debe en parte a razones ajenas a sus logros científicos. La misma tendencia se revela en la distribución de los premios Nobel individuales, que ha descendido continuamente desde 25 en la primera década del siglo XX hasta 6 en la última. El desarrollo científico se está polarizando alrededor de grupos de trabajo integrados, en lugar de grandes personalidades. No está claro qué se puede deducir de esta tendencia. No es evidente que esto deba dar lugar a una detención futura de dicho desarrollo. Pero existen en la actualidad otros síntomas preocupantes.

Desconfianza en la Ciencia

Se está extendiendo cada vez más en el hombre de la calle una desconfianza creciente hacia los científicos y los avances que realizan. A mediados de este siglo era frecuente (especialmente en la literatura de ciencia-ficción) la previsión de que en el futuro la sociedad podría estar gobernada por científicos, como una forma moderna de *La República* de Platón. Esta idea ha desaparecido casi por completo. La desconfianza en la Ciencia se debe a varias causas, que al actuar conjuntamente han empeorado la situación:

La ignorancia. La educación científica es claramente insuficiente. Estudios estadísticos realizados en los Estados Unidos estiman en poco más de un 5% la proporción de la población adulta que puede considerarse científicamente alfabetizada (es decir, que son capaces de comprender las cuestiones más elementales). Existen muchas razones para ello: la ciencia se enseña en clase como un ejercicio académico desligado de la vida real. Se aprenden procedimientos, pero no se enseña a aplicarlos en la práctica cotidiana, por ejemplo, en la detección de las falacias estadísticas con que los gobiernos y la prensa nos regalan todos los días (véase *200% of nothing*, por A.K.Dewdney, Wiley, 1993).

Poca comunicación entre los científicos y el público. La Ciencia siempre ha resultado esotérica para la mayor parte de la gente. La divulgación científica a través de los medios de comunicación ha realizado un enorme esfuerzo durante los años ochenta y principios de los noventa, pero su década de oro parece haber terminado: los suplementos científicos de los periódicos de mayor difusión se acortan o desaparecen, en televisión sólo quedan documentales sobre los seres vivos.

Otro problema importante es el retraso de años entre la publicación de los descubrimientos científicos y su aplicación práctica. Grandes titulares anuncian avances espectaculares en la curación del cáncer o de las enfermedades genéticas, que luego desaparecen por completo durante largo tiempo de los medios de comunicación, lo que mueve al hombre de la calle a sacar la conclusión de que los supuestos descubrimientos científicos no valían para nada. Este efecto empeora porque el ansia por publicar, concomitante a la situación actual de las carreras científicas, mueve a muchos a hacer públicos sus descubrimientos antes de tiempo y en medios no estándar (recuérdese el caso de la fusión fría).

Los peligros de la Ciencia. Durante el siglo XX, la Ciencia ha dejado de ser, en la mentalidad popular, la panacea que resolvería todos nuestros problemas, pasando a convertirse en uno de los monstruos que amenazan nuestra supervivencia. Primero ha sido la carrera de armamentos, que llevó a la acumulación de armas de destrucción masiva suficientes para acabar varias veces con la vida en la Tierra. Después vino la ingeniería genética, con la amenaza de manipulación de personas y generaciones inherente en algunos de sus descubrimientos, así como del mal uso

de los conocimientos obtenidos (clonación, patentes, discriminación genética). La Medicina también ha contribuido al desprestigio científico con su incesante cambio de modas y consejos: lo que ayer era malo para la salud, hoy es bueno, y viceversa. Y no hablemos de los experimentos sobre animales y, sobre todo, seres humanos, realizados a veces en condiciones inaceptables.

Amenazas a la Ciencia

Como consecuencia de esto, se está extendiendo cada vez más un estado de opinión desfavorable a la Ciencia en general, que comienza a pasar al ataque contra las bases fundamentales del conocimiento. Entre los movimientos anticientíficos más extendidos en la actualidad destacan los siguientes:

El ecologismo radical, que se opone al avance científico y promueve la renuncia a los descubrimientos científico-técnicos y el regreso a un estilo más natural de vida, sin comprender que son esos descubrimientos los que hicieron posible el aumento de la población mundial. Si retrocediésemos al nivel técnico de hace dos o tres siglos, la Tierra sería incapaz de mantenernos. El resultado sería la guerra total.

