

Mitos de la ciencia

1. A VUELTAS CON LA HISTORIA

Como reacción frente a la obra de algunos filósofos analíticos —para quienes lo que parecía importar más era la descripción de una posible estructura lógica interna de las teorías científicas enfocadas como sistemas clausurados, atemporales— se han ido elaborando ensayos de carácter histórico-epistemológico, más interpretativos que comprensivos —aunque ciertamente se mantienen en el plano especulativo—, con el objetivo de tener presente en el trabajo científico otros factores además de los estrictamente lógicos —así los pragmáticos o los que intervienen en el posible descubrimiento—. Las historias epistemológicas de las ciencias se orientan, básicamente, a la física, como si esta disciplina fuera la única científica y se encontrara ya acabada para inventario y reparto de bienes. Hay que reconocer que respecto a la física denominada «moderna» esta posición es consecuente, aunque no respecto a la física contemporánea ni a la actual, en la que, sin embargo, habría que reconocer la existencia entre los físicos, al igual que entre los cultivadores de otras disciplinas —así los matemáticos—, de un relativo desconcierto por el futuro de su disciplina.

A esta reacción se superpone otra corriente de pensamiento, que no procede sólo de la anterior: la que se opone al concepto de evolución progresiva de las ciencias, al concepto de evolución «lineal», de un tiempo-recta único, con su secuela de paulatino desarrollo de una humanidad hacia un fin que la trascienda, bien hacia una humanidad más humana, bien hacia otras humanidades atemporales. No se admiten evoluciones progresivas, sino saltos epistemológicos, dialécticos, que conducen a que en cada momento se tenga una ciencia distinta cuya validez aparece condicionada por unos marcos determinados. Ciencias distintas —aunque lleven

el mismo nombre— que pueden mostrarse coexistentes, presentando sin embargo tiempos de validez distintos. En el interior de alguna ciencia, el cuadro utópico evolucionista progresivo saltó explícitamente en los terrenos del hacer matemático a fines del siglo pasado; se hizo al menos cuestionable en los terrenos de la física en el primer tercio de este siglo; se ha hecho tópico en algunas materias como la medicina con la división de medicina preclínica y clínica según el uso y abuso de la química y de las técnicas hospitalarias... Y como en estos campos, se difundió incluso a pensadores pertenecientes a medios como los neopositivistas, aunque de manera implícita, tras su intento de una Enciclopedia del saber unificado que entrañaba, como salto dialéctico interno, la dispersión de tal intento unificador.

El acudir a un hacer histórico -epistemológico no es un acudir amorfo; se pretende ese hacer, esa vuelta atrás pero desde el marco actual, con una finalidad de instrumento decisorio respecto a unas previas concepciones de la metodología o contrametodología científica. Se trabaja, básicamente, en dos puntos, calificables de interno y externo a cada disciplina según los planos en que se mueven quienes hacen llamada a la historia:

a) Unos, quizá los que cabe considerar como puramente científicos —al estilo de Dieudonné, de Weil en el contexto del hacer matemático—, como búsqueda y ayuda para superar, a través de los orígenes, enlaces, analogías, motivaciones de cada tema de investigación y de sus fuentes originarias, la actual desorientación o cierre en el interior de su trabajo;

b) Otros, más ligados a un terreno epistemológico -especulativo, lindantes con la filosofía de la ciencia, una justificación de la validez de la concepción en la existencia de unos nuevos marcos desde los cuales no caben evoluciones progresivas sino saltos o rupturas epistemológicas, cambios de paradigmas...; una justificación de que, en cada momento, se encuentra una metodología propia para cada disciplina, cuya validez venga determinada por unos marcos determinados.

Puntos que, por supuesto, no son inconciliables entre sí, al menos para los que desde el primer enfoque buscan la creación de una «nueva» disciplina y creen encontrar su ayuda en los estudios de la epistemología, de la historia o de la filosofía de su disciplina. Unión de ambos enfoques en algunos trabajadores, en la cual se pretende no ya una mera descripción de lo existente, sino la bús-

queda de nuevas concepciones, de nuevas «ideas» para su campo de trabajo.

En cualquier caso, esta segunda reacción entraña, además de un cierto relativismo, la eliminación del concepto «ciencia» con un lenguaje único y válido para todo tiempo y lugar. Idea de unidad lingüística profunda que constituye uno de los mitos a desterrar en la ideología existente. Idea reemplazada por la que igualmente se quiere válida para todo tiempo y lugar: existencia de distintas ciencias, con sus lenguajes propios, sus tiempos propios, sus contradicciones internas propias...

La reacción últimamente señalada ha procedido, fundamentalmente, de los propios investigadores, matemáticos, físicos. Es un proceso normal. Se puede retomar la historia para comprobación de esta aseveración. Así, puedo indicar que es en Descartes —y no en Bachelard o en cualquier otro epistemólogo de este siglo— en quien, en sus *Regulae*, ví por primera vez la formulación del postulado que sostiene la existencia de rupturas epistemológicas y el claro convencimiento de que él había provocado dicha ruptura en el hacer matemático. Descartes señala que su *mathesis universalis*, su geometría analítica, es disciplina distinta por completo y en todas sus facetas a las Aritméticas medievales, a la geometría euclídea, a la música, a la óptica, a la estereometría...; de ahí, incluso, la búsqueda de otro nombre que no llegaría a cuajar. La geometría euclídea, la geometría analítica, como «ciencias» distintas entre sí, distintas a su vez a la aritmética, y abocada la primera a un tiempo ya pasado, clausurada, mientras que la segunda lo hace a un tiempo futuro, abierta. Lo que Descartes hace —al igual que Fermat, Pascal, Desargues, Roberval...— es *otra* matemática. Una matemática «moderna». Y es con este adjetivo con el que Huyghens la calificará al recomendar a Leibniz el estudio de la misma, el estudio de los trabajos de Pascal, considerado como el gran matemático «moderno», creador de una nueva disciplina matemática, el cálculo integral, incluso más moderna que la cartesiana. Se podrían seguir mencionando autores como Galois, como Cantor, por ejemplo, al exponer, en 1830, en 1875, con toda nitidez, que su hacer suponía un nuevo modo de construcción, una ruptura con el hacer matemático oficial, con la matemática hasta entonces, hasta ellos, existente. Pero estas declaraciones, radicalmente explícitas en los casos que he mencionado; sólo se ha querido que adquieran su valor desde la perspectiva actual, desde el marco en el que actualmente nos encontramos y después

de que hayan sido proclamadas por algún epistemólogo del siglo xx.

De modo análogo Galileo titulará su último tratado *Diálogos y demostraciones matemáticas en torno a dos nuevas ciencias relativas a los movimientos de traslación*, más brevemente conocido por los *Discorsi*, o *Consideraciones en torno a dos nuevas ciencias*. Su marco constituía una modificación no solamente cuantitativa, sino cualitativa del existente. Era una ruptura epistemológica, consciente el autor de la misma. Marco modificado, en cuanto a visión de la naturaleza, nuevamente, entre los físicos en el primer tercio de este siglo, con el dilema planteado por la mecánica cuántica, la elaboración de modelos adecuados para el trabajo investigador y la inoperancia del lenguaje científico utilizado hasta entonces, sosteniéndose la afirmación de que los marcos cinético-corpúsculares o laplacianos de la física clásica tenían que ser desbordados, reemplazados por otros, con sus modelos correspondientes, no figurales o pictóricos. Y ello con polémicas respecto a términos como «determinismo», como «realidad», como «realidad percibida», si es que se percibe alguna... Polémicas mantenidas posteriormente en planos más metodológicos y epistemológicos por físicos como Feyerabend, Bohm, Kuhm... Físicos que, en el terreno filosófico, han tenido como fuente de partida no sólo su trabajo interno —pronto abandonado— y la interpretación de la historia propia de la física, sino la obra de filósofos como Popper. Físicos heterodoxos, como Hanson calificara a Bohm, también son calificados de heterodoxos por los propios físicos, o más que heterodoxos, como «filósofos», con la carga de desprestigio que el término tiene entre quienes se pretenden alejados de cualquier tipo de especulación.

Hay que observar aquí un hecho. Los términos «ciencia», «científico», se han venido utilizando desde hace largo tiempo —quizá desde Hume—, y por contrapartida al término «metafísico», con una connotación especial: la que pretende envolver un determinado trabajo bajo etiquetas de valoración socio-intelectuales —que no son únicamente de prestigio individual sino que comportan a veces pingües beneficios económicos—, etiquetas de seriedad, de rigor, de objetividad racional, de adecuación a la marcha «verdadera» de la historia de los acontecimientos... Se les ha conferido una pretendida connotación de privilegio, con su correspondiente halo de mito. Cualquier trabajo que desee pasar por algo importante, bajo la categoría socio-intelectual, debe llevar la etiqueta

de «científico», bajo pena de caer en el estigma de «metafísico» o «filosófico» o «burgués»,...

Ya cuando Kant discutía la posibilidad de la metafísica señalaba que la misma no había entrado aún por el «seguro camino de la ciencia» y que si la misma era posible, lo sería únicamente por dicha entrada. Aunque todavía Kant no consideró que la metafísica debiera seguir el modelo físico o el matemático, ni siquiera que tales modelos debieran considerarse como superiores —sentido metafórico— al primero. Incluso la asimilación de tales modelos la rechaza, de manera explícita, terminante: «Nada hay más pernicioso para la filosofía que el modelo geométrico», y recíprocamente. Afirmación que supone la no existencia de una ciencia única, modélica, y que ha sido ignorada e incluso invertida.

Sin embargo, aún hoy, cuando se publica un texto, pongamos por caso, de lingüística generativo-transformacional, puramente descriptivo por otra parte, se agrega la frase kantiana —en interpretación errónea, por la inversión antes señalada— para avalar tal ensayo como científico, dado que la lingüística ha logrado penetrar en estos años por el seguro camino de la ciencia al convertirse en lingüística algebraica o matemática, en la cual no hay, aparentemente, gritería de beocios. Análogamente se quiere que la Economía, la Sociología, lograron penetrar por el seguro camino de la ciencia durante el siglo XIX, mientras que en el actual se admite que lo han hecho la Psicología, la Política..., casi todas las «ciencias» sociales y humanas. Consecuencias del prestigio atribuido al término «ciencia» como contrapuesto al elemento de subjetividad existente en la especulación. Prestigio avalado posteriormente por hechos —en contextos muy delimitados cuyas fronteras se trasvasan sin el mínimo cuidado— pretendidamente científicos, aunque en ocasiones, las más, pertenezcan a la técnica. Y si bien las ciencias y la técnica muestran influencias recíprocas, decisivas, no son equivalentes, no son intercambiables, por moverse en planos mutuamente disjuntos entre sí, por decirlo en vocabulario ahora infantil.

Y es frente a esta connotación de «prestigio», de valor socio-intelectual, contra la que también se ha producido una cierta reacción, convergente con las ya apuntadas y dirigida contra los rasgos más racionales del «seguro camino». Reacción que apunta al hecho de que el conocimiento no sólo procede por vía racional, científica, sino que hay conocimientos no racionales —lo cual no implica que se identifiquen con los religiosos— o que al menos no pueden integrarse en cuerpos doctrinales científicos salvo variar el

significado tradicional de «ciencia» aunque puedan, en un futuro, integrarse, adjetivarse como tal, admitiendo igualmente que de alguna de las actuales disciplinas pueda desaparecer el mismo adjetivo.

Algunas tesis actuales respecto a las ciencias

La suma de reacciones señaladas conduce a la formulación de una serie de tesis, con sus matizaciones y precisiones correspondientes según quiénes las sostegan y, por otro lado, no compartidas unánimemente, entre aquéllos que especulan acerca de las ciencias y, en algún infrecuente caso, entre los que también las practican. Tesis como las siguientes, aunque esta enumeración no se pretende exhaustiva:

— no hay una ciencia única, sino ciencias tanto estructural, como metodológica, como históricamente diversas;

— no hay progresivo desarrollo evolutivo en las ciencias, sino mutaciones y saltos, rupturas permanentes que pueden conducir a hablar de la aparición de «otra» disciplina;

— no hay una «verdad» científica, racional, que haya que descubrir y que permanezca en un mundo eidético de formas puras, sino construcciones conceptuales;

— no hay un método y un lenguaje únicos, de rigor científico universal, alcanzado de una vez para siempre;

— quien hace cada ciencia, el científico, es un trabajador más, en su marco, y depende de éste en cuanto a ideas, métodos, técnicas, lenguaje, ideas preconcebidas, ideologías...

Tesis que encuentran, apelando a la historia de cada una de las materias o disciplinas científicas, su total y rotunda confirmación (como quizá antes, o ahora desde otro marco, en el manejo recursivo de la historia de cada una de esas disciplinas se encontraba la confirmación de las tesis opuestas).

