

De Teoría y Experiencia: Problemas

Javier de Lorenzo

La aparición de una revista que se pretende abocada tanto a las Ciencias como a la Filosofía es ocasión, oportuna, para plantear cuestiones y problemas. Planteamiento de cuestiones que enlazan ambos campos, y no internos a una disciplina científica. Campo especulativo en torno a las ciencias racionales y que suele recibir el nombre, académicamente, de Filosofía de las Ciencias.

No se beneficia sólo la Filosofía con los aportes que tales planteamientos pueden llevar. La práctica científica puede quedar convertida en mera excrecencia del pensamiento, de la industrialización tecnológica, de la profesionalización como *modus vivendi* si no vuelve la mirada, de vez en cuando, hacia sus propios Fundamentos. Vuelta hacia su metodología, que impida el divorcio entre el hacer científico y el marco tanto filosófico como de creencias que lo sustentan. Divorcio que, existente, en nada beneficia ni a la Filosofía ni a las Ciencias.

Y aquí hay, ya, un primer problema. El filósofo desconoce, en general, las ciencias. De ahí su huída hacia la Historia de las mismas y,

cuando no, cuando pretende filosofías absolutistas de la Naturaleza -al estilo Engels, Bergson, Whitehead...- lo único que hace es penetrar en los terrenos de la Metafísica, terrenos de los cuales parece huir, al menos según su propósito inicial. Por su parte, el científico se margina de la "filosofía" -término que se se carga de un deje despectivo- y considera que, en su hacer, debe estar ausente cualquier tipo de especulación filosófica. Pero en esa negación se encuentra, precisamente, la afirmación de lo que niega, se encuentra la toma de posición filosófica que dice no tener en cuenta dicha posición. Y el científico adopta lo que cabe calificar como la peor filosofía, la del sentido común, acrítica y, por ello, más peligrosa para su hacer que si, auténticamente, asumiera con claridad su posición y realizara una crítica racional, explícita.

Problema, viejo problema, el de la relación entre Filosofía y Ciencia que entorna el hilo conductor que adopto: La relación entre Teoría -sobreentendida, siempre, como "científica" o "racional"- y Experiencia. Problema epistemológico que ha condiciona-

do gran parte de la actitud, de la posición de muchos filósofos y de muchos científicos. Viejo problema con el cual se ligan muchos otros, que iré mencionando al paso.

Al negarse a aceptar cualquier tipo de filosofía, el científico adopta una filosofía acrítica, he escrito. Posición que tiene sus repercusiones en su actitud ante la ciencia y ante la didáctica de esa ciencia y ante la posibilidad de crear nuevas disciplinas en las ciencias sociales y humanas y ante la historia de su disciplina. Es toma de posición no inocua, como querría dar a entender, en su rechazo explícito, el científico.

Y ello porque asume, en general, una actitud empirista que, metodológicamente, llegó a ser plasmada en la Teoría del reflejo: Movimiento dialéctico por el cual el científico parte de los datos, de los hechos "positivos" para, en segundo momento, alcanzar por abstracción la teoría y, finalmente, culminando la tríada, llegar a la praxis que dé lugar a nuevos datos y permita reiniciar el ciclo. En cualquier caso, se quiere que hay que partir de los datos, de los hechos experimentales,

de situaciones concretas que puedan conducir a una teoría. Datos que, por supuesto, hay que tomar sin interferencia alguna, sin idea preconcebida. Los datos, los hechos científicos, se estiman como tales independientemente a cualquier creencia. Y para obtener alguno de ellos, fundamentalmente si lo pretende ya de modo sistemático, el científico debe recurrir a la experimentación. En este terreno, la idea generalizada es que no puede haber ciencia, no puede haber teoría, sin experimento previo.

Esquemático cuadro el que he trazado, pero que es, en esencia, el marco ideológico propio de cierto empirismo del siglo XIX. Y, aunque parezca inadecuado, que lo es, se mantiene propio del científico acrítico, de quien dice huir de cualquier aspecto filosófico que interfiera con su disciplina. Y no sólo del científico pragmático, porque la influencia de estas y parecidas nociones, de todo el halo que las rodea, es lo suficientemente fuerte en las disciplinas llamadas sociales y humanas como para estimarlo hoy día preponderante. No voy a hacer una crítica metódica de este marco -ya realizada por Frege, por Poincaré y... Pero sí señalar unas consecuencias del mismo, consecuencias del Dogma del empirismo, más bien incoherencias de quien dice sostenerlo:

a) En cualquier disciplina, se trate de unas nociones de la misma o de la búsqueda de sus fundamentos, se suele hacer

la advertencia previa, en la Introducción o Prefacio, de que dicha disciplina posee un origen empírico y experimental. En concreto, muy diversos tratados de Geometría comienzan con la afirmación de que la Geometría surgió en Egipto y como una necesidad práctica para la Agrimensura, para la medida de la Tierra. Origen empírico que condiciona que dicha Geometría no sea otra cosa que una disciplina del Espacio perceptivo humano y, consecuentemente, la base para ciencias como la Mecánica, etc. A esta incoherencia volveré más tarde.