El feminismo radical, que sostiene que la Ciencia actual es machista y que hay que destruirla y empezar de nuevo para darle un carácter más feminista. Este es uno de los muchos movimientos que, al negar la existencia de la verdad objetiva, mina los fundamentos de la investigación científica y podría llevarnos (si tuviera éxito) directamente a la catástrofe. Emparentados con él están diversas formas de corrección política que aplican las mismas ideas a razas o minorías no privilegiadas y que abogan por la destrucción, en lugar de la integración.

El Constructivismo, doctrina filosófica que se ha desarrollado mucho durante la segunda mitad del siglo XX, niega la existencia de la verdad objetiva y propone que todos los descubrimientos de la Ciencia son meras construcciones sociales. En circunstancias distintas se habrían podido obtener resultados opuestos. Aunque, como todos los extremismos, esta doctrina se apoya en un principio válido (la influencia de la sociedad sobre la *dirección* que toma la investigación científica), al aplicarlo a los hechos y negar la existencia de la verdad, el Constructivismo a ultranza se convierte en una teoría falaz y peligrosa.

La epistemología democrática trata de aplicar los principios de la democracia a la investigación científica. Pero la Ciencia nunca ha sido demócrata, ni puede serlo. La opinión de la mayoría no tiene ninguna validez *per se*, porque siempre puede cambiarse con razonamientos. Mil ejemplos de la historia nos demuestran que una sola persona, enfrentada a todo el resto de sus colegas, puede tener finalmente razón.

Muchos de los movimientos anteriores, y otros semejantes, se enfrentan directamente con la razón y el método científico, que se ha empleado con resultados espectaculares desde principios del siglo XVII. Muchas pseudociencias se han apoderado de la imaginación popular, reciben el apoyo masivo de los medios de comunicación y están introduciendo cabezas de puente incluso en las universidades:

La Parapsicología, en sus dos versiones principales: la percepción extrasensorial (ESP, clarividencia, precognición, telepatía) y la psicocinética.

La Astrología, que a finales del siglo XX está alcanzando un auge sin precedentes desde los tiempos de los Imperios Romano y Chino.

La investigación del *fenómeno ovni* (Ufología).

El creacionismo antievolucionista, que afortunadamente es casi desconocido a este lado del Atlántico.

Frente a estos ataques, el método científico sólo puede defenderse acudiendo a sus éxitos probados, que se basan en seis principios fundamentales:

Honradez: la evidencia debe evaluarse sin engaños.

Repetibilidad: los resultados de los experimentos deben poder repetirse.

Refutabilidad: debe ser posible idear evidencias que prueben que una afirmación es falsa. Los parapsicólogos rechazan este principio cuando afirman que sus experimentos no funcionan cuando está presente algún escéptico, con lo que es imposible refutarlos.

Totalidad: debe considerarse toda la evidencia disponible. No sólo los casos favorables, sino también los desfavorables. Ejemplo: *Ayer pensé en Fulano y al poco rato me llamó por teléfono*. Hay que saber también cuántas veces pensé en Fulano y no me llamó por teléfono, y cuántas veces me llamó Fulano sin que yo hubiera pensado en él. Sólo con esos tres datos se puede estimar si la coincidencia entra en las previsiones del cálculo de probabilidades.

Suficiencia: la prueba de una afirmación es responsabilidad del que afirma. Los testimonios personales no son pruebas científicas. Las personas se equivocan o pueden mentir. El fraude científico no es desconocido, aunque sí poco frecuente.

Lógica: los argumentos deben ser válidos (la conclusión se deduce correctamente de las premisas) y sólidos (las premisas son verdaderas).