2. CRITERIOS PARA ALCANZAR EL SEGURO CAMINO DE LA CIENCIA

Convendría precisar, antes de tratar alguno de los mitos que se asocian con el prestigio de la ciencia, de lo científico, y que por reacción provocan la aparición de tesis contrapuestas como las anteriores, cuáles eran en principio los criterios kantianos para

considerar una disciplina como científica; simultáneamente, se indica la extrapolación de prestigio dada a los términos kantianos.

El «seguro camino de la ciencia» se emprendió cuando se produjo el hecho revolucionario de comprender, de explicitar lo que de modo implícito se estaba haciendo: que no cabe la observación sin hipótesis previa, que sólo cabe observar y obtener lo que se quiere observar. Cuando

se comprendió que la razón sólo descubre lo que ella ha producido según sus propios planes; que debe marchar por delante con los principios de sus juicios determinados según leyes constantes, y obligar a la naturaleza a que responda a lo que la propone, en vez de ser ésta última quien la dirija y maneje. (...) La razón se presenta ante la naturaleza, por decirlo así, llevando en una mano sus principios (que son los solos que pueden convertir en leyes a fenómenos entre sí acordes), y en la otra, las experiencias que por esos principios ha establecido (*Crit. razón pura*, Prólogo 1787. Ed. Lozada, 130).

Palabras que han sido aceptadas como postulado indiscutible incluso en terrenos como el político. Si Lenin señalaba la necesidad de la teoría para la práctica, su comentador Stalin daría como precepto el de crear las condiciones objetivas y no dejarse llevar por la ilusión de que se crearán solas. Creación de condiciones «objetivas» y adecuadas que podrán ir, incluso, contra el sentir y pensar de la mayoría, a la que en un momento determinado debe reconducirse, reeducarse de acuerdo con las ideas previas que han de conducir a la modificación de las condiciones naturales que se dan en un lugar determinado para obtener las condiciones objetivas.

En otros términos, conocemos de la naturaleza —material o social— lo que sacamos por medio de nuestras preguntas y acciones por las que obligamos a la naturaleza a responder; para ello, los previos principios racionales han de determinar cuáles han de ser las condiciones «objetivas» que deseamos encontrar. Es la base para toda disciplina «natural», como la física atómica o la biología molecular...

Ahora bien, si no se observa sino lo que un haz de suposiciones previas condiciona que se observe, se introducen en la querida objetividad de lo científico unos factores de relativismo que obligarán a establecer criterios que permitan asegurar que aquello que

se ha querido observar y se ha observado ha penetrado o no en el seguro camino de la ciencia. Y, por lo pronto, se penetra en este camino cuando se esquivan determinadas preguntas. Así la Geometría penetró en el seguro de la ciencia cuando se evitó la pregunta ¿qué es la Geometría? Los números imaginarios se integraron en el cálculo cuando se esquivó la pregunta ¿qué es un número imaginario?, sustituida por el cómo manejar tales magnitudes. Las ciencias de la vida penetran en el seguro camino de la ciencia cuando se evita la pregunta ¿qué es la vida?; eliminación de pregunta que supone, a la vez, un acuerdo entre los biólogos para limitarse a estudiar aquellas propiedades que antes podían describir y ahora pueden observar y experimentar, convirtiendo la descripción en acción. La física penetró por el seguro camino de la ciencia cuando, siendo la más completa disciplina que versaba acerca de la naturaleza, olvidó preguntar ¿qué es la naturaleza?

En otras palabras, una disciplina penetra en el seguro camino de la ciencia cuando se procuran evitar preguntas en las que difícilmente habría un acuerdo, aceptándose aquellas en las que ese acuerdo es posible, lo cual facilita el que se alcance un trabajo común, aceptándose métodos y conceptos que pueden reproducirse en parecidas circunstancias.

Criterio de acuerdo común, de ausencia de diafonía doxón, es uno de los que postula Kant para decidir si una disciplina ha entrado o no en el seguro camino de la ciencia. Y es el éxito de ese criterio el que ha conducido a admitir la revolución copernicana del cambio de método en la matemática, en la física; el estar de acuerdo en que ha de observarse lo que previamente se desea observar gracias a los principios de la razón, que es la que ha de marcar, crear el experimento y las condiciones en que el mismo ha de ser fabricado.

Hay un segundo criterio: que una disciplina, para ser científica, quede lograda en su totalidad, sin que nada pueda agregársele salvo factores de ordenación, de exposición, de desarrollo de algunas consecuencias, factores de carácter no esencial sino más bien estético. Así, la lógica aristotélica; así, de manera implícita, la geometría euclídea, la física newtoniana. Aseveración de clausura, de cierre, como nota caracterizadora de cada una de las disciplinas que quieren calificarse de científicas.

Y es desde estos dos criterios desde los que Kant se eleva ante la posibilidad de la metafísica. Sus objetivos son, por ello, dos: buscar lo que en esta materia pone la razón, y ello para lograr

el acuerdo en todos los que se dediquen a esta disciplina, por un lado; por otro, lograr el cierre, culminar su obra no para dejar la misma como reflejo de Kant en cuanto individuo, sino culminación de obra completa, independiente a su creador, clausurada la metafísica en sí, al estilo de las restantes ciencias, de tal manera que sólo admita en el futuro otras ordenaciones, otro tipo de exposición, alguna otra proposición que se agregue incorporada como un elemento más. Por este acuerdo unánime, por esta capacidad de cierre, no habrá diafonía doxón, griterío de beocios en cada una de las ciencias, por lo cual se puede predicar de ellas, como notas, las de objetividad, rigor racional.

A pesar de lo cual, e insisto, el seguro camino de la ciencia se muestra distinto para cada una de las disciplinas —salvo en el hecho «revolucionario» común de estar determinadas no por el objeto, sino por el sujeto—, que han surgido en épocas distintas y no han de mostrar interferencias, injerencias entre sí, salvo por analogías o instrumentalización lingüística o técnica —como la lógica, enfocada como propedéutica para todo el razonar, como la matemática como instrumento lingüístico para las restantes ciencias—.

De esta forma el seguro camino de la ciencia estriba en el consenso común y en la admisión del papel de la razón para la conceptualización y, con ella, para la observación y experimentación. Además, surge cuando se da preferencia a las preguntas acerca del cómo y por qué —siempre que a ésta última se la suprime el carácter teleológico— y no a las preguntas acerca del qué y de la causa.

El prestigio aportado a la «objetividad» de la ciencia se apoya en la formulación y aceptación de criterios como los anteriores, a los que se agrega un tercero involucrado, realmente, por ellos: la capacidad predictiva de la ciencia. Capacidad que permite no sólo la comprensión y conocimiento de la naturaleza, sino la transformación de dicha naturaleza mediante la creación de la técnica adecuada, que asegurará la «certeza» del conocimiento científico. Capacidad predictiva, de carácter más tecnológico que propiamente científico, posee un claro matiz positivista, y constituye la componente quizá más decisiva en cuanto al mito del cientificismo racional operativo, frente al factor de conocimiento en sí de lo racional especulativo.

Ahora bien, los dos factores caracterizadores de lo científico no poseen, en el fondo, ninguna nota de objetividad y universalidad que serían deseables para la función que se les encomienda. Así,

la de consenso común, resulta no ser tan común —¿dónde y cómo dar unos límites de lo que es común?—, ya que sólo lo es de quienes se dedican al cultivo de cada una de las parcelas, inventario que, por otro lado, queda sin hacer; e incluso el mismo consenso desaparece en cuanto se pretende la descripción de aquello que se hace —y basta mencionar las polémicas entre «ratones», como la calificara Einstein, entre las distintas escuelas de fundamentación de la matemática en los primeros años de este siglo; polémicas entre ratones que envolvieron a los físicos, entre ellos al propio Einstein, pocos años después—. La de cierre de una materia, que cabe aceptar como válido para disciplinas como las mencionadas por Kant, lógica aristotélica, geometría euclídea, física newtoniana..., pero no para las que se provocan por la ruptura epistemológica que se produce contra las mismas, precisamente por tal cierre.

No constituyen criterios que justifiquen la validez de esas connotaciones de prestigio casi mítico apostadas a los términos mencionados. Criterios que suelen basarse y buscarse en los terrenos de las aplicaciones prácticas, de carácter técnico, realmente, como ya he señalado.

3. OBSERVACIÓN - EXPERIMENTACIÓN - IDEA PREVIA

Desearía, desde la posición que las palabras anteriores creo que revelan implícita pero claramente, tratar algún punto en torno a los mitos que los valores socio-intelectuales han creado en torno al término «ciencia», al «seguro camino de la ciencia» para seguir la formulación y los ejemplos kantianos. Puntos esquemáticamente tratados, elegidos de entre los lugares comunes, los más conocidos, de lo que viene calificándose filosofía de la ciencia en su versión descriptiva, para señalar a la vez su complejidad o ausencia de respuestas canónicas o dogmáticas al estilo del *calculus* de Leibniz. Y con ello, simultáneamente, se indica que tal filosofía de la ciencia en su versión descriptiva no ha logrado superar la *diafonía doxón*, no ha penetrado en el seguro camino de la ciencia según uno de los criterios que ella misma impone. *Diafonía doxón* que se manifiesta, a su vez, en el estilo en que se componen los ensayos en este terreno, de permanente crítica a las opiniones de otros autores, del mismo grupo, no de exposición de un contenido ya mínimamente objetivado.

Y lo primero que se me presenta es la convicción de que la

Matemática penetró por el seguro camino de la ciencia —con el consenso o acuerdo común de quienes trabajaban en ella— en la Grecia del siglo VI, con Tales o Pitágoras; la lógica, también en Grecia, con Aristóteles; la física como ciencia de la naturaleza, como teoría del mundo perceptible y experimentable —y que incluye a la química como una de sus ramas, fundamentalmente la química anterior a Lavoisier— tras los trabajos de Galileo, de Torricelli, que culminan y dan forma al trabajo de los físicos-filósofos del s. XVI, en el mundo occidental, en la Europa italo-francesa principalmente. Antes de esos momentos cristalizadores, según esta convicción, no había habido matemática, lógica, física, química; después, sólo por el influjo de su creación y desarrollo en la Europa occidental.

Y estas materias penetran por el seguro camino de la ciencia con el arma de la razón discursiva, lo cual supone la admisión de un dualismo radical: la existencia del sujeto frente a la naturaleza, frente al mundo que se ve como algo anterior al sujeto, incondicionalmente objetivo y predeterminado en sus causas. Pero ya el sujeto no contempla la naturaleza clasificándola —Aristóteles— o describiéndola matemáticamente —Copérnico, Kepler—. El factor revolucionario de la «nueva ciencia» consiste en que el sujeto es activo y transforma dicha naturaleza y, por consiguiente, su relación con la misma; y ello porque si se busca lo que se intuye o conoce, entonces el papel del sujeto es factor fundamental. El sujeto deja de ser meramente espectador, clasificador o descriptivo, deja de ser el mero escribano que da constancia de lo que ve o de lo que indaga sobre las «causas reales» en las que él no puede actuar ni modificar porque se considera también como reflejo de algo que lo trasciende aunque su razón le permita indagar la causa. El auténtico factor revolucionario se encuentra en el hecho de convertir al sujeto contemplativo en sujeto activo, manejando la razón como instrumento práctico y, con ella, la observación y experimentación en el marco previo que les determina dicha razón, pero observación y experimento elevados a rasgo característico y esencial.

Ahora bien, estos rasgos constitutivos del hacer científico son los que conducen, y en un salto epistemológico posterior, a una inversión total: llevan a la convicción de que el sujeto individual no existe, porque tales rasgos permiten que lo realizado por uno pueda ser realizado, tras el consenso común, por los demás sujetos, y ello porque lo que se obtiene en una observación, en un experimento, no es la cosa en sí, sino el concepto; lo que se ob-

tiene es conocimiento racional, intelectual, trascendido el fenómeno particular de la experiencia, a la vez que la posibilidad de dicha reiteración se acepta en base a una hipótesis, en general implícita: la que acepta la uniformidad de la naturaleza.

Desaparición de sujeto individual en beneficio de sujeto colectivo por el deseo de total objetividad del conocimiento logrado a partir de lo que esas notas proporcionan mediante el trabajo común, reproducible en todo tiempo y lugar. De esta forma, «la ciencia» se siente objetiva, independiente del observador y experimentador y, como consecuencia, de toda idea preconcebida que el científico, como individuo, pueda tener una vez que el mismo haya logrado dominar el contexto científico en el que aplicar los rasgos de lo que se quiere científico, dominio que implica su desaparición como objeto individual, sumergido en el «cuerpo» de los científicos.

Simultáneamente, este bipolarismo «sujeto (individual o colectivo)-naturaleza» da paso a un mito que condicionarará de modo total la ideología respecto a «la ciencia». Es la ideología de la racionalidad, ideología mítica que consiste en creer que los fenómenos de la naturaleza pueden controlarse y reproducirse por medio de técnicas racionales por modo exclusivo. Mito de la racionalidad que tratará de impedir, a toda costa, el factor de subjetivismo incluso en propia creación conceptualizadora y que conducirá a que científicos como Newton, modelo de racionalidad —a pesar de sus estériles polémicas con Leibniz—, deba ocultar que su auténtica pasión se centraba no en esa racionalidad científica sino en lo que desde ésta se muestra irracional, el ocultismo; o que la «comunidad» como corporación se oponga a aquellos elementos no suficientemente «racionales» de los que he hecho mención en la tercera corriente de reacción frente a los formalismos verbalizadores. Mito de racionalidad —no racionalmente construido— que constituye, realmente, el gran triunfo del método científico inaugurado por la «ciencia nueva» más que cualquier plasmación particular suya.