b) Los libros de Física teórica, por ejemplo, o los que exponen "métodos matemáticos" para la Física, se ven en la "obligación" de hacer sus exposiciones con un enfoque "experimentalista". Incluso los que son teóricos puros. No cito el autor, el título de un buen libro que da los instrumentos vectoriales y de análisis que el físico requiere en su trabajo. El último capítulo expone la teoría de la Electricidad y, como final, se obtienen las ecuaciones del Electromagnetismo de Maxwell, se imponen las condiciones para que posean solución única, se demuestra matemáticamente dicha existencia. Y ese capítulo final comienza con las palabras:

"La ley experimental fundamental de la electrostática expresa que dos cargas puntuales de signo positivo en el espacio libre se repelen...".

Incoherencia del autor, porque debería sobreentender-

se que, EXPERIMENTALMENTE, no hay "cargas puntuales", ni "espacio libre"...

Incoherencia no ya de este autor, sino de todo el que adopta esta posición, de quien debiera ser consecuente con el dogma del empirismo, pero que de hecho no adopta. De hacerlo, consecuente, el propio ideario le conduciría a la realización de cada uno de los experimentos que se le indican y no a la aceptación como artículo de fé de lo que se le expone. Y en el momento en el que fuera a hacer el experimento -en este caso, en espacios libres, con cargas puntuales...-, se vendría abajo todo el andamiaje dogmático de su pretendido empirismo, ley experimental, origen empírico de cada una de las nociones, leyes y consecuencias de una disciplina teórica.

c) El dogma empirista lleva hasta alterar la historia de la ciencia. Estudiando a Galileo llevo a la convicción de que no había realizado los experimentos que se le atribuyen. En particular, el del plano inclinado. Posteriormente a publicar cierto ensayo -mea culpa de no haberlos conocidos antes- leí en Koyré y Truesdell la misma convicción. Concretamente Koyré indica cómo Galileo no utiliza en sus escritos originales el término "experimento", pero cómo el traductor inglés, inmerso en la campana empirista, convierte un término como COMPERIO en DESCUBIERTO POR EXPERIMENTO y hace decir a Galileo que ha descubierto "por experimento" las propiedades de la caída de graves o del tiro; en otras palabras, el traductor hace decir a Galileo lo

que este no dice, y convierte a Galileo en un empirista, de formando totalmente su pensamiento, su actitud y su papel en la historia de la ciencia. No sólo deforma a Galileo, sino que condiciona a todos los que leen al pintor toscano, que adoptan el pensamiento de Galileo a través de las traducciones de esas traducciones donde se dice lo contrario de lo que, realmente, dijo.

(Koyré, "Estudios de historia del pensamiento científico". S. XXI, 1977).

Desde el cuadro del empirismo, desde estas traducciones y ámbitos que conforman, Galileo se convierte en el creador de la ciencia experimental, en concreto, de la Ciencia, como quiere la Teoría del reflejo, el empirismo empírico. No voy a negar el valor de Galileo, pero no puedo resistir la tentación de copiar las palabras de Truesdell, quien a partir de la Historia de la Mecánica y desde la metodología euclídea ha recreado una nueva disciplina, la Termodinámica racional:

"El hecho de que fuera Galileo en esencia un idealista neoplatónico más que un empirista, y de que no fuera el autor NI de la teoría matemática de los movimientos uniformemente acelerados, NI de la idea de la gravedad induce aceleración uniforme en todos los cuerpos, NI de los experimentos clásicos sobre la caída libre, NI de los experimentos repetibles sobre movimientos a lo largo de planos inclinados, no ha conseguido desplazarle de su liderazgo heroico de la ciencia en opi-

ción del vulgo.

(Truesdell, "Ensayos de historia de la Mecánica". Tecnos, 1975).