La Ciencia en el siglo XXI

Predecir es arriesgado. Generalmente uno se equivoca, y corre el peligro de que alguien se acuerde. Hacia 1960, un periódico publicó una serie de predicciones atribuidas a Arthur C. Clarke, que pueden considerarse una clara aplicación del principio del Progreso Indefinido:

- 1970 El hombre en la luna
- 1980 El hombre en los planetas
- 2000 Colonización de los planetas
- 2020 Viajes no tripulados a las estrellas
- 2070 Velocidad próxima a la de la luz
- 2080 Viajes tripulados a las estrellas
- 2100 Encuentros con extraterrestres
- * * * * *
- 1970 Traducción automática
- 1980 Radio individual
- 2000 Inteligencia artificial
- 2020 Robots inteligentes
- 2080 Máquinas superiores al hombre

- 2100 Cerebro mundial
- * * * * *
- 1970 Baterías potentes
- 1980 Fusión nuclear
- 2000 Energía sin hilos
- 2020 Control de la herencia, Bioingeniería
- 2080 Máquina universal
- 2100 Manipulación de estrellas

Muchas de estas predicciones no han sucedido, mientras otras más lejanas se han adelantado. Es obvio que las del siglo XXI van a resultar demasiado optimistas.

Pero esto no significa que nos estemos aproximando al "fin de la Ciencia", como suponen algunos libros y artículos recientes, notablemente el de John Horgan del mismo título, que sugieren que la Ciencia está llegando a sus límites teóricos. Según ellos, en lugar de avances importantes, el futuro sólo nos traería soluciones a cuestiones de detalle, o lo que Horgan llama "ciencia irónica" (teorías que no se pueden comprobar).

La idea no es nueva. A finales del siglo XIX se publicaron opiniones parecidas: "La Física ha alcanzado sus límites. Ya se ha descubierto todo lo que podría descubrirse. Ya tenemos teorías estables. Sólo tenemos que resolver o explicar algunos detalles finos, como la radiación del cuerpo negro o el resultado negativo del experimento de Michelson-Morley".

Ya sabemos lo que pasó con esos "detalles": en cinco años (1900-1905), la radiación del cuerpo negro dio lugar a la Física Cuántica y el experimento de Michelson relegó la Mecánica de Newton al nivel de aproximación. La Física comenzó otro siglo de descubrimientos espectaculares.

No creo que la Ciencia haya llegado a sus límites, y dudo que alguna vez se puedan alcanzar. Pero nuestra civilización podría haber creado sus propios límites científicos, que quizá no sean intrínsecos, sino prácticos. No sería la primera vez. El desarrollo científico grecorromano se detuvo cuando los científicos se atascaron en callejones sin salida y dedicaron siglos a intentos infructuosos, como la cuadratura del círculo. Nada impide que nosotros caigamos en trampas parecidas. Probablemente hemos caído ya en alguna de ellas.

Uno de los principios del método científico es la preponderancia del experimento sobre la teoría. Cuando las predicciones de una teoría y los resultados de la experimentación están en desacuerdo, el experimento debe tener la precedencia, y la teoría debería ser sustituida por otra que explique los resultados obtenidos. La percepción humana es el factor clave: el resultado anómalo del experimento de Michelson fue que no se percibieron figuras de interferencia donde la teoría decía que debían aparecer.

Algunos científicos opinan que la Física actual arrastra un fallo fundamental en el tratamiento del tiempo. Desde la época de Newton, las teorías físicas se han aferrado al carácter reversible del tiempo. La única ley física irreversible (el segundo principio de la Termodinámica) aparece como una rareza, una excepción, un incordio del que cuanto menos se hable, mejor. Sin embargo, nuestra percepción del tiempo es esencialmente irreversible. Pero los físicos aducen a menudo que se trata de una ilusión, algo que no se debe tener en cuenta, de lo que no debemos fiarnos.

En Biología humana ha surgido una situación similar. Percibimos claramente la existencia del libre albedrío, pero las teorías deterministas dominantes consideran nuestra percepción como una ilusión más, pues no está de acuerdo con la teoría.