Además del citado mito de racionalidad los párrafos anteriores encierran otros. Fundamentalmente, el de las notas o rasgos caracterizadores de «la ciencia»: Observación - Experimentación - Objetividad, y que se han llegado a condensar en una afirmación como «el método científico consiste en la observación y la experimentación sin idea previa». En otros términos, se tienen los mitos que pretenden que se observa y experimenta sin idea previa, surgiendo la teoría únicamente después de la observación y el

experimento, como generalización inductiva de los mismos, sin que el sujeto individual intervenga para nada en aquello que observa y experimenta, limitado a la extrapolación universalizadora y a la exposición o sistematización lingüística —de carácter accidental, estético o transmisor—; teoría o sistema que, por otro lado, dada la ausencia de sujeto, refleja la realidad, la naturaleza como independiente de quien observa, en un mundo eidético conceptual y por ello mismo, objetivo.

Las reacciones que he señalado en el primer punto tienen como consecuencia la de invertir las convicciones anteriores, que se muestran inadecuadas para el marco actual. Es lo que voy a tratar de mostrar en lo que sigue.

Galileo: el plano inclinado

Y, para ello, cabe recurrir a la historia, en un giro equivalente al realizado por la «ciencia nueva» de los siglos XVI y XVII y elevado a categoría científica por Kant. Apoyo histórico recursivo que supone no una descripción sino una interpretación, incorporada a un marco conceptual determinado. Nada más adecuado que acudir a uno de los temas mencionados por Kant; nada más adecuado que recurrir al experimento del plano inclinado de Galileo, pero a partir de las propias formulaciones galileanas, que se consideran modelo de exposición de lo que debe entenderse por «método de la ciencia». Precisamente este carácter modélico hace que tales formulaciones y experimento sean lugar común en las exposiciones en torno a la, a las ciencias, con su secuela de diferentes interpretaciones. En lugar de este modelo quizá cupiera mencionar, en plano de igualdad, el experimento pascaliano del vacío, o la circulación sanguínea en los ensayos de Harvey, o la previa idea de la revolución copernicana...

En la Tercera Jornada de su *Consideraciones en torno a dos nuevas ciencias*, 1638 —año siguiente al de la publicación de *La Geometría* de Descartes—, Galileo proclama el método a seguir para instituir una ciencia «nueva» sobre un tema muy antiguo, ya que quizá nada existe más antiguo en la naturaleza y en las discusiones acerca de la misma que el movimiento. Movimiento existente en la naturaleza, con independencia de quien observe y experimente o de quien hable o especule acerca de él; movimiento como objeto independiente de cualquier sujeto.

Galileo, tras delimitar el objeto a estudiar expone, por boca de

Salviati, discípulo de un cierto autor académico y lector de los textos del mismo:

No me parece ocasión oportuna para entrar, al presente, en investigaciones sobre la causa de la aceleración del movimiento natural (uniforme), en torno a la cual han sido diversas las opiniones emitidas por los filósofos, reduciéndola algunos a la atracción hacia el centro (de la tierra), otros a que van quedando sucesivamente menos partes del medio que ha de ser hendido, otros a cierta impulsión de parte del medio ambiente, el que al volver a reunirse por detrás del móvil, lo va oprimiendo y empujando continuamente. Sería interesante, aunque de poca utilidad, ir examinando y resolviendo todas estas fantasías y otras más. Por ahora, a nuestro autor le basta con que comprendamos que él quiere investigar y demostrar algunas propiedades de un movimiento acelerado (cualquiera que sea la causa de su aceleración), tal, que los aumentos de su velocidad vayan acrecentándose, después de su partida del reposo, en la misma simplicísima proporción en que crece la continuación del tiempo, que es lo mismo que decir que en tiempos iguales se lleven a cabo iguales aditamentos de velocidad; y si nos encontramos con que las propiedades que serán demostradas después, se verifican en el movimiento de los graves naturalmente descendentes y acelerados, podemos juzgar que la definición adoptada comprende un tal movimiento de los graves, y que es verdad que su respectiva aceleración va creciendo según crece el tiempo y la duración del movimiento (p. 213 de Ed. Losada)*.

Se tiene, así, que: Se elimina el por qué teleológico en beneficio del cómo, calificándose la búsqueda de causas como fantasías filosóficas; historia de estas búsquedas que no interesan para la investigación científica auténtica, que cobra de esta manera un carácter de total objetividad e independencia respecto a las opiniones individuales; se autolimita el propio objeto, ya delimitado respecto al total de la naturaleza, a sólo un aspecto, el movimiento acelerado, es decir, se acota una materia conceptual concreta, separándola del resto y se buscan, de ella, sus propiedades, sus

* Las citas de Galileo siguen las de la traducción de José San Román Villante, anotada por Teófilo Isnardi, en Editorial Losada, B. A., 1945.

manifestaciones, pero desde un plano teórico previo, que nos dice qué es lo que se va a buscar y comprobar.

No es el objeto, el fenómeno de estudio lo que importa por modo exclusivo o principal, sino el cómo estudiarlo. Lo importante es que se crea una nueva metodología que abarca tres fases: en primer lugar, se va a dar una definición y unos axiomas acerca de ese aspecto acotado del fenómeno a estudiar, tomando una y otra como suposiciones, como hipótesis o principios fundamentales del mismo; a partir del haz de suposiciones, más o menos coherentemente estructurado, se demuestran matemáticamente todas las consecuencias posibles, y, en tercer lugar, se busca la comprobación experimental, contrastados los cálculos teóricos con los observacionales, se aceptan las suposiciones, las hipótesis que han determinado el contexto investigador científico, elevadas, ahora, ya definitivamente, a principios fundamentales. Supuestos o principios que no son experimentales directamente, sino sus consecuencias. Pero, comprobadas, los mismos quedan admitidos como una representación válida, para todo tiempo y lugar, del fenómeno considerado, fenómeno captado en su auténtica realidad. Por tal captación intelectual dicho estudio queda convertido en objetivo, reflejo de la verdadera naturaleza que el sujeto ha logrado reproducir conceptualmente.

Constituyen las palabras anteriores una versión esquematizada del principio metodológico calificado como fundamental del método hipotético-deductivo de la ciencia natural, experimental. Es la clave de la ciencia «nueva», de las ciencias naturales modernas.

El método queda como válido para ser aplicado al estudio de otros fenómenos, cualesquiera. Cabe el consenso común respecto al mismo. A pesar de que dicho consenso no se obtiene, en sus primeros momentos. Así, Descartes lo rechaza, afirma en carta Mersenne de 1647:

Todo lo que se dice sobre la velocidad de los cuerpos que descienden en el vacío, etc., está edificado sin fundamento, porque hubiera debido previamente determinar qué es la pesantéz... (*Oeuvres* II, 379).

Descartes mantiene la búsqueda de causas, mantiene la pregunta de qué es la pesantéz como primaria, pregunta perteneciente a la fantasía para Galileo, aunque la definición del fenómeno a estudiar ha de ser esencial en este método hipotético-deductivo, porque no basta una definición nominal para la captación del mis-

mo sino, en contexto platónico, tal definición supone la previa existencia del fenómeno que dicha definición describe esencialmente, y no como se llega a considerar en el hacer matemático actual, por ejemplo, en el que es la definición la creadora del objeto.

También Bacon mostrará sus reservas frente al método galileano, pero ahora en función del papel tan preponderante que en él juega el cálculo matemático, el aspecto demostrativo frente al puramente descriptivo-empírico que él propone, radicalmente antiplatónico. Dos gritos, dos oponentes, en dos extremos, racional-empírico. En medio, el método galileano logrará el acuerdo, el consenso de los restantes «científicos», aunque posteriormente se incline al aparentemente empírico puro en la línea de Bacon, cuando las ideas de la mecánica y dinámica se hayan hecho comunes y el investigador crea que experimenta sin idea preconcebida alguna, inmerso ya en el marco originado por dichas ideas.

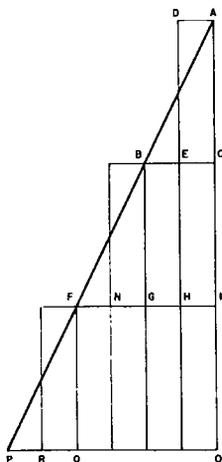
Galileo demuestra su Teorema II, la Proposición 2.^a, «Sobre el movimiento naturalmente acelerado» con sus dos corolarios y escolio. Importa destacar el orden. El Teorema II establece:

Si un móvil con movimiento uniformemente acelerado desciende desde el reposo, los espacios recorridos por él en tiempos cualesquiera, están entre sí como la razón al cuadrado de los mismos tiempos, es decir, como los cuadrados de esos tiempos.

El Escolio hace referencia, a su vez, a que lo mismo que se ha demostrado para las caídas verticales se cumple en los planos inclinados, y con cualquier ángulo de inclinación. Y ello porque en el enunciado del Teorema II, aunque no se indica nada respecto a la apoyatura del móvil, siendo un enunciado radicalmente general, se admite implícitamente que el descenso es vertical, sin apoyatura alguna. Admisión que se confirma en la demostración dada por Galileo.

No voy a dar aquí dicha demostración matemática. Es una demostración en el estilo que en otro lugar calificué de geométrico, puramente euclídeo; encierra sus pasos de particularización, maquinaria, generalización. Maquinaria apoyada, esencialmente, en la figura geométrica que visualiza, particularizando, la proposición general. Pero Galileo no se limita a dar la demostración matemática, que parece hubiera bastado —para Descartes, sí—; también presenta un argumento que permita la mejor explicación y, con ella, apela al convencimiento, al asentimiento doble del interlocu-

tor. En ese argumento, Galileo insiste, «para que la entendamos con más claridad, voy a trazar una figura». Es decir, vuelve a la imagen geométrica visual, convertida en elemento esencial de todo el hacer demostrativo de Galileo, estableciendo un tipo de argumentación que se hará característico no ya de la matemática euclídea pura —en la cual la figura es parte sustancialmente integrante— sino de la «nueva ciencia», de la matemática aplicada a una materia determinada en que las figuras y las fórmulas sirven de enlace al lenguaje pretendidamente usual, explicativo, dirigido básicamente al enfoque pragmático de la ciencia, al asentimiento del lector.



La figura es la que adjunto. Trascendida de mera marca a representación directa de fenómeno físico, exige lectura especial: la línea AO indicará el tiempo, mientras que las líneas perpendiculares CB, IF, OP, representarán velocidades —CB la velocidad del móvil en el instante C, etc.— y las áreas de los triángulos representarán las cantidades de movimiento que son proporcionales a las distancias, por lo que esas áreas pasarán a representar directamente dichas distancias; áreas que, para mejor manejo, se convierten en los rectángulos de base AI y altura $1/2 BC$, etc. Se observa que las áreas de los triángulos ABC, AFI, APO... se encuentran en razón, 1, 4, 9, es decir, en los cuadrados de los tiempos AC, AI, AO..., mientras que los espacios recorridos en tiempos iguales por el móvil con movimiento acelerado están en la pro-

porción marcada por los números impares 1, 3, 5... —que es lo afirmado por el Corolario primero—.

Una vez establecidos los supuestos de partida y realizadas las demostraciones matemáticas —geométrico-euclídeas— de las consecuencias de esos supuestos, y dada una explicación que se quiere más clara y convincente —más «física» y menos formal, más orientada hacia el fenómeno y por tanto más concreta—, falta la tercera parte del método, la comprobación, la experimentación que muestre la corrección no ya del cálculo demostrativo matemático previamente realizado, sino de los supuestos de partida. Con absoluta nitidez Galileo observa:

y así se acostumbra y es conveniente hacer en las ciencias que aplican demostraciones matemáticas a los fenómenos naturales, como lo hacen los perspectivas, los astrónomos, los músicos y otros, quienes con experimentos sensibles confirman sus principios, que son los fundamentos de toda la siguiente estructura.