Insisto, no voy a negar el valor de Galileo. Quiero indicar únicamente las inconsecuencias de quienes adoptan el empirismo, en ese caso. Y notan sólo por alterar la traducción sino por la aceptación -como en el punto b) anterior-, como artículo de fé, de los experimentos atribuibles a Galileo, a cualquier otro. Nadie los intenta repetir; se admiten, sin más. No debería ser la actitud del verdadero empirista. El P. Mersenne, en 1634, si hace los experimentos que se atribuyen a Galileo y llega a la siguiente conclusión:

"Dudo que el Sr. Galileo jamás hiciera los experimentos de caídas a lo largo del plano, puesto que en ninguna parte lo dice, y la proporción que da a menudo contradice (los resultados) experimentales".

Inconsecuente, el científico que adopta una posición empirista ingenua no hace otra cosa que convertirse en dogmático crédulo.

He mencionado el acudir a la Historia. Y he afirmado que la historia se altera, se deforma por la campana ideológica en la que se encuentra inmerso quien la hace. No quiero dejar de hacer notar que, en este punto, el acudir a la Historia -y son términos de Hegel-, constituye unos de los problemas que, en la Filosofía de la ciencia, está de máxima actualidad. No sólo en cuanto al contenido -de que hacer histo-

ria, en la Historia de la ciencia...- sino que es el propio concepto de historicidad de la ciencia lo que está en entredicho. En cualquier caso requiere, como problema, un profundo análisis de las concepciones de partida en el hacer histórico y el convencimiento de que la Historia, como disciplina jamás es objetiva en el mismo sentido que pueda serlo un teorema de Godel, sino que entraña un acudir a ella para...

Un ejemplo muy reciente se tiene en las discusiones "en torno al papel de Einstein en la génesis de la Teoría de la relatividad". Ciertamente el ensayo de Einstein de 1905 está ahí. Pero, ¿es original o un mero desarrollo de las ideas de Lorentz y Poincaré? ¿estaba en "el aire" dicha teoría y hubiera sido formulada por varios autores como de hecho lo fué? ¿supone una continuidad o una ruptura epistemológica? Un físico como Whitaker sostiene en 1910 y repite en 1955 que Einstein no hace otra cosa que desarrollar el ensayo de Lorentz de 1904 y los de Poincaré, especialmente el discurso de 1904 de San Luis, sin olvidar sus enunciados del "principio de relatividad" o equivalencia desde, al menos, 1895. Holton replica a Whitaker y estima que el enfoque de este último es restrictivo, pues se limita a las teorías del éter originadas por Fresnel y reformuladas por Maxwell, cuando de hecho la teoría de la relatividad estaba enlazada con otros dos ensayos, especialmente el del efecto fotoeléctrico y entraba de lleno en la teoría de Maxwell - Lorentz. Grünbaum re-

plica tanto a Whitakker como a Holton. Se manejan, especialmente, textos o silencios o aprobaciones tácitas de Einstein -naturalmente, no todos, sino aquellos que, en cada caso, convienen a la posición adoptada previamente. Un tema como el de la Teoría de la relatividad, tan cercano, y con problemas en cuanto se ha ce intervenir la Historia.

Ligado a este problema de la historicidad de la ciencia, de las campanas ideológicas que la condicionan, se encuentra el del Progreso o no de las ciencias. Idea, la del progreso, que está en el ambiente, y aceptada de manera general, acrítica. Pero el término "progreso" jamás se define, porque dejaría de ser arma arrojadiza al perder su carga emocional en aras del rigor conceptual. Progreso que, de ser definido, podría llegar a ser cuestionado, incluso a nivel de conocimientos. Que el número de publicaciones haya seguido una línea cuasi exponencial, evidente; quizá no tanto el que haya producido un aumento, también exponencial, en los conocimientos; tema posible: criterios de medición del "progreso". Por poner un punto a discutir en las precisiones, que nunca se dan; del "progresismo" científico, cabría apuntar, como hace Truesdell, que un mecánico de hoy, con todas las herramientas del Cálculo matemático, quizá tuviera más de una dificultad para determinar las posiciones de equilibrio, y su estabilidad, de cualquier segmento recto de un paraboloide de revolución de peso especí-

fico arbitrario flotando en un líquido. Problema resuelto por Arquímedes, al viejo modo euclídeo. ¿Hay progreso en la capacidad de plantear y resolver problemas en las ciencias?.