Dado que todas las teorías se basan en percepciones ¿cómo decidiremos cuáles son ilusiones y cuáles no? ¿Las que están de acuerdo con las teorías están bien, las que se oponen no? Pero entonces adoptaríamos la postura anticientífica de dar a las teorías predominio sobre los experimentos. ¿Y si los físicos del siglo XIX hubiesen decidido que la incapacidad de ver figuras de interferencia en el experimento de Michelson era una ilusión?

La ciencia actual puede haberse metido en callejones sin salida. Quizá dentro de dos mil años los científicos de otra civilización se reirán de nosotros por nuestra incapacidad para aceptar la irreversibilidad del tiempo o el libre albedrío, como algunos se burlan de los matemáticos que trataron de cuadrar el círculo. Puede que estemos atascados en sitios que ni siquiera podemos imaginar.

No voy a anunciar cuál será el futuro de la Ciencia moderna durante el siglo XXI: no sé si descenderá (como descendió bruscamente en la civilización grecorromana hacia el siglo II antes de Cristo) o si se mantendrá, incluso cuando acabe el impulso científico estadounidense, gracias al ascenso de otros países.

Lo único a lo que voy a arriesgarme es a predecir cuáles serán los temas fundamentales de la investigación, al menos durante las primeras décadas del siglo XXI, sin prejuizar cuál pueda ser el resultado de las investigaciones:

- Cosmología: universo abierto o cerrado, la flecha del tiempo.
- Astronomía: qué son los cuásares, el planeta Marte.
- Física: unificación de la Relatividad y la Mecánica Cuántica. ¿Después del quark, qué?
- Informática: tecnologías alternativas, inteligencia artificial.
- Matemáticas: complejidad y emergencia.
- Biología: genoma humano, interpretación del desarrollo.
- Medicina: SIDA, cáncer, enfermedades tropicales, adicciones, resistencia a los antibióticos.
- Química y Tecnología: polímeros biológicos.
- Ecología: amenazas para el medio ambiente (efecto invernadero, ozonfera, contaminación química, conservación de la biodiversidad, destrucción de los recursos naturales). Este campo es esencial para nuestra supervivencia.
- Energía: fuentes de energía renovables, agotamiento de las no renovables, fisión nuclear (ventajas e inconvenientes), fusión nuclear. Este campo es esencial para mantener el nivel de desarrollo económico.

Figuras

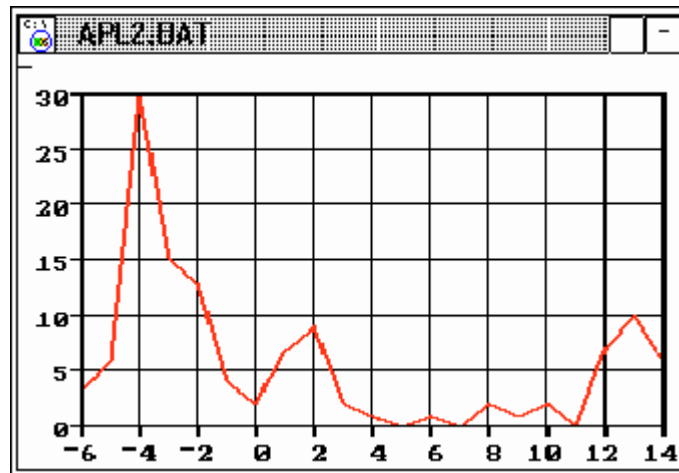


Figura 1: La cuantificación de los científicos de la civilización grecorromana y del período medieval deja muy claro que el desarrollo de la ciencia no fue continuo. Hubo un periodo culminante entre los siglos V y III antes de Cristo, seguido por una clara decadencia y una recuperación hacia el siglo II. Después la ciencia desaparece en la práctica hasta bien avanzada la Edad Media, cuando tiene lugar una nueva culminación en el siglo XIII.