Para la justificación de los principios, de los fundamentos, el autor ha de crear un experimento sensible. Para ello elige un cabrio, un tablón de madera con unas medidas determinadas, en una de cuyas caras se ha excavado un canal, «muy derecho», bien pulido y liso, para lo cual se le reviste de pergamino «tan pulido y lustrado como fue posible». Por el canal se hace descender «una bola de bronce, durísima, bien redonda y pulida». Se levanta el tablón por un extremo a una altura cualquiera y se deja descender la bola, anotando el tiempo que emplea en el recorrido. Y Galileo precisa, «repitiendo el experimento muchas veces, para medir con toda exactitud el tiempo», agregando «en el cual jamás se encontraba una diferencia ni siquiera de la décima parte de una pulsación». La prueba se repite, pero ahora únicamente se hace bajar la bola la cuarta parte de la longitud del canal; el tiempo medido, la mitad del anterior. Y Galileo señala:

Y haciendo luego experimentos con otras partes, al cotejar después el tiempo de toda la longitud con el tiempo de la mitad, o de los dos tercios, o de los tres cuartos, o, en conclusión, con el tiempo de cualquier otra división, por medio de experiencias más de cien veces repetidas, nos encontrábamos siempre con que los espacios recorridos eran entre sí como los cuadrados de los tiempos, y esto en todas las inclinaciones

del plano, o sea, del canal por el cual se hacía descender la bola; ahí observamos también que los tiempos de las caídas por diversas inclinaciones mantienen perfectamente entre sí la proporción que les fue asignada y demostrada por el autor, según veremos más adelante.

Proposición asignada y demostrada que no es otra que el Teorema IV, en el cual se establece

Los tiempos de los descensos sobre planos de igual longitud, pero desigualmente inclinados, son entre sí como la raíz cuadrada de la razón inversa de las alturas de los mismos planos.

Proposición demostrada, al igual que los restantes teoremas, por el método geométrico euclídeo, apoyado en la figura geométrica y semejanza de triángulo que en la misma se forman. Demostración, por tanto, independiente, como todas las demás, a cualquier observación o experimento sensible. Estos últimos únicamente van a permitir justificar la certeza de los cálculos previos en cuanto al rigor demostrativo o a la formulación matemática; lo cual no quiere decir que tales experimentos materiales no puedan servir como ayuda para encontrar tanto una línea en la marcha demostrativa, como la propia proposición a demostrar, aunque en este caso carecería de valor si no puede encuadrarse en una teoría deductiva previa en que la misma se convierta en «demostrable». Es el método puramente heurístico que ya había puesto de manifiesto Arquímedes, una de las figuras modélicas para los matemáticos del siglo XVI y comienzos del XVII.

Una de las claves para el éxito del experimento del plano inclinado se centraba en la medida del tiempo de descenso. Como nota Galileo, la diferencia entre diversas medidas no llegaba en ocasiones a sobrepasar la décima parte de una pulsación. En búsqueda de mayor exactitud, de precisión en cuanto a esta medida, Galileo se apoya en la clepsidra, transformándola. El hilillo de agua que la misma derramaba durante el descenso de la bola, se pesaba en una «sensibilísima balanza», de modo que «las diferencias y las proporciones de sus pesos, nos daban las diferencias y las proporciones de los tiempos». Proporciones de peso más confiables que las pulsaciones individuales.

El método y el experimento requieren, en principio, algunos comentarios precisamente porque, como he indicado, han sido to-

mados como modelo del método científico experimental. Como tal modelo suelen destacarse en el experimento galileano tres puntos:

— El intento de obtener una medición exacta.

— La insistencia en la repetición del experimento que llega a realizarse más de cien veces en cada posición del plano.

— La reducción de los factores ajenos al experimento —como el rozamiento, la fricción— al mínimo.

Ahora bien, precisamente esos factores que se destacan como valores míticos de la objetividad metodológica científica reflejan, desde mi punto de vista, la ausencia de dicha objetividad, la no ausencia de idea preconcebida en la experimentación, el papel determinante del sujeto en lo que desea observar y experimentar y en la transformación que, con esa finalidad, provoca en el entorno suyo. Y ello porque el investigador acota arbitrariamente un fenómeno a estudiar, limitando su interés al mismo y no a «toda» la naturaleza, despreciando el posible influjo de otros factores sobre el acotado; y, dentro de este mismo fenómeno delimitado, se autolimita nuevamente a considerar sólo algunos aspectos, algunos factores del mismo, en función de lo que una idea previa ha determinado. Aunque ello no sea obstáculo para que se afirme que lo obtenido es algo universal, un conocimiento válido para todo tiempo y lugar, mediante la universalización de que lo que se ha hecho en cien ocasiones y posiciones es válido, como conclusión, para «todas» las ocasiones y posiciones.

No sólo factores secundarios, perfectamente perceptibles, observables —el color, por ejemplo, de cada objeto puesto en juego—, dejan de ser elementos observables y perceptibles, sino factores que pueden jugar su papel en el éxito o el fracaso del experimento. Así, los mencionados del rozamiento de la bola en el canal, la resistencia del aire; así, los procedentes de los errores de medida. Una décima de una pulsación es una afirmación que se muestra como gratuita totalmente si se tiene en cuenta el significado de «pulsación». En el fondo, no es más que una mera apreciación psicológica, lanzada para convencimiento del lector, para indicarle que lo que hace, realmente, no es un experimento total, sino una aproximación al mismo en el sentido de que, en condiciones ideales, utópicas, obtendría el resultado apetecido.

No se tienen en cuenta los tiempos de reacción necesarios para combinar el hecho de dejar caer la bola de bronce y abrir la espita

de la clepsidra, así como para cerrarla en el momento de su llegada. Tiempos de reacción que, en medidas de precisión, parecen tener su influencia. Dentro de la teoría de errores, tampoco se tienen en cuenta los producidos en el peso del agua recogida, por muy «sensibilísima» que fuera la balanza, además de que, con este paso, el experimento deja de hacerse directamente, teniendo que acudir a aquella parte de la física que trata de pesos y balanzas, con medición indirecta de una de las magnitudes centrales en el fenómeno considerado: el tiempo. Teoría de errores que permitiría afirmar que los mismos, sumados, pueden invalidar la perfección de las medidas tomadas frente al cálculo previamente realizado y que obligaría a considerar no ya esos datos de medición, sino sus medias, y ello con carácter de mera aproximación.

Teoría de errores que permite aseverar, por otro lado, la influencia que un desarrollo técnico determinado tiene sobre lo que en un cierto contexto puede llegar a considerarse como perteneciente o no a una materia científica dada, a la vez que permite observar cómo la necesidad de buscar una precisión en las medidas experimentales obliga a la creación de los aparatos más adecuados y, con ello, a una innovación y desarrollo técnicos. Así, aparatos de medida temporal, los relojes, se harán condición necesaria para Galileo y para quienes trabajan en este campo, como Huyghens, que construirá el reloj de péndulo basándose en los trabajos sobre la cicloide hechos por Pascal, cicloide que, según Galileo, es una de las curvas que más vemos en su desarrollo en nuestro entorno —naturalmente invito al lector a que la «vea».

Teoría de errores que permitiría asegurar que las medidas obtenidas no confirman o niegan las suposiciones de partida, sino que se toman éstas directamente, achacando la inevitable diferencia entre lo calculado y lo observado a la imperfección de los aparatos de medida, mientras que la pretensión de una medición exacta, y el propio concepto de ésta, viene dada, precisamente, porque el cálculo previo ha determinado cuál debe ser la aproximación adecuada, la exactitud de tal medida.

Además de intervenir factores como los anteriores, aparecen otros de tipo lingüístico. Galileo busca el asentimiento no sólo mediante explicaciones de carácter no puramente matemático o geométrico, sino en el propio experimento, en su preparación y descripción, hace uso de términos aptos para mover al asentimiento en cuanto a la perfección del mismo. Escribe: «sensibilísima balanza», «canal muy derecho», «bola de bronce durísima, bien redonda y pulida», «experiencias más de cien veces repetidas»...

Factores, todos, que revelan, desde una perspectiva que pretendo válida, la ausencia de un auténtico experimento objetivo, independiente de un haz de suposiciones previas más o menos estructurado, del contexto sistemático, técnico, ideológico, en el cual se enmarca y adquiere su plena validez. Contexto en el cual es el científico el creador de unas condiciones ideales para obtener lo que se desea obtener, idealizando en su acotación, en su delimitación del fenómeno a estudiar, dichas condiciones. Idealización que, en el caso galileano, se confirmaría con las palabras, de entre las que he citado, «en todas las inclinaciones del plano», con sus connotaciones, por un lado, de validez universal, que no puede asegurar un único experimento, por muchas veces que el mismo se repita —y se entraría en el problema de la inducción—; por otro, de imagen geométrica de plano matemático, a lo que ha de agregar de modo inmediato «o sea, del canal por el cual se hacía descender la bola», canal, para Galileo, desaparecido, convertido en plano, lenguaje geométrico idealización del tablón de madera realmente observable, perceptible visual y táctilmente. Y no sólo idealización en Galileo, sino convencimiento de que la observación de un fenómeno no es condición suficiente para la elaboración de una ley, de una teoría. Así, en la Jornada Primera, discutiendo la caída libre de dos cuerpos de distinto peso afirma, «Yo digo que llegan al mismo tiempo» para reconocer, en el acto, que «al hacer el experimento tú te encuentras con que la mayor se anticipa en dos dedos a la menor...». La observación, el experimento, indican que ambas *no* llegan a la vez, pero la teoría es la que decide; ya antes se ha señalado «Sin ninguna otra experiencia, con sólo una breve y concluyente demostración, podríamos claramente probar no ser verdad que un móvil más pesado se mueva con más velocidad que otro menos pesado...». En lugar de aceptar lo que observa y experimenta, Galileo prefiere ir contra los sentidos y aceptar que, aunque no lleguen al mismo tiempo, llegan al mismo tiempo.

El experimento, con ello, se convierte en un medio de afirmar, de justificar un sistema conceptual previo, una imagen de la naturaleza anteriormente adoptada; es una ejemplificación justificadora, realmente, de un cuadro conceptual previo. Modelo imaginativo que puede ir contra los sentidos, como de hecho lo hace, y como en el plano inclinado o en la caída libre se produce, en que se ve lo que no se ve y no ha de verse lo que se ve. Modelo observable de Galileo que se encuentra regido por magnitudes como el espacio, el tiempo, las cantidades de movimiento, las distan-

cias..., que se plasman en figuras geométricas y en proporciones numéricas que, a su vez, dejan de ser tales figuras geométricas para convertirse en la representación más adecuada de la naturaleza, trascendidas de su concreción representativa, sustitutivos de la imposible imagen de la aceleración, de la velocidad...

Pascal o el vacío y otros experimentos

Siguiendo el marco de la «ciencia nueva» cabría mencionar, junto al experimento material del plano inclinado, el realizado por Blas Pascal. Se liga, el matemático francés, como Galileo, a un tema ya clásico. Que al volcar un tubo lleno de líquido quedara en su extremo un espacio sin líquido era bien conocido, incluso utilizado por los hidráulicos que tenían en cuenta este tipo de fenómenos para sus construcciones materiales, su técnica. Sin embargo, la mera observación, incluso la utilización técnica de lo observado —y he aquí una nueva diferencia entre la técnica y la ciencia— no bastan para crear un experimento científico que pueda alcanzar un sentido. Ha de incorporarse a un haz de suposiciones, a una teoría. Pascal, oída la experiencia de Torricelli de 1644, pasa a repetirla «y en gran número», tanto la ideada en Italia como muchas otras que no tienen nada en común con la misma. Todas, sin embargo, con un objetivo central: convencer de la idea «el vacío no era algo imposible en la naturaleza». Y como Galileo, en el trabajo que considera decisivo, calcula previamente, y de modo matemático, lo que ha de obtenerse. Tras las pruebas con Petit en 1647 y la polémica con Noel donde precisa el método científico puramente experimental —polémica en la que ha de intervenir Étienne Pascal, padre de Blas—, y ello en octubre de ese año, piensa organizar la experiencia de Puy-de-Dôme en noviembre. Su cuñado Pèrier es el encargado de realizar la comprobación en el cono volcánico, lo que hace el sábado 19 de setiembre de 1648. Basta una subida. Y lo que se comprueba es que el mercurio desciende en el tubo en la proporción calculada según se asciende por el monte.

Ahora bien, como en el caso Galileo, Pascal corregirá los datos obtenidos para que el acuerdo con la teoría sea completo. Además, discutirá la fecha del experimento y su prioridad en carta de 12 de julio de 1651 a un jesuita. «Esta experiencia es de mi invención y, por tanto, puedo decir que el nuevo conocimiento que nos ha proporcionado es enteramente mío». Los datos se nos muestran actualmente como excesivamente exactos para las con-

diciones que en la época se tenían, aunque Pascal fuera un excelente técnico como demostró con las máquinas de calcular por él construidas así como con las creadas para las comprobaciones de los resultados contenidos en los *Tratados del equilibrio de los líquidos y del peso de la masa del aire* —y aquí volvería a intervenir el problema de los errores—.

No sólo se tiene el mismo cuadro que en el caso Galileo. Hay un punto más: la interpretación. Del mismo hecho, existencia de un espacio en blanco en la columna de vidrio, se dan tres, según los cuadros de quienes interpretaban. Descartes niega la existencia del vacío, aunque vea el mismo espacio hueco dejado por la columna de mercurio; el jesuita Noel también lo niega en función de su posición teológica. Quien afirma que ese espacio en blanco indica la existencia del vacío es Pascal, desde un plano conceptual estrictamente mecanicista. Interpretaciones de un mismo fenómeno provocado que conducen a la polémica entre Noel y Pascal, mientras que Descartes guarda prudente reserva y, manteniendo su idea de la continuidad mecánica, no da valor alguno al experimento, apoyándose en argumentos como los mencionados en la carta a Mersenne, por falta de previa precisión en el concepto del fenómeno a estudiar.