Vuelvo a la cuestión que he tomado como hilo conductor, porque no era mi pretensión realizar una crítica al empirismo ingenuo, dogma al que se ligán, como partes constitutivas, las ideas nunca precisadas de progreso y de historia lineal del pensamiento científico. Y en esta vuelta parece razonable admitir que en las ciencias se requieren datos, hechos. Sin embargo, cabe, al menos, preguntar: ¿Cuándo un hecho es un hecho científico? ¿cuándo un dato es un dato científico?. Permítaseme, aquí, unas metáforas, muy clásicas: Si en un laboratorio se le pregunta a un visitante ¿pasa corriente?, lo más probable es que esa pregunta carezca de sentido para él y no sepa dónde buscar algo llamado "corriente!". Alguien deberá aconsejar, indicar el contexto en el que esa pregunta cobra su pleno sentido. Una corriente eléctrica no es un fenómeno visible directamente, no es un hecho observable en sí, sino por sus acciones, por sus consecuencias: fenómenos calorífico, químico, magnético... Y gracias a esas acciones vendrá en manifestarse el paso o no de la corriente. Gracias a alguna de esas acciones se habrá podido construir, por ejemplo, un aparato, que estará en ese laboratorio, que tendrá una aguja en un cuadrante. Y si la aguja se mueve, podrá el visitante decir que pasa la

corriente; si queda inmóvil, podrá afirmar que no pasa dicha corriente. Pero cuidado, siempre que un genio maligno no haga la jugada de mover la mesa sobre la cual se encuentra el aparato y haga mover la aguja o los materiales de que ese aparato está construido...

Siempre que concurren una serie de circunstancias que aseguren que el experimento en el cual se va a observar lo que no se ve, el "hecho científico", se adecúe a unos contextos previos, que no suelen explicitar en su totalidad.

Quiero indicar que el fenómeno físico, y en el caso anterior es algo muy elemental, no es simple, sino que un fenómeno se convierte en hecho científico únicamente en el contexto de una teoría determinada. ¿Qué digo UNA teoría? Lo es en el haz de todo un contexto o red de teorías que implican hasta unos procesos tecnológicos determinados, apoyados en una mecánica, resistencia de materiales, tipos de medida, cuadro de errores...

En cuanto a los datos, nueva metáfora: Una casa requiere de ladrillos para su construcción. Una teoría científica requiere datos para su elaboración. Pero una casa no es un montón de ladrillos solamente, ya que siguen una estructura definida.

Incluso más: los ladrillos lo son en cuanto la construcción de la casa los requiere como tales. Es la organización arquitectónica en función de la cual se realiza la búsqueda del material más conveniente. Es en función de que quiere construirse una casa como se realiza la búsqueda de los materiales más adecuados para tal fin

Los datos lo van a ser, igualmente, pero siempre en el contexto de una teoría previa que los convierta en tales datos, nunca porque lo sean en sí.

Y hay un punto que deseo hacer constar. Ni los hechos, ni los datos son algo inamovible, fijos para siempre. Dependen tanto del marco teórico que prefija lo que hay que buscar, como de las técnicas con las que esos contextos precisan qué hay que buscar. No es lo mismo la búsqueda de la estructura biológica de un ribosoma mediante un microscopio óptico que mediante un microscopio electrónico, ni lo mismo que su búsqueda mediante la difracción de rayos X que mediante la dispersión de neutrones. Y si los microscopios alteran los datos, esta variación encuentra su más espectacular confirmación en cosmología donde los datos varían permanentemente, no voy a decir que de año en año, y no sólo por las técnicas, indirectas, de observación, sino por los propios cálculos teóricos previos. Insisto, todo ello implica que sólo en el interior de unos contextos determinados las leyes pretendidamente construídas con tales datos serán válidas. Y bastaría mencionar leyes "experimentales" como la de Coulomb no válida para contextos como los de partículas elementales cuando las distancias son muy cortas, por no citar los muy viejos problemas y ejemplos procedentes de la teoría de gases.

Parece que es la experiencia, no el experimento, quien

de una forma u otra da la ocasión para que se elaboren teorías conceptuales. Bien entendido que como mera ocasión para la creación conceptual que no es, no puede ser, un mero reflejo fotográfico de esa experiencia. Es claro que si el espacio biológico de la especie humana fuera distinto, sus construcciones conceptuales podrían haber sido diferentes. Es punto en el que interviene un elemento que debe ser tenido en cuenta: La existencia de diferentes burbujas en las cuales el hombre se encuentra inmerso. Burbujas que condicionan la existencia de distintos ámbitos o espacios. Así, además de la estrictamente biológica, se tiene la representacional que, en la especie humana, es inseparable de la simbólica, hasta el extremo de que la propia percepción ha venido condicionada por el símbolo. Junto a estas tres burbujas —que condicionan espacios como el religioso, el estético, el económico, por ejemplo— se encuentran las burbujas conceptual, tecnológica ...