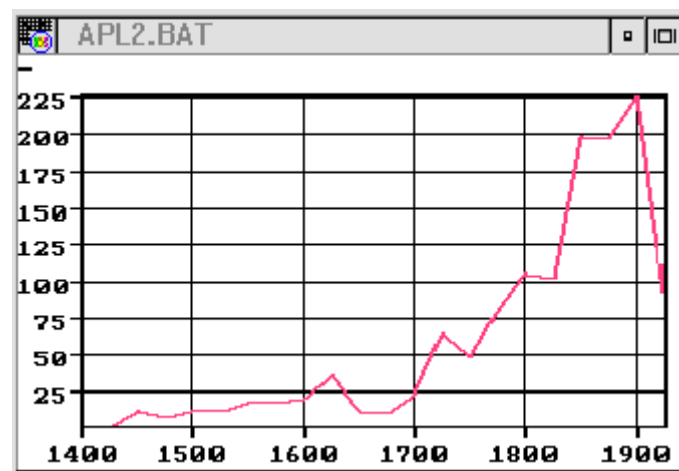


Figura 2: La cuantificación de los científicos de la civilización occidental moderna presenta un ascenso más continuo, pero que tampoco está libre de altibajos, como los dos que tuvieron lugar a mediados de los siglos XVII y XVIII. El descenso aparente del siglo XX podría ser un artefacto debido a la cercanía.

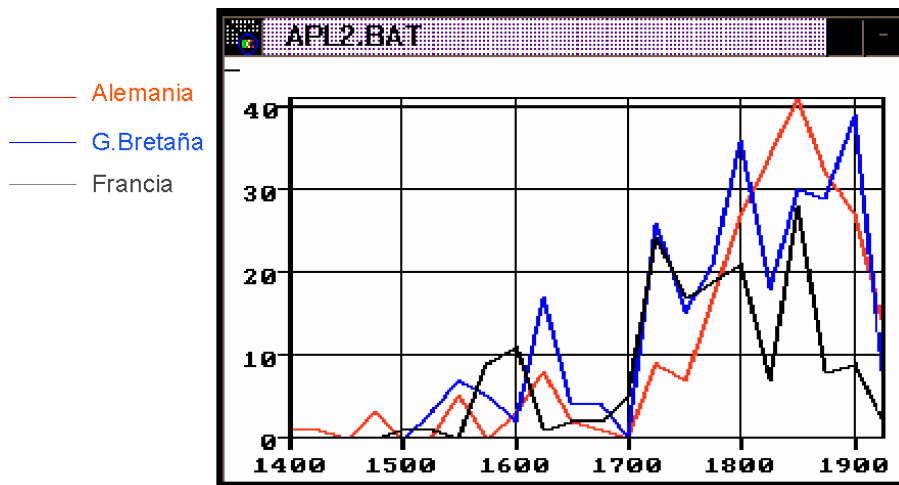


Figura 3: El hecho de que la evolución científica está llena de altibajos resulta aún más patente cuando se separa la evolución científica de cada país. Los tres países europeos de mayor desarrollo científico presentan hasta cinco máximos consecutivos, fuertemente marcados. A veces estos máximos coinciden, pero no siempre ocurre así.

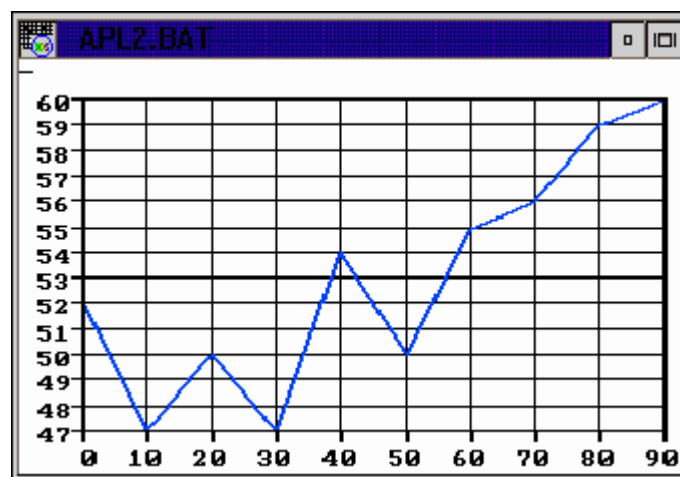


Figura 4: A partir de 1950 se ha producido un envejecimiento progresivo de los premios Nobel científicos, cuya media de edad en la década de los noventa ha alcanzado los 60 años. En contraposición, en los años diez y los treinta, dicha media era únicamente de 47.