Sin embargo, una diferencia profunda separa a Galileo de Pascal. Diferencia que no se encuentra en el método, ni en la forma expositiva, más adecuada sin embargo la pascaliana a los tratados científicos por no contener la exposición al modo, al «estilo» de los clásicos, excesivamente geométrico. La diferencia se centra en que Galileo utiliza el plano inclinado como un elemento más para una «nueva» ciencia, para una ciencia global, que se encuentra clausurada desde su mismo nacimiento, mientras que Pascal contribuye a esa ciencia con un experimento individual, material, contribuye a consolidar el nuevo método científico y conceptual que dicha ciencia supone —ampliando, ciertamente, la misma—. Sin Galileo, la experiencia pascaliana individualizada habría quedado en una observación más, desde un marco conceptual nuevo ciertamente, pero sin integración posterior en el interior del trabajo científico, aunque la repercusión del ensayo existiera en cuanto a desbordar y superar los cuadros de pensamiento aristotélico - escolásticos, en uno de los temas centrales, precisamente, de la Física medieval.

Diferencia explicable quizá en el hecho de que Pascal exalta el experimento puro, en línea similar a la de Bacon; explicable quizá en el hecho de que el matemático francés se encuentre en

una línea más cercana a la aristotélica que el científico toscano, más ligado a una corriente platónica. Y aquí cabría mencionar si no un gran mito, sí una malformación interpretativa histórica, provocada por el empirismo ingenuo y convertida en lugar común de cualquier ensayo acerca de la ciencia: el ataque a Platón y al platonismo como anticientíficos por antiexperimentales puros. Inversión, precisamente, de los papeles de la observación y del haz de suposiciones teóricas previas en la formación de los conceptos científicos de un determinado nivel. Platonismo que busca como verdadera lectura del universo no lo que los sentidos indican sino la estructura subyacente o auténtica realidad, estructura que adopta la forma o el lenguaje matemático, aunque tal lectura vaya transformándose a medida que se va transformando la matemática correspondiente.

Dejo a un lado otro gran tema, uno de los motivadores principales, quizá, para la obra de Galileo: la idea copernicana de la revolución de la Tierra alrededor del Sol y la de la rotación en torno a su eje. Ideas también clásicas, admitidas por algunos matemáticos griegos, por matemáticos astrónomos hindúes como Aryabhata. Ideas en las que, en el contexto histórico en el que fueron lanzadas, eran simplemente especulaciones, hipótesis sin posible comprobación experimental. Esta es muy posterior, dado que la primera prueba experimental de la revolución orbital de la Tierra apoyada en la aberración de las estrellas es de James Bradley, y ya en 1727, año en que muere Newton, mientras que la prueba experimental de la rotación terrestre no se lograría hasta 1851 por Foucault. Pruebas, por otro lado, de carácter indirecto y que, por ello mismo, exigen contextos de lectura muy teóricos. De aquí que, al permanecer en hipótesis en la época galileana, pueden producirse diferentes interpretaciones según los marcos de pensamiento de cada autor. Es tema, éste, de permanente polémica. Incluso cuando Poincaré sostiene la tesis del dogmatismo de Galileo, del trasvase que realiza del terreno científico al especulativo-religioso, Rusell replicará contra el matemático francés —y en nombre de la libertad religiosa, realmente, más que en el de argumento racional alguno— arguyendo que es un hecho objetivo que la Tierra se mueve, lo cual no negaba ciertamente Poincaré, sino que la afirmación de éste se centraba en que Galileo no pudo aportar prueba observacional o experimental alguna, convirtiendo una hipótesis en creencia dogmática pseudoreligiosa, en materia de fe, terreno en el que, por supuesto, la Iglesia post-tridentina rechazaba cualquier intromisión. Pero el proceso con-

siguió dar a Galileo un halo de prestigio como perseguido por los dogmáticos ortodoxos, convertido en mártir en aras de la «ciencia» y el saber objetivo que colaboró, por reacción, en el prestigio propio de sus métodos y, con ellos, de la propia ciencia.

Consideraciones críticas

Las ejemplificaciones anteriores permiten pasar al desarrollo de las convicciones que parecen más ajustadas en el terreno de los mitos Observación - Experimentación - Objetividad. Y ello en unos cuantos puntos, y a pesar de inevitables reiteraciones. Debo advertir que, por el esquematismo dado al experimento pascaliano y el dejar de lado cuestiones en todo semejantes como la de la circulación sanguínea en Harvey, por el prestigio atribuido a Galileo, por haberse convertido en lugar común su experimento material del plano inclinado, mantendré en lo que sigue las referencias a esta experiencia material, pero enfocada siempre como mero caso ejemplificador de unos planteamientos que estimo absolutamente generales.

1. El experimento y lo que en él se observa y se interpreta, va a depender del haz de suposiciones o hipótesis, de la teoría. Es el haz de suposiciones, estructurado coherentemente según el modelo geométrico euclídeo en definiciones e hipótesis o principios fundamentales, quien permite deducir, con ayuda constante del método matemático, una serie de teoremas y de escolios o consecuencias que son los que pueden ser contrastados mediante el experimento. Los datos de observación obtenidos en éste han de encontrarse de acuerdo con los cálculos obtenidos en tales escolios, de lo contrario podrá pensarse que el experimento o bien no es adecuado para el fenómeno a estudiar, o bien contiene una serie de errores que imposibilitan el cálculo exacto. Cálculo que obliga a crear las condiciones ideales objetivas de su realización pragmática, es decir, el cómo programar un posible experimento.

En otras palabras, es la idea previa la que determina lo que hay que observar, experimentar e interpretar. En el caso de Galileo ello es bastante directo, lo que no ocurre, ciertamente, en otras parcelas de la misma disciplina o en otras ciencias. Pero, por muy indirecto que sea el procedimiento, el mismo, realmente, es constante. Por citar otros casos, es lo que ocurre en la búsqueda de la onda electromagnética porque teóricamente la simetrización de una matriz implica, como consecuencia interpretativa, la existencia de dicha onda. O cuando se busca una partícula por-

que se estima que la estructura subyacente que las mismas componen, matemáticamente, es un grupo y la partícula aparece, al cabo de los años, cuando las condiciones técnicas posibilitan su búsqueda...

Ahora bien, en muchos casos, la teoría no sólo determina lo que hay que experimentar, sino también cómo hacerlo, bien material, bien mentalmente y éstos son los experimentos más realmente científicos. Cabe señalar un punto. Indiqué antes que tras demostrar el Teorema II Galileo no pasa a confirmarlo directamente, sino que lo hace indirectamente mediante su Escolio correspondiente. Galileo es hábil. No puede medir ni velocidades ni aceleraciones de modo directo —sólo en este siglo se ha podido realizar tal prueba directa—. Los errores de medida son tales que le imposibilitan la comprobación experimental de dicho teorema. Y de ahí que, precisamente, junto a la demostración puramente matemática del teorema, se detenga en explicaciones dirigidas al asentimiento, explicaciones apoyadas también en la figura geométrica, trascendida. La única prueba directa del teorema se apoya en la gráfica, en el experimento mental, pero no en experimento material alguno. Este queda reservado para el escolio, y mediante la transformación de la caída libre en caída mediante plano inclinado. De lo contrario Galileo no hubiera podido experimentar materialmente, comprobar su teoría previa. Pero de la comprobación experimental del escolio no se infiere la del teorema, la del enunciado más general del cual se deriva. Este hecho, con su error lógico incorporado —falacia de afirmar el consecuente—, calificable casi de falseamiento lógico-material de lo obtenido, se encuentra igualmente en Pascal como he señalado. Y, de esta manera, lo observado va a coincidir con lo calculado en proposición particular, no en la general de la que se deriva. Falacia de contraste experimental intrínsecamente incorporada al método originado en la «ciencia nueva», cuando el experimento material en dicho método no decide, sino que meramente ejemplifica. Lo que no significa aceptar la extremada afirmación de que, de hecho, no hay experimento material alguno sino únicamente experimento mental. Este último es, por supuesto, un instrumento central en cualquier ciencia y no solamente de carácter ejemplificador, sino de búsqueda de hipótesis y supuestos básicos, más que de contraste confirmador o negador. En este campo de experimento mental se sitúan la mayoría de los ideados por Galileo, pero no son aquí los que interesan, sino principalmente los materiales.

La creación de las condiciones experimentales adecuadas para

el experimento, para obtener e incluso intentar decidir entre dos teorías opuestas, podría seguir ejemplificándose incluso en campos como el geométrico. Bastaría recordar cómo Gauss y Lobatchevski, independientemente, idean el mismo tipo de experimento astronómico para comprobar qué tipo de geometría —la euclídea, la lobatchevskiana— es el más adecuado, el más conforme a la naturaleza. *Experimentum crucis* que no da resultado, porque al depender la interpretación del marco teórico previo, dicho experimento crucial no existe.

Ahora bien, el hecho de la creación de las condiciones ideales de la prueba, con posible falseamiento, no es accidental. Es básico en cualquier disciplina científica porque viene incorporado en el propio método hipotético-deductivo que la conforma, ya que el experimento se convierte en algo central, pero no para obtener la teoría, sino para contrastar la misma, las consecuencias que se deducen formalmente de los supuestos previos.

Por otro lado, además de que la deducción exige decisiones por parte del experimentador así como elección y transformación del material, en caso de no acuerdo, se ha de mantener la teoría cuando ésta está suficientemente estructurada. Esta es, precisamente, la base para las secuelas didáctico-pedagógicas del método hipotético-deductivo. Cuando se aprende, los «experimentos» salen difícilmente con la exactitud requerida y no por ello se modifica la teoría sino que, en nombre de ésta, se exige un mayor cuidado y precisión. A pesar de lo cual, tal secuela se invierte con facilidad en contra del principio galileano y a favor del originado en Bacon y mantenido por el positivismo: partir del dato concreto, de las situaciones concretas, experimentales, para alcanzar la teoría. Contradictoria posición —que si válida quizá en ciertos niveles de enseñanza, enmascara el auténtico proceso del método— porque si tal situación concreta lo es, lo es por la teoría previa que la determina. Si un tablón se convierte en plano geométrico inclinado no es porque ese tablón nos dé la imagen del plano inclinado, sino a la inversa, pues es teniendo la idea conceptual del plano geométrico cuando se busca un objeto material que pueda representar, y hasta cierto punto de aproximación, dicho plano.

Naturalmente si el dato observado y el dato calculado presentan una radical discrepancia, manteniendo la teoría habrá que crear otro experimento más adecuado. Si, a su vez, ambos tipos de datos continúan sin mostrar un acuerdo aceptable —aceptable mediante una teoría previa de errores— habrá que remontar a los

teoremas buscando alguna hipótesis que no se haya tenido presente. En todo caso, habrá surgido un fenómeno que, de momento, no parece encajar en la teoría por lo que habrá que buscar alguna interpretación en su interior hasta que esa explicación sea lograda. En ningún momento se abandona la teoría porque haya experimentos que no la confirmen sino que, en todo caso, hace que la misma llegue a sus límites, a su cierre, por lo que puede poner en marcha un período de crisis en el cual surgen las limitaciones explicativas de la teoría, buscándose entonces otro haz de suposiciones básicas, más comprensivo que el anterior en el sentido de contener tanto las consecuencias del primero con algunas otras entre las que cabe contar con la que (las que) carecen de contraste experimental en el mismo. Incluso en este caso no hay abandono radical, sino delimitación y precisión de los fenómenos que cada una de las teorías permite explicar, apoyándose para ello tanto en la comprensión explicativa como en la simplicidad de los supuestos previos de cada una de ellas. Y, si abandono, supone la afirmación de que se pasa de una «ciencia» a otra distinta, con el mismo nombre, mediante una ruptura, mediante un salto epistemológico.

2. El haz más o menos coherente de suposiciones permite crear las condiciones para la comprobación de los escolios, según he indicado. Y aquí interviene, nuevamente, el papel del sujeto investigador mediante la toma de decisiones, de transformación de la naturaleza que le rodea. Galileo transforma un cabrio en un plano inclinado, suprime todos los factores que pudieran afectar a su trabajo salvo los asociados con tiempo, espacio, distancia; convierte la proporción de pesos en proporción de tiempos... En otras palabras, transforma los datos materiales, naturales, en otro tipo de material, en instrumento científico.

En cualquier caso, es obligatorio crear los instrumentos adecuados para el experimento. Creación de aparato que indudablemente va a depender de lo que quiere obtenerse pero, a la vez, condiciona lo que se va a observar. Y ello porque en este punto se depende de la técnica. El aparato posee unos márgenes de error determinados. Márgenes de error que también contribuyen a la consolidación de unas ideas previas. Al estudiar las posibles relaciones entre la presión y el volumen en una masa de gas, Boyle mantenía unos errores relativamente elevados —desde nuestro punto de vista actual—. Tanto, que pudo obtener las leyes que relacionaban ambos factores. Con unos aparatos de mayor pre-

cisión, las mismas no hubieran aparecido por la complejidad que suponían. Complejidad que, sin embargo, es menor cuando previamente se tiene dicha ley de Boyle y los errores se minimizan, dado que en este caso, basta introducir unos factores de corrección en una fórmula previamente establecida. Es lo ocurrido, igualmente, en Astronomía, por ejemplo, donde si Kepler hubiera dispuesto de los medios actuales es posible que no hubiera obtenido ninguna de sus leyes, mientras que gracias a las imperfecciones —que lo son desde nuestro marco actual, posibilitado precisamente por hallazgos como los mencionados— logró encajar en elipses las trayectorias de las planetas.

Ello supone, en todo caso, que el experimento material entraña, en todas las ocasiones y en todos los marcos, una violación de la naturaleza, produciendo en ella algo que, de modo espontánea, no da. Esa naturaleza queda transformada por tal acción, así como la conceptualización de la misma. La idealización, la conversión de unas percepciones determinadas en hechos científicos observables, mientras que otras percepciones no se elevan al rango de tales hechos —en un contexto determinado, ya que en otro contexto, con otro experimento, las percepciones ahora marginadas pueden convertirse en los hechos correspondientes, adecuados—, indican la clara interacción del experimentador, del científico, en su acción, con los objetos a los cuales convierte, en alguna de sus facetas, en objetos físicos. Lo que realmente importa desde un determinado marco es precisamente la acción consciente que el hombre realiza en su turno. Acción que supone una transformación del mismo. Insisto: convirtiendo el tablón de madera, de mero leño, en plano inclinado, en herramienta científica, plasmación del plano geométrico; transformación de la clepsidra para, a partir de la misma, convertir el peso en tiempo. La imaginación creadora del individuo juega un papel preponderante en la creación de las condiciones de ese experimento, de cualquier contrastación.

De ahí que la acción señalada sea de doble sentido: si el experimentador violenta la naturaleza convirtiendo en hecho científico unos determinados fenómenos, convirtiendo en herramienta científica un objeto hasta entonces amorfo para ese contexto, también él se ve influido teniendo que buscar, que cambiar o transformar tanto los objetos como sus planes teóricos previos, incluso matizar las hipótesis de partida, los supuestos que constituyen el fundamento de todo el resto de su hacer. Búsqueda de supuestos, o de coherencia estructural de los mismos, que no es fácil ni inmediata. No es mera acción de sujeto sobre un entorno, sino

una interacción, transformadora de ambos. En este sentido, el mismo Galileo permitiría contrastar el hecho del cambio en las hipótesis previas: hacia 1604 mantenía la creencia de que la velocidad aumenta proporcionalmente al tiempo y a la distancia de caída —creencia sostenida por Leonardo, después por Descartes—, cuando lo que se verifica en el movimiento uniformemente acelerado es que la velocidad instantánea es proporcional al tiempo de caída mientras que el espacio recorrido es proporcional al cuadrado del tiempo, proposición formulada en el teorema II. La creencia de 1604 venía avalada por la imagen geométrica de proporcionalidad de segmentos, pero no por experiencia alguna.

El experimento, la contrastación, se convierte en central cuando se está en búsqueda de una coherencia estructural de los supuestos previos, aunque no para obtener por abstracción del mismo la teoría como sostenía el mito clásico, sino para contrastar las suposiciones que dan paso a dicha teoría y ello transformando el entorno del propio investigador, transformando la naturaleza para, tras violentarla, adecuarla a la teoría, a las suposiciones admitidas. Interacción transformadora que, además, se encuentra en la base del reemplazo de unas teorías por otras, en un movimiento que podría calificarse de helicoidal.

Violación de naturaleza que llega, incluso, a destruir lo que pretende observar. Y es el caso de la física atómica. Cuando se toma una cámara de niebla para estudiar la trayectoria de una partícula, hay que crear dicha trayectoria y también la partícula mediante la destrucción del cuerpo en el que se aloja, y ello porque la misma no existe en la naturaleza de modo espontáneo. Así, hay que provocar, con destrucción, una emisión de partículas, acelerarlas y obligar a que pasen por la cámara de niebla donde provocará una condensación de gases. Y lo que se observa es dicha condensación —lo que observa, por supuesto, quien se encuentra en un contexto científico previo, no el hombre cualquiera...—. De esa observación, ya condicionada, se «infiere» dentro de un contexto determinado teórico, y sin posible percepción directa, que una partícula ha atravesado o ha chocado con otra, con determinada trayectoria, la cámara de niebla. Observación posibilitada no sólo por una técnica adecuada, sino por la previa existencia de la teoría que obliga a creer que esa condensación de gases —y estos términos, reitero, ya son teóricos— es la trayectoria.

3. Por otro lado, tampoco el haz de suposiciones que llevan a las interacciones señaladas en el punto anterior es amorfo. Una

teoría jamás es inocua, ni tampoco una ideología. Los ejemplos mencionados lo muestran con radical claridad. La elección de temas y de supuestos para ellos se hace para ataque contra otro haz de suposiciones al que se desea reemplazar. El movimiento, el movimiento parabólico del proyectil, el vacío, son temas claves en la pugna de dos marcos conceptuales antagónicos en los entornos de los siglos XVI-XVII. De ahí la elección galileana, la de Pascal. Y no sólo en la plasmación de parte de su obra escrita, sino en el de toda su labor creadora, en todos los aspectos. Y no se trata de una extrapolación psicologista. La finalidad de Galileo, como la de Pascal, era estrictamente polémica frente al cuadro organicista de la física aristotélica ortodoxa del momento. Era una finalidad dogmática, como la que impulsaría a Galois en 1830 contra los matemáticos «académicos», no puros y detentadores del poder de la matemática —como Lagrange, Laplace, Cauchy, Fourier...—; como la que impulsaría a Cantor, a partir de 1874, a la defensa y organización de su «nueva matemática», la teoría de conjuntos, con petición incluso a los matemáticos jóvenes de que demostraran sus ideas y lucharan por ellas como él mismo hacía, convertido en visionario de un mundo eidético de cardinales transfinitos, mundo que él meramente describía...

En Galileo, este afán polémico, dogmático, se muestra en la elección de temas y su desarrollo matemático por una parte, su comprobación experimental —aunque principalmente con experimentos mentales— por otra, con lo que «recreaba» los fenómenos naturales y no meramente los describía haciendo que siguieran leyes matemáticas, con lo cual el propio científico se convertía en un sujeto cuasidivino, como el artista. Cubría, para esos dos aspectos, los dos frentes: el de rigor lógico o llamada al raciocinio, con su conocimiento intensivo semejante al divino, y el de la llamada a una creencia no meramente lógica, sí activa, manifestada en el sentido y en la imaginación visual; de ahí sus explicaciones, sus experimentos que confirman lo que se deseaba confirmar y era una interpretación distinta de los mismos fenómenos; así como el estilo literario, de *Diálogos* entre personajes que rememoran no tan sólo al estilo platónico, sino mucho más fuertemente a Giordano Bruno por la elección de los símbolos representativos de esos personajes en diálogo paralelo, con todo lo que el utópico visionario entrañaba a tan sólo 32 y 38 años de su muerte en la hoguera.

Y lo que se deseaba, los temas que no encajaban en el marco organicista aristotélico. Precisamente, y como he indicado, el de

la caída de graves, que en la teoría considerada entonces como ortodoxa exigía que la velocidad fuera proporcional al peso. Proporcionalidad que los teoremas que antes se han mencionado, su contrastación pretendida, desmentían radicalmente. Extrapolando su propio principio metodológico, Galileo quiere llegar a la conclusión de que los supuestos de los que se derivaba la proposición ortodoxa errónea deberían ser erróneos. El marco organicista se presentaba, por tanto, inadecuado, debiendo ser sustituido por el propugnado por el toscano.

No sólo marco intelectual, de opiniones más o menos discutibles: el dogmatismo subyacente pretende imponer una nueva visión de la naturaleza. El marco obtenido se quiere imagen de la verdadera realidad, del universo con su armonía y su orden, armonía y orden que sólo podía encontrarse en el lenguaje matemático. Y este es, en el fondo, el supuesto que el experimento ha de contrastar y que en el método hipotético - deductivo, en su formulación, no queda revelado sino oculto. Ocultamiento que, para ser más completo, pretende la desaparición de ideologías previas en el científico. Ideología que, en el momento en que surge la «nueva» ciencia encuentra su mejor expresión en B. Palissy al considerar que el universo aparece como un libro abierto a todos: «No he tenido en absoluto otro libro que el cielo y la tierra, el cual es de todos conocido y a todos les es dado entender y leer este bello libro». Ideología que invierte esa ciencia nueva exigiendo no la mera lectura descriptiva o clasificatoria, sino la lectura interpretativa, transformadora y, a la vez, esencial por captar la auténtica realidad de la misma mediante el dominio del lenguaje en que ésta se ha construido, dominio de sólo los iniciados. Es lo que se desvela con nitidez en la tan reiterada afirmación de Galileo:

La filosofía está escrita en este gran libro que es el universo, continuamente abierto ante nuestra mirada; pero el libro no podrá entenderse a no ser que uno aprenda primero a comprender el lenguaje y a leer las letras con que está escrito. El lenguaje en el que está escrito es el de las matemáticas, y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales resulta humanamente imposible entender una sola palabra de él; sin ellos, uno vagaría como por un oscuro laberinto (*Il Saggiatore*, réplica al P. Grassi-Sarsi, 1623).

De ahí el papel dialéctico de teoría y experimento, pero también su dogmatismo. Dogmatismo y no objetividad radical del propio científico que los casos de Sacheri —cometiendo error lógico por aceptar que la suma de los ángulos de un triángulo ha de ser de dos rectos, con lo que no llega a culminar su trabajo creador de la geometría no-euclídea—, de Galois, de Cantor... reflejan, pero también de Galileo que se niega a aceptar la existencia de los cometas así como las teorías de Kepler por su previa creencia en la perfección circular y esférica, tan queridas de los pensadores medievales... La objetividad del científico, la ausencia de ideologías previas en cuanto el mismo se dedica a la investigación, al trabajo de su ciencia, constituye una componente de este haz de mitos que esquematizo. Objetividad que en Galileo no existe teniendo presente la forma misma en que ordena sus escritos. El tratado que nos ha servido de guía, su *Consideraciones y demostraciones matemáticas en torno a dos nuevas ciencias*, se escinde claramente en dos partes diferenciadas: tratado matemático-geométrico, escrito en latín, a base de suposiciones, definiciones, proposiciones y demostraciones, y diálogo en lengua vulgar entre tres personajes, escisión que fue más tajante en su previo *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo*, 1632, con los mismos personajes. Diálogo que, además de su valor literario, encierra una carga polémica, dialéctica, frente a quienes sostienen una imagen de la naturaleza, una física radicalmente opuesta. Polémica explicativa, una vez más, de la elección de temas y forma de exponerlos.

4. La construcción de Galileo —como la de Pascal, como la de cualquier teoría científica—, su formulación del método hipotético-deductivo, de sus hipótesis y teoremas, corolarios y escolios, la realización y descripción de sus demostraciones geométrico-euclídeas y sus experimentos, todos ellos en torno a una «ciencia nueva», es decir, la expresión de los supuestos o principios fundamentales, de la teoría, no se centraba por modo exclusivo en una creación matemática, con su placer estético y psicológicamente satisfactorio, a partir de algo inexistente, a partir de la nada. De hecho, desde los trabajos de Duhem de primeros de este siglo se sabe que prácticamente los teoremas, los axiomas, las hipótesis en suma, hasta algunas demostraciones, venían siendo formuladas años antes de la obra de Galileo. Incluso los experimentos que formula como originales eran conocidos y ejecutados antes que naciese el mismo Galileo. Así, el de la caída de graves había sido descrito por Juan Filopón mil años antes de que escribiera Gali-

leo y había sido reiteradamente ejecutado antes de 1586, fecha en la cual el matemático-físico Stevin lo describía en términos casi semejantes a los del toscano de 1638 y, como se remarca, «en libro impreso». Hasta algún autor llega a considerar nula la originalidad de Galileo, dejándole el papel de mero populizador y divulgador; en todo caso, de mero sistematizador de lo ya existente, añorando quizá el papel de demiurgo creador de la nada atribuible al «genio», sin tener en cuenta que éste es, como los demás individuos, un ave Fénix. Precisamente esa sistematización, con la ruptura que comporta frente a otros marcos, frente a otras imágenes de la naturaleza con sus actitudes correspondientes frente a la misma, supone, exige la necesaria existencia de una comunidad de otros sujetos que, cada uno en su individualidad pero en interconexión permanente, por sus productos, van acumulando factores, elementos que permitan la cristalización de ese nuevo marco, que no surge de la nada, sino del intento de dar coherencia a dichos factores hasta entonces aislados, coherencia provocada no sólo por el trabajo sistemático sino por la idea feliz tenida por uno de los pertenecientes a esa comunidad. Y que llega, en ocasiones, a ser formulado, simultáneamente, por varios trabajadores, dando origen a las disputas de prioridad, en general, estériles. Coherencia que permite, a posteriori, enfocar tales productos o trabajos individualizados como precedentes, elevados al rango de idea precursora precisamente por la existencia del marco en el que cobran tal valor.

En el caso Galileo —por no citar otros, como el del mismo Einstein— al formular como lo hizo las «nuevas ciencias», se exigía la existencia de las ideas, proposiciones y experimentos que él recreó —y de las que era consciente que ya existían— y en su recreación y organización expositivo-metodológica en sistema unificado, permitió la definitiva consolidación de un nuevo marco epistemológico, de una nueva visión entonces revolucionaria de la naturaleza. Visión de carácter mecanicista como se ha llamado —aunque más bien le cupiera el calificativo de pitagórico-platónica— que alcanzará su máxima perfección en la sistematización newtoniana. Gracias a esa comunidad y a la existencia de proposiciones aparentemente aisladas, se logra obtener la idea previa a un contexto de investigación que posibilite la afirmación realizada: se observa lo que se desea observar. El hallazgo aislado, sorprendente e individual, sólo adquiere valor de proposición científica cuando se integra —a veces transformándose— en el interior de un determinado contexto científico.

5. He mencionado, al paso, el problema de la inducción. Los experimentos sobre las distintas posiciones del cabrio, del tablón inclinado, se repiten un centenar de veces y, a partir de este número, o de otro número cualquiera, se obtiene la validez universal para *todas* las posiciones del plano inclinado. Generalización considerada como el modelo de inducción: del caso particular se generaliza la validez de la proposición obtenida para cualquier caso. Ahora bien, realmente no hay inducción alguna. Y ello porque no es la observación y el experimento quien conducen a la proposición particular y, a partir de la misma, a la proposición universal, a la teoría. Es la teoría la que da paso a dicha proposición particular contrastable y, con la misma, a la observación y el experimento correspondientes. El caso particular no hace otra cosa que comprobar lo que el cálculo previo ha determinado y éste lo ha hecho en un terreno de conceptual generalización absoluta. De ahí que, incluso, si en algún caso particular los datos de observación no se mantienen de acuerdo con los datos teóricos previos, los que se desechan son los datos de observación —o, en todo caso, se busca alguna otra proposición que pueda estar de acuerdo con ellos y pueda deducirse como consecuencia del haz de suposiciones previas—, manteniéndose los supuestos de partida.

En otras palabras, los casos positivos no hacen otra cosa que corroborar las hipótesis aportando un grado más para la creencia de su adecuación o formulación más o menos correcta; los casos negativos no eliminan dicha hipótesis. Y ello a pesar de que la forma de las leyes universales se quieren precedidas del cuantificador universal. Forma que permite asegurar que ninguna ley podrá ser «verificada» por los casos positivos porque ello exigiría un número infinito de tales casos; a la vez, permite asegurar que basta un caso falsable para destruir dicha ley. Lo cual no es correcto más que en el terreno de la lógica formal pura, no en cuanto a lógica formal aplicada —caso paralelo al de la geometría matemática y a la geometría física—. Cuando se sigue el método hipotético-deductivo tal como fue plasmado por Galileo y sus sucesores, no se va de una conjunción de proposiciones escritas en la forma $\forall x (Px \rightarrow Qx)$ a un haz de proposiciones de la forma $\forall x (Px \rightarrow Qx)$ —lo cual constituiría una auténtica inducción— sino que, a la inversa, del haz de suposiciones en forma universal se llega a la proposición particular que se contrasta. Y este es un proceso claramente admitido en el razonar lógico. Proceso que cabe considerar como tomado del modelo euclídeo demostrativo

y en el cual, dada una proposición, para su demostración se toma un representante cualquiera, arbitrario, sobre el cual se aplica la maquinaria demostrativa; como dicho representante es cualquiera, puede afirmarse lo mismo de cualquier otro elemento. Es, dicho objeto, un mero representante canónico sobre el cual ejecutar una maquinaria previamente estructurada y admitida. Elección del objeto cualquiera que en el terreno lógico ha puesto de manifiesto Hilbert con su selector, en lugar de los cuantificadores existencial y universal, que por supuesto se derivan de dicho operador. Proceso de razonamiento que no tiene nada que ver con una inducción.

Pero la inadecuación de argumentos como los mencionados para llegar a obtener la invalidez de las hipótesis, de las leyes universales, podría seguir una línea no tan ligada a la lógica como la anterior, sino como la que se esboza en las líneas siguientes, apoyándose en la ejemplificación de lo ocurrido en algunas ciencias.

Que las consecuencias teóricas sean contrastables o falseables no significa que las hipótesis de partida sean «buenas» o «malas» —y procuro evitar los términos «verdaderas» y «falsas» aún a riesgo de equivocidad ética, cuestión que poco tiene que ver en este punto— ni siquiera que estén explicitadas todas las que de hecho intervienen en el proceso demostrativo. Las hipótesis o supuestos fundamentales explicitados pueden contener términos no totalmente aclarados sino confusos, o pueden encerrar en sí contradicciones, y sin embargo, no son rechazables sino que ambos casos se mantienen. Su aceptación puede sostenerse en razón de dos consideraciones: a) incita a nuevos problemas y, con ello, a la creación de nuevas hipótesis, métodos de trabajo o nuevos campos conceptuales gracias a los cuales se convierte en «confuso» alguno de los términos aceptados como suficientemente claros en el momento de su formulación; b) puede ser aceptada una contradicción siempre que la misma se acote y, por lo tanto, se tenga un claro conocimiento de lo que supone y de las consecuencias que implica.

Como ejemplo de ambos puntos —es argumentación que haría recurso a la historia— bastaría mencionar, para el primero, que la hipótesis de Newton sobre la gravitación se mostró desde su origen como problemática y dudosa y, sin embargo, fue aceptada por más de ciento cincuenta años —aunque siempre con ciertos ataques, minoritarios en principio— porque daba resultados útiles si no en cuanto a la explicación esencial del movimiento, sí en las explicaciones pragmáticas del mismo. Para el segundo, que desde primeros de este siglo, en el hacer matemático, se mantiene

el impredicativismo tanto en las definiciones como en las demostraciones, impredicativismo acotado y convertido en «no peligroso» a partir de la axiomatización de Zermelo o de la escisión en conjuntos y clases realizada por el propio Cantor que impiden la aparición de las antinomias conocidas aunque no asegura que no puedan surgir otras. Tanto en uno como en otro caso, tanto las hipótesis de partida como los métodos de trabajo o son confusos o son contradictorios, pero no se rechazan, se mantienen porque sus consecuencias son aceptables. Lo que hay, en ello, es un pragmatismo y no un puro factor de razonamiento formal o deductivo.

Problema de no inducción al que se suma otra hipótesis implícita en el método hipotético-deductivo: la que afirma que lo realizado en un espacio, en un lugar y tiempo determinado se verificará en cualquier otro lugar y tiempo. Es uno de los factores que contribuyen al mito de la racionalidad de «la ciencia», porque es hipótesis que permite la reiteración del experimento y, además, la predicción y, con ella, la actuación y transformación de la naturaleza y no la mera descripción conceptualizadora. Sin embargo, tal hipótesis no deja de ser otra cosa que mera hipótesis. De hecho, el propio hombre es un agente de la propia naturaleza que va transformando su habitat y parece aceptar las ideas de una transformación geológica para el pasado y para el futuro. Sin embargo, acepta estas posibles transformaciones apoyándose en las ideas «científicas» que las predicen y éstas, a su vez, continúan haciendo uso de la idea de la uniformidad de dicha naturaleza. Hipótesis que permitió a Kepler, por ejemplo, su generalización. Los datos observados por Tycho-Brahe encajaban en puntos de una elipse, pero Kepler no se limitó a hacer tal aseveración. Kepler fue más allá: aseguró que la trayectoria de Marte *era* una elipse, en todo tiempo y lugar de observación. Se hacía, así, una inducción en el sentido de que los futuros datos de observación de las posiciones de Marte tenían que ser puntos de la elipse calculada a partir de unos datos observacionales finitos y de un momento histórico determinado.

Hipótesis de uniformidad de la naturaleza que permite la aseveración de validez de las leyes científicas que adoptan un carácter de necesidad. Carácter de necesidad que, nuevamente, pertenece a un plano no ya tan pretendidamente racional, sino modal. Creencia que encierra, en el fondo, una fuerte carga de ideología ontológica y, por supuesto, antropomórfica.

6. Cabría objetar, a todo lo dicho, y al menos, dos puntos:

a) Se ha tomado como tesis que es la teoría o el haz de suposiciones —más o menos estructurado y explicitado— quien decide lo que hay que observar y experimentar; como ejemplo, el adecuado de Galileo en la plasmación literaria de sus dos ciencias nuevas; como método, el de tomar un conjunto de principios lógico-matemáticos junto a unas suposiciones científicas, pertenecientes al campo de trabajo particular, y a partir de ellas derivar lógico-matemáticamente las consecuencias, que son las únicas contrastables o falsables. Parecería olvidarse, en esta perspectiva abocada aparentemente a tratar de las teorías, que existen otro tipo de leyes en las ciencias, las denominadas *leyes empíricas*, surgidas por modo exclusivo de la observación y no de la deducción de un haz previo de suposiciones, no integradas en un cuerpo doctrinal sino hasta mucho más tarde, incluso algún centenar de años después de su logro. Precisamente como ejemplo de este tipo de leyes empíricas suele ponerse el de la ley de Boyle para la masa de un gas que establece que a una temperatura dada, la presión por el volumen es constante, o las leyes del tipo de Ohm o de las que expresan las dilataciones de los cuerpos por el calor..., expresadas mediante relaciones de tipo polinómico, en general.

Ahora bien, ni siquiera en estos casos puede prescindirse de un previo haz de suposiciones, más o menos implícitas. En primer lugar, y tomando como ejemplo la ley de Boyle, el marco en el que se establece quiere que las moléculas del gas sean puntos geométricos sin volumen —lo que supone un cuadro cinético-geométrico pictórico claro, frente a la imagen dinámica de muelles elásticos que pretenderá Huyghens—, mientras que la temperatura ha de medirse en graduaciones termométricas iguales de mercurio —dependencia al aparato de medida, suposición cuestionable...—, buscándose una relación matemática lo más simple posible entre los factores que van a tenerse en cuenta en la observación emprendida —proporcionalidad directa o inversa entre los mismos—.

Simplicidad en la formulación matemática que ha conducido a plantear, de un modo casi general, la expresión no ya de los fenómenos sino del conocimiento aproximado de los mismos, en ecuaciones de tipo polinómico; en otras palabras, se ha tendido a formular el conocimiento en términos de linealización de tales relaciones. Problema de linealización, subyacente la estructura de espacio vectorial, que no se sabe si lo verifican o no los factores

que entran en juego en un fenómeno observado, pero que es el más fácil de tratar matemáticamente, lo cual no significa que sea el más adecuado para la representación conceptual, aunque se trasvase a ley científica y se manifieste posteriormente que la naturaleza sigue las leyes matemáticas o la estructura de espacio vectorial, cuando tales leyes o estructuras han sido el instrumento de conocimiento matemático utilizado para la comprensión conceptual del fenómeno.

Es lo ocurrido en la derivación, por ejemplo, en la que se toma, en el entorno de un punto, la diferencial de la función en lugar de ésta siendo la diferencial un operador lineal; operador lineal cuya representación gráfica vendrá dada por la recta o el plano tangente a la curva o superficie representativas de la función en el punto considerado y que, analíticamente, permite desarrollos en serie en el entorno de dicho punto. Si en lugar de un operador lineal se hubiera adoptado una expresión cuadrática, tanto el manejo de la misma como su propia representación gráfica se hubieran hecho altamente conflictivas y es posible que, en ese caso, pudiera afirmarse que la naturaleza no estaba escrita en caracteres matemáticos porque no se hubiera obtenido ley alguna. Sin embargo, el operador lineal que reemplaza a la función conlleva una inexactitud inherente: sólo en el límite —cuando éste existe— podrá identificarse con la función dada. En el caso de la ley de Boyle, la misma sólo existe para los gases ideales, por seguir con el ejemplo. El error cometido puede, por supuesto, hacerse más pequeño a costa de introducir más sumandos en el desarrollo en serie de la función en el entorno del punto considerado, pero no puede suprimirse nunca.

Ello me lleva a afirmar que las leyes empíricas, por su propia naturaleza, por el instrumento elegido para su establecimiento, no pueden estimarse exactas nunca. Pero también indica el mecanismo de su elaboración que las mismas no se obtienen de sólo la observación pura. Esta da unos datos que el investigador pretende relacionar mediante un determinado tipo de expresión matemática. Luego este observador parte ya de un cuadro previo en el que esa relación funcional y no meramente cualitativa ha de existir, de antemano, y su trabajo, más que observacional, se convierte en el de lograr la expresión matemática adecuada, pero dentro de un cuadro matemático dado, es decir, se convierte en un trabajo de ensayo y error sobre el papel, no sobre la naturaleza y el fenómeno observado y acotado en ella o creado en el laboratorio. Y según cuál sea el tipo de fenómeno del que ha obte-

nido los datos, por analogía con otras leyes previamente encontradas y sabidas, buscará —y según el modelo que en su marco se acepte, en general de modo implícito— el instrumento matemático que estime más adecuado —si es fenómeno que considera ondulatorio, las funciones trigonométricas; si depende de la masa inicial, las funciones exponenciales...—.

Desarrollo matemático previo condicionante de lo que se llama ley empírica, pero condicionante también del lenguaje divino de la naturaleza: Galileo se mueve en el terreno geométrico euclídeo y la naturaleza se escribe en triángulos, círculos, etc., ya que como en la Jornada IV hace decir a Salviati, en reproche a la ignorancia de Simplicio respecto a Euclides: «Ciertamente todos los matemáticos de peso dan por supuesto en el lector el perfecto conocimiento por lo menos de los *Elementos* de Euclides...»; Laplace, Lagrange y sus sucesores se mueven en análisis diferencial y como consecuencia la naturaleza se escribe en ecuaciones diferenciales, condicionando con ello no sólo la forma de su ciencia física sino cuestiones con el determinismo; hoy día es el Análisis funcional y la Topología diferencial quienes privan y condicionan los modelos ya no pictóricos en la explicación de la naturaleza...

Son factores que considero, en principio, como claramente dependientes de unas suposiciones previas que llevan a matizar, en grado total, la afirmación de que las leyes empíricas proceden por modo exclusivo de la observación pura. Y, por otro lado, la existencia de este tipo de leyes, aisladas por decirlo así, es lo que permite el intento racional de su integración en teoría científica completa, y es lo que se ha indicado en el punto 4 anterior.

b) Igualmente podría objetarse que se han tomado como ejemplos base para estas consideraciones los de una ciencia moderna ya superada. Sin embargo, los exponentes científicos actuales —al menos en los terrenos de la física— vienen a mantener las mismas concepciones, más radicalizadas aún respecto a la violación de la naturaleza y la necesaria creación del aparato científico; es decir, al hecho de que ni la observación ni la experimentación es tan directa como en el caso de la ciencia moderna en la que un mero tablón podía convertirse en plano geométrico inclinado, sino que requiere, actualmente, una tecnología excesivamente desarrollada que exige, todavía más, la existencia del contexto teórico para poder actuar e interpretar. Además, es bien conocido que la interacción observador - observado constituye una de las claves de alguna de las disciplinas científicas actuales. Y si bien el experi-

mento sirve para hacer más plausible un modelo de un universo pretendidamente abstracto, alejado de la realidad apariencial, contra los sentidos pero auténticamente representativo de la realidad profunda, todavía en la física moderna cabía pensar que constituía un hacer representable visualmente. Representación gráfica euclídea o cartesiana que da la ilusión de que se percibe, al menos se imagina, lo que en el experimento se hace. Ilusión que, en grandes parcelas de las ciencias actuales ya ni siquiera es factible, abandonado el modelo pictórico de la misma.

Bastaría, para confirmar la radicalización de las convicciones señaladas en alguna de las ciencias actuales, tomar algún experimento o simplemente hacer una mera recopilación de frases adecuadas de los científicos de este siglo. Desde las lanzadas por Poincaré de que no puede observarse sin idea previa porque ello sería pedir algo imposible, o su afirmación de que la «lectura» de los datos depende del contexto científico del lector, hasta la exclamación de Einstein de que es la teoría la que decide lo que hay que observar y experimentar...

Todo ello no serviría sino para alargar, en exceso, los puntos anteriores, y en terminología más teórica, menos dirigida al sentido común, al más repartido de los sentidos, en ironía cartesiana...

7. Finalmente cabría contrastar, a dos columnas, y como breve resumen esquemático de este parágrafo, alguna de las concepciones míticas de la ciencia: a la izquierda, las que se han tenido y en ciertos medios aún se mantienen, más o menos difusamente, frente a las que considero como más adecuadas en el marco actual:

Descripción de la naturaleza	— Transformación de la naturaleza
Observación sin idea previa	— Observación integrada dependiente de un haz de suposiciones previo
Experimento amorfo y decisorio	— Se experimenta lo que se desea contrastar
Objetividad científica	— Marco ideológico
A partir de la observación y el experimento, la teoría	A partir de la teoría, la observación y el experimento

Cuadro de oposiciones al que habría que agregar el dato de las limitaciones que se producen en el experimento, dependiendo de las condiciones técnicas y que pueden llegar a ser, sin embargo, limitaciones creadoras.

4. «LA CIENCIA» COMO CONSTRUCCIÓN RACIONAL OCCIDENTAL

Voy a referirme a otra de las afirmaciones contenidas en este haz de mitos aquí agrupados: la que quiere que la Matemática y la Lógica nacieran en Grecia, «la ciencia» en la Europa occidental en los siglos XVI-XVII. Naturalmente es una afirmación que depende de lo que quepa considerar como campo connotacional de cada uno de los términos empleados. Si bajo el término «ciencia» se introducen los rasgos caracterizadores de lo que posteriormente se calificará «ciencia moderna», rasgos como los de sistema conceptual ordenado en estructura lógica geométrico-euclídea, reflejando y condensando un conocimiento racional, sistemático, falsables las consecuencias mediante el experimento y la observación realizados sin ideas previas, etc., es claro que la única «ciencia» que satisface esos rasgos es la «moderna» o, quizá con mayor precisión, la satisface el conjunto vacío.

El término que designa una determinada disciplina sufre cambios, los dados por los cambios de esas disciplinas. Pero extremar el nombre supone un falseamiento. El término «física» asignado al marco aristotélico posee la misma validez que el término «física» asignado al marco galileano-newtoniano, aunque ambos sean diferentes. Suponen concepciones de la naturaleza observable y perceptible distintos. Quizá lo más consecuente para evitar malentendidos hubiera estado en adoptar otro término para el marco galileano y el contexto ideológico en el que se movía, pero ello no se hizo en su momento y hay que aceptarlo, siendo conscientes de que al hablar de una u otra física no deben hacerse trasvases de los respectivos contextos, trasvases que darían lugar a confusión y equívocos.

Voy a limitarme, y brevemente, al término «matemática». Desde hace algún tiempo hay discusiones en torno a la matemática «moderna», contrapuesta a la matemática clásica, tradicional. Y, sin embargo, como he comentado en otros lugares, el adjetivo moderna es muy antiguo, lo cual ya es indicio de la equívocidad del mismo. Si me limito a este siglo aparece en Rey Pastor en 1927 por influjo de la Geometría moderna de Pasch de 1882 y, fi-

nalmente, acompañando al término álgebra en 1930, en la obra de van der Waerden. En este último caso, si se enfoca la matemática moderna como un hacer de estructuras formales significativas aunque carentes de referencial, entonces es evidente que lo que hicieron Euclides, Arquímedes, Pascal, Descartes, Leibniz, Cauchy, Poncelet, Galois, Cantor, Pasch..., no fue matemática, como tampoco lo era aquella materia a la que Galileo hace referencia y toma como pórtico de su «física», dado que ninguno de estos autores maneja de manera explícita las estructuras formales o, en todo caso, la mayoría acepta la existencia de un referencial para los elementos de su hacer. Podría afirmarse, para ser consecuentes con este mito del nacimiento lugariego, que la matemática, como tal, surgió en Alemania en 1930 y, desde allí, penetró en otros países. Lo anterior —en algunos casos precedentes y antecedentes de esta matemática—, aunque llevara el mismo nombre, no era auténticamente matemática, sino ideas confusas que pudieron preparar la sistematización y organización de la «verdadera»...

Todo ello supone un abuso en la demarcación connotacional del término, apoyado en una mera cuestión de prejuicios o gustos personales - ambientales, en lugar de admitir, más modestamente, que la matemática moderna actual es otro tipo de hacer, diferente al de la «matemática moderna» pascaliana o al de la «moderna» platónico - euclídea, o al hacer matemático hindú, que muestran el mismo derecho a ser llamados matemática que la actual matemática moderna.

Con ello indico, igualmente, que la instancia requerida de «experimental» para «la ciencia» es distinta para cada una de las materias científicas conceptuales, para cada uno de los contextos. Así, no deberían insertarse en la misma categoría contextos científicos diferentes. El papel de la experimentación es distinto para cada campo de investigación, incluso para cada parcela del mismo. No es, no tiene el mismo papel en el contexto físico que en el psicológico, en el lingüístico, en el sociológico...

Aún más, en cada uno de estos contextos, términos como los que he venido utilizando de «rigor», «objetividad», «idea previa»..., son relativos, careciendo de fronteras claramente delimitadas, de una significación unívoca. Y es lo que he querido poner de relieve al señalar cómo en base a la teoría de errores se podría calificar de no científico el modelo de experimento galileano; y, sin embargo, es gracias a estos errores como pudo establecer sus escolios, o como pudo Boyle establecer las relaciones entre el peso, la masa y el volumen de un gas, relaciones elevadas al rango de ley cien-

tífica cuando desde otro plano no es más que una grosera aproximación.

Limitándome nuevamente al contexto del hacer matemático cabría señalar que un término como el de «rigor» podría entrañar, actualmente, un criterio formal para ser aplicado en el interior de una teoría. Así, cabría establecer que para que una estructura o sistema formal sea aceptable, la misma debe ser no-contradictoria o consistente. Ahora bien, el hacer matemático parte, hoy, de una base: la teoría intuitiva de conjuntos. Constituye, al menos, su vocabulario central. En su aspecto intuitivo esta teoría provoca la aparición de antinomias, de aquí la conveniencia de su adecuada formalización. Si ésta es inconsistente, implicaría una verdadera crisis del hacer matemático que se mostraría, en su casi totalidad, contradictorio. Y, sin embargo, en la formalización axiomática de la teoría de conjuntos se admite, como uno de sus procesos fundamentales, el impredicativo, el del círculo vicioso para el establecimiento de sus definiciones, para el establecimiento de sus demostraciones. En otras palabras, como ya he señalado anteriormente, admite como fundamental —y ello por una pura necesidad pragmática— un proceso considerado desde un terreno de rigor lógico como vicioso. Hasta ahora lo que se ha conseguido con la axiomatización formal conjuntista es acotar el terreno conceptual de forma que no han aparecido las paradojas de la teoría intuitiva ni han surgido otras nuevas, pero ello no significa que no puedan surgir en el futuro. No hay garantías de que toda la construcción tan racional y rigurosa matemática no acabe siendo una construcción contradictoria. Incluso desde una de las perspectivas del hacer matemático, desde la perspectiva formalista, se ha logrado demostrar que no se puede demostrar si este hacer es o no consistente. El criterio de rigor y de racionalidad consiguiente es, así, nulo. El único criterio válido, de momento, es el consenso común de los matemáticos, de una cierta comunidad de trabajadores en un campo determinado. Es decir, es uno de los criterios aportados por Kant para la cientificidad de una disciplina, retomado por Borel en los últimos años del siglo XIX en cuanto a los transfinitos cantorianos y por Bourbaki en los entornos de 1939 para todo el hacer matemático.

Criterio que, realmente, no puede ser calificado de riguroso, objetivo, de «científico» sino más bien de carácter moral, del tipo creencia. Criterio de consenso común que provoca, por su lado, más interrogantes de los que cualquier otro tipo podría mostrar. Porque, ¿hasta dónde llega el acuerdo? ¿Cuántos han de aceptar-

lo? ¿qué criterio adoptar para elegir a quienes pueden dictaminar? Si uno de los miembros de la comunidad lo rechaza y acepta otras líneas de trabajo, otra metodología, ¿qué postura adoptar frente al mismo? ¿Su rechazo y posible condenación por heterodoxo o su aceptación sin más, aunque sus líneas de trabajo conduzcan a largo plazo al fracaso, o al éxito? Incluso esta pregunta supone que el criterio a seguir podría encontrarse en la mayor o menor potencia predictiva y de resultados que pudiera lograr un enfoque determinado y, sin embargo, es criterio inválido porque a partir de un sistema de premisas dadas puede obtenerse una infinidad, al menos numerable, de consecuencias. En otras palabras, los criterios para afirmar que un contexto determinado es científico o no, para poder afirmar que sólo es «ciencia» la surgida en un instante y lugar determinados, además de no contar con la fluidez de las connotaciones del término, se apoyan en normas de carácter dudoso desde el propio marco de esa pretendida científicidad, son no-criterios más bien, fundamentados en posiciones ideológicas previas, desde las cuales cabría aceptar, únicamente, la afirmación que he citado de Kant y que ha sido admitida sin embargo como una nota característica de «la ciencia», como un rasgo peculiar de la misma, en el ámbito de los mitos hasta aquí esbozados.

JAVIER DE LORENZO