Un empirismo ingenuo lo que hace es confundir las burbujas representacional y conceptual, llegando hasta la identificación de ambas. Indiqué antes que era una inconsecuencia la atribución, por ejemplo, a la Geometría, y nada menos que a la euclídea, de un origen empírico. Inconsecuencia porque el espacio perceptivo no es isotropo —ya que hay direcciones especiales, privilegiadas en él—; no es continuo —porque de dos cosas iguales a una tercera, la percepción sea visual, táctil, sonora, olfati-

va, no obtiene que sean iguales entre sí—; no es ilimitado, ni infinito, ni homogéneo en ninguna de las dos acepciones de homogeneidad, la de relatividad de posición ni la de magnitud. Y es un hecho que arquitectos como los que construyeron el Partenón manejaron con total rigor estas propiedades del espacio perceptivo porque no utilizaron la línea recta, precisamente porque deseaban que se viera como construído a base de líneas rectas.

Si el espacio perceptivo posee estas características, el espacio conceptual, el espacio de la Geometría euclídea las niega, y en su totalidad. Precisamente los postulados euclídeos, que se han considerado como meras definiciones o descripciones de objetos —a vueltas con la historia—, no son otra cosa que la especificación de las notas opuestas al espacio perceptivo. El espacio euclídeo va a ser caracterizado como espacio homogéneo en los dos sentidos de magnitud y posición, con lo cual la geometría que se pueda construir es únicamente la geometría de curvatura nula; isotropo, ilimitado, continuo, infinito. Un espacio conceptual, el geométrico, radicalmente opuesto al perceptivo. Un espacio en el que tiene que verse lo que no se ve y no verse lo que se ve. Si se hubiera obtenido por mera abstracción —y no entro en los problemas que este término entraña, incluso desde el enfoque de la psicología experimental—, el espacio geométrico obtenido hubiera sido, sino el topológico, al menos el proyectivo.

Haber identificado el espacio conceptual con el perceptivo es lo que condujo, precisamente, a la construcción cinético-corpúscular laplaciana, a la búsqueda de "leyes de la naturaleza" y al posterior empirismo ingenuo. Identificación errónea, porque la geometría euclídea sobre la cual descansa la mecánica newtoniana, como la geometría semieuclídea sobre la cual descansa la mecánica relativista, son espacios conceptuales, de ahí su posible caracterización formal, matemática, como espacios vectoriales con producto escalar y métricas diferentes para cada caso. Y la adecuación o no respecto a la naturaleza, a unas representaciones de la misma, se centra en el establecimiento de reglas semánticas, de reglas de significación por las cuales unos u otros sistemas conceptuales permiten elaborar modelos más próximos, más acertados a las representaciones que se tienen de la naturaleza. En ningún caso constituyen prescripciones que ha de seguir la misma.

Y con ello estoy afirmando que el científico, a partir de la experiencia incardinada en su propia estructura biológica condicionada por la mito-simbólica, es constructor de teorías, pero en la burbuja conceptual. En la cual, además de construir teorías, ha de elaborar reglas de significación para el conjunto de las variables conceptuales, reglas que permitan la construcción de modelos y, en ellos, de hipótesis y conjeturas que son las que conforman el cuadro falsable. Con la adverten-

cia de que las teorías no son construcciones conceptuales aisladas entre sí, sino que se encuentran interrelacionadas, apoyándose unas en otras. Consecuencia de esta posición sería que el estudio de unas u otras teorías científicas debería realizarse con el enfoque que parte de una totalidad integrada, sin la vieja clasificación de teorías jerarquizadas, como la planteara Comte y que, de una u otra forma, se mantiene todavía hoy. Interrelación que no implica interdisciplinaridad -mucho menos multidisciplinaridad-, sino búsqueda de métodos subyacentes y estructuras sistemáticas comunes. Modo de enfocar el hacer científico que implicaría un modo de exposición en el que se diera al experimento su papel adecuado, sin errores de perspectivas. Errores que se dan en la Matemática con las pretendidas vueltas a lo experimental y sus consecuentes "matematizaciones de lo real", con el perjuicio consiguiente para la racionalidad conceptual.

Y el instrumento básico de la burbuja conceptual, en el manejo del pensamiento puro -y menciono a Euclides, a Frege-, tenga el origen genético o psicológico que tenga es por ahora, el método axiomático, el viejo método euclídeo. Es el instrumento base para la caracterización de las teorías racionales, como lo mostrara Newton frente al mecanicismo cartesiano. Y no sólo en cuanto a mera organización expositiva como se ha venido indicando, sino en cuanto a delimitación y caracterización de la componente estructural, impo-

niendo unos cuadros de racionalidad muy precisos tanto metodológicos como de investigación. Método que implica una inversión tanto ontológica como metodológica respecto a creencias como las que antes he indicado de propias del empirismo. El objeto de estudio en una ciencia racional es la teoría considerada como un todo, globalmente, y desde ella, en su interior, es donde se sitúa la búsqueda de sistemas de hipótesis adecuado para la caracterización de modelos.

Maxwell, en el Prefacio de su obra fundamental, publicada en 1873, pero que venía impartiendo desde varios años antes, hace referencia a Faraday, cuyo espíritu y obra sigue muy de cerca. Afirma: "Los métodos de Faraday se asemejaban a aquellos en los que partimos del todo para llegar mediante el análisis a las partes". En términos más actuales indicaría que debe partirse de los enunciados globales, generales, para alcanzar después los particulares. Como para Newton lo importante es la formulación de la teoría global para ir descendiendo a sus particularizaciones y, con ellas, a los cuadros que posibiliten la experimentación. Sólo desde esta perspectiva puede emplearse posteriormente el mecanismo inventivo que Maxwell -como después Poincaré- hace descansar en la analogía, pero ya de sistemas o teorías delimitadas. Mecanismo por el cual Maxwell, alcanzaría el logro de lo que Cournot había expresado en 1872:

"La teoría óptica de Fresnel, no tiene ninguna relación con la

teoría del calor de Fourier, ni con la teoría de Coulomb o de Poisson, ni con la teoría de Ampère, y el objetivo más importante de la Física Actual consiste, por el contrario, en mostrar que todos esos fenómenos ópticos, térmicos, eléctricos y magnéticos, tienen en realidad entre sí la unidad más íntima".

Unidad establecida por Maxwell en función de su convicción teórica globalizadora que le conduce a identificar el éter óptico imaginado por Fresnel con el éter magnético y el eléctrico para alcanzar el éter electromagnético común que permita realizar la unidad global perseguida. Ideal de teoría global y simplificadora por que según Maxwell, en una sana filosofía, no deben multiplicarse inútilmente entes cualesquiera cuando todos pueden que dar abarcados en una unidad. Y de esta forma el movimiento de una partícula, de una carga, por ejemplo, debe producir la aparición de los campos eléctricos y magnético, perpendiculares entre sí y con la dirección de propagación de la carga. Ideario que le lleva a la formulación matemática de las ecuaciones fundamentales del electromagnetismo que hoy llevan su nombre. Ecuaciones de las que se obtiene, deductivamente, que las ondas electromagnéticas que son soluciones de dicho sistema pueden tener diferentes longitudes de onda. En otras palabras, las soluciones matemáticas de sus ecuaciones fundamentales son las que llevan a la existencia teórica de ondas electromagnéticas más allá de la región visi-

ble. Ahora corresponde al experimentador crear los medios adecuados para dar existencia material a dichas ondas, porque ya sabe lo que debe buscar. Hertz, a instancia de Hertz, logra dar vida a las primeras ondas "insólitas" que unas ecuaciones unificadoras habían predicho. Hertz que, enfrentado con la teoría de Maxwell llegaría a la afirmación de que lo que "puede verificarse por la experiencia no es cada fórmula aislada, sino el sistema en su totalidad", sistema o teoría que se postula, de entrada como adecuada a la naturaleza y no, como algunos sostienen, como derivación, en plan de leyes experimentales, de dicha naturaleza.

Son varias las consecuencias, y no sólo metodológicas, de este enfoque conceptual. Así, ya es un truismo la no existencia de EXPERIMENTA CRUCIS, de experimentos decisivos para falsar una proposición, un teorema, o decidir entre dos teorías alternativas. Ninguna proposición —como pretende el empirismo ingenuo—, ninguna teoría —como pretendiera Hertz y luego Popper— queda invalidada por un determinado experimento. Por ejemplo, según la teoría de Einstein debe producirse un corrimiento hacia el rojo cuando el emisor se aleja del receptor. Para ser corroborada, falsada, esta proposición exige la afirmación no sólo de la teoría de Einstein, sino de la admisión de una ley de campo gravitacional, de una ley que relacione la longitud de una onda con el color, etc., por no

decir la admisión de una mecánica clásica y una mecánica —aquí con minúscula al estilo newtoniano— de la construcción de aparatos con los que poder llevar a cabo el experimento. Hay tantas leyes que se combinan con la teoría considerada básica para la posible falsación de dicho corrimiento que siempre cabe un DISTINGUO, bien en el interior de la teoría, bien en cualquiera de las múltiples leyes o proposiciones que la entornan. El experimento, aislado, no sirve para nada en cuanto al carácter decisivo, carácter que sólo lo tendría, por otro lado en caso negativo.

El truismo anterior lleva a la inadecuación de la idea sostenida por los empiristas lógicos, entre otros por Carnap, de existencia de proposiciones fácticas —el corrimiento hacia el rojo, en el ejemplo anterior— junto a las analíticas —la teoría básica y las proposiciones matemáticas de que hace uso— en la composición de cualquier teoría científica. Si cualquiera de ellas es modificable, o bien todas son fácticas o ninguna lo es.

También es consecuencia, y problema —uno más de los aquí mencionados—, el que una de las labores del científico, cuando [vuelve] su mirada a los fundamentos de su hacer, consista en poner de relieve los esquemas básicos de las disciplinas en las que está comprometido. Por poner un ejemplo muy simple de dicho Análisis, adaptado de Suppes ("Introducción a la Lógica simbólica", Ed. CECSA, México, 1966). Con términos de Maxwell,

en la Cinemática o ciencia del movimiento puro LAS IDEAS QUE SE NOS PRESENTAN SON LAS DE ESPACIO Y TIEMPO. EL UNICO ATRIBUTO DE LA MATERIA QUE SURGE ANTE NOSOTROS ES EL DE SU CONTINUIDAD DE EXISTENCIA EN EL ESPACIO Y EL TIEMPO, A SABER, EL HECHO DE QUE TODA PARTICULA DE MATERIA, EN CUALQUIER INSTANTE DE TIEMPO, ESTA EN UN LUGAR Y SOLO EN UNO Y QUE SU CAMBIO DE LUGAR DURANTE CUALQUIER INTERVALO DE TIEMPO LO EFECTUA MOVIENDOSE A LO LARGO DE UNA TRAYECTORIA CONTINUA.

La Cinemática, en la cual no intervienen nociones como las de fuerza o masa, está comprometida, en realidad, con un conjunto de elementos P y una función \underline{s} que aplica P en un intervalo de los reales; aplicación que dependerá de los elementos de P y de la variable \underline{t} de dicho intervalo, $s(p,t)$. Para Maxwell esta aplicación debe ser una función continua. Sin embargo, desde Weierstrass se sabe que existen funciones continuas que no son diferenciables, y lo que realmente interesa en Cinemática es que la función \underline{s} lo sea. De aquí que deba modificarse la pretensión y establecer como postulado, junto al que dice que P sea un conjunto no vacío, pero finito, el que la función $s(p,t)$ sea dos veces diferenciable -y, por fuerza, entonces, continua-. Junto a estos postulados, que darían la estructura formal de la Cinemática, cabe establecer reglas semánticas por las cuales se asignen a cada elemento de P un elemento de un conjunto P' dado y que se interpreta como de "partículas", pero como subconjunto de un espacio determinado. Reglas de asigna-

ción por las cuales sea compatible indicar que \underline{s} es la función de posición de la partícula, que la primera diferencial sea interpretable como la velocidad de la misma, la segunda diferencial como la aceleración. Naturalmente estas reglas de asignación semántica pueden ser tales que el espacio donde situar el conjunto P' , en lugar de tener como base un sistema referencial de tres dimensiones, tenga más, o posea una u otra métrica determinada, siempre que permita establecer condiciones de enlace por las cuales la "partícula" pueda moverse a lo largo de una curva o superficie o, en general, una variedad de dicho espacio, lo cual exige que se precise, de antemano, qué instrumental matemático va a ser empleado ...

Insisto en el hecho de que los fenómenos que se estudian en las teorías racionales son de tal complejidad que sólo pueden enfocarse en el interior de sistemas conceptuales interrelacionados. Las ondas de radio, los fotones, el plasma... son, todos, fenómenos creados en la naturaleza. Pero la descripción de los mismos sólo puede realizarse en el interior de unas teorías en las cuales adquieren pleno sentido. El problema, el viejo problema de la construcción de una imagen de la naturaleza, sigue en pie. Y con unas limitaciones tras una crítica de las posiciones de base, de posiciones como las que he apuntado al comienzo. Limitaciones que pueden concretarse en la no existencia, ni búsqueda, de

unas "leyes de la naturaleza" absolutamente universales, salvo como motor heurístico o emocional de cada científico. La construcción de teorías en el interior de la burbuja conceptual entraña la admisión de que la naturaleza es bastante más compleja de lo que el pensamiento empírico ingenuo creía y de ahí la imposibilidad de que las ciencias establezcan prescripciones que ha de seguir dicha naturaleza. Principio de modestia que conduce al abandono de las pretensiones que establecían, como objetivo prioritario el hallazgo de unas "leyes" que no serían otra cosa, desde la actual perspectiva, que principios metafísicos que sustituirían a los principios metafísicos de carácter pretendidamente más filosófico. La crítica de convencionalistas como Duhem, como Poincaré condujeron a reducir estas pretensiones, mostrando que la validez de los principios y leyes científicas se limita a unos contextos determinados; consecuentemente, que las teorías científicas no poseen un estatuto de validez absoluta. Y si estas consecuencias son válidas en los terrenos de las ciencias "racionales", también serían aplicables a las extrapolaciones que pretenden encontrar leyes absolutas, dogmáticas, en otros campos, como el social, por ejemplo.

Ahora bien, el principio de modestia no debe asociarse, como algunos han intentado, con el desprecio de la racionalidad constitutiva de la burbuja conceptual, con la intro-

misión en ella de elementos irracionales. Que desde esta burbuja se sostenga que las ciencias no pueden dar una imagen radicalmente comprensiva y acabada de la naturaleza no hace otra cosa que volver a los criterios de Newton. Quien no por ello dejó de trabajar en la elaboración de un cuadro científico racional, que diera al menos una imagen de una parte del océano que, con ella, se habría ante el intelecto humano, aunque estimara que desde otras burbujas podría obtenerse otra imagen, quizá más comprehensiva desde ese océano —así desde la alquimia, por ejemplo—. Es la misma posición que sostendrá Einstein, en última instancia, cuando afirmaba:

"Las leyes generales en las que se basa la estructura de la física teórica pretenden ser válidas para todos los fenómenos naturales. Por mediación de ellas se debería poder llegar a la descripción —o sea, a la teoría— de cualquier proceso natural, comprendido el de la vida, gracias a un trabajo de pura deducción, si tal operación no superara ampliamente las capacidades de nuestro intelecto...".

Es la creencia en la racionalidad que exige la burbuja conceptual lo que condujo a Hilbert, en 1900, a plantear como problema 6 de los centrales en la investigación matemática durante el siglo XX, el de fundamentar las teorías racionales en el método axiomático. Método propio de la burbuja conceptual, y que permite realizar la inversión con-

ceptual en el hacer científico, al menos entre quienes se ocupan no sólo de desarrollar parcialmente su disciplina, sino también de revisar los fundamentos de su hacer.

Y en este punto se plantea otro problema, en debate muy actual, entre los filósofos de las ciencias. Si método axiomático implica reducción al lenguaje de Lógica de primer orden —lo que constituiría la formulación canónica—, entonces la labor se centraría en el análisis sintáctico en el análisis lógico-formal de las proposiciones de una teoría científica. Es la posición que sostuvo Carnap y que ha permitido una serie de clarificaciones muy importantes. Cabe otra posición. Aquella que enfoca la Lógica formal no como instrumento de análisis lingüístico, sino como una disciplina matemática más, cuyo objeto es el estudio de los sistemas formales mediante el propio método axiomático. Desde esta perspectiva, la Lógica ya no es instrumento base, sino una disciplina más, que requiere el empleo de una teoría conjuntista intuitiva como lenguaje común a las restantes teorías deductivas. Supone aceptar el método axiomático en sí para la construcción de las teorías científicas apoyándolas en el lenguaje de la teoría intuitiva de conjuntos. En otras palabras, cabe mantener el modo de construcción euclídeo. En el ejemplo de Cinemática que he mencionado antes, era la posición adoptada, y bien entendido que ese ejemplo ha sido dado sin la correspondiente formalización. Desde este punto

de vista, la construcción de una teoría, al método euclídeo, requiere partes como las siguientes, que pueden ir en orden distinto al que enuncié:

COMPONENTE A:

Teoría general dada por

1. Una lista de cantidades primitivas, indefinidas.
2. Axiomas, establecidos en general en formulación matemática, que especifiquen las relaciones y operaciones que satisfacen las cantidades primitivas.
3. Definiciones de nuevas entidades en términos de las primitivas.
4. Consecuencias o teoremas, obtenidos deductivamente —conforme a las reglas de derivación de una Lógica de primer orden que puede estimarse como subyacente a la teoría dada; si de orden superior, nos lo permite la teoría intuitiva de conjuntos base.

COMPONENTE B:

Especificación de las teorías, matemáticas o no, de las que se hace uso, y que indicarán las interrelaciones y dependencias entre ellas, así como el tipo de posibles interpretaciones posteriores —si los instrumentos matemáticos se refieren a sólo condiciones de linealidad o no, por ejemplo, y qué tipo de métricas cabría aceptar—