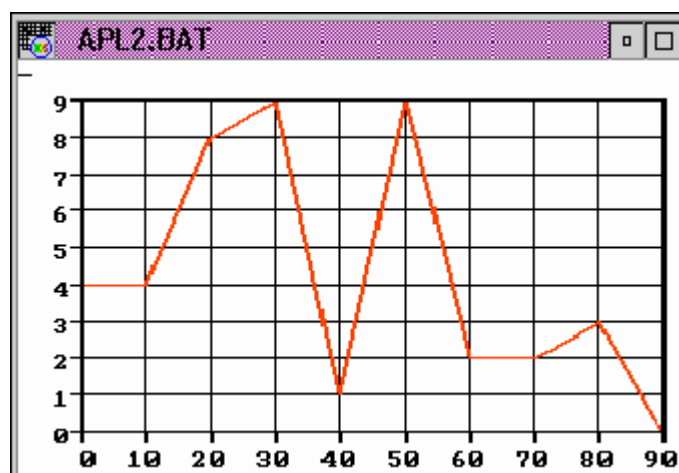


Figura 5: Paralelamente al envejecimiento de los premios Nobel, ha disminuido progresivamente el número de los galardonados jóvenes (menores de 40 años). De un máximo de nueve en los años treinta y cincuenta, se ha pasado a cero durante los años noventa.

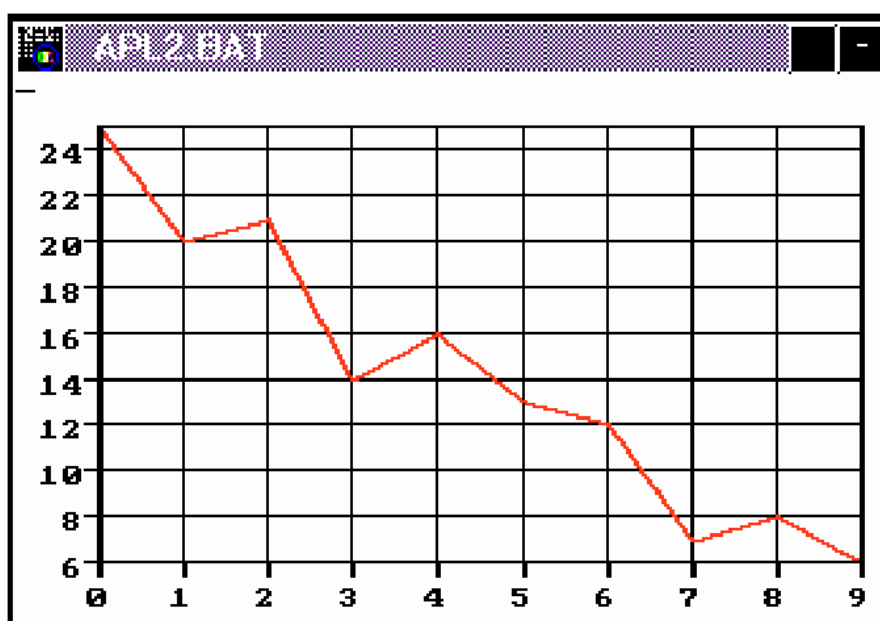


Figura 6: El número de premios Nobel concedidos individualmente ha ido disminuyendo progresivamente a lo largo del siglo XX, lo que parece indicar que los "genios" científicos van siendo sustituidos progresivamente por el trabajo en equipo.

Manuel Alfonso
manuel.alfonseca@uam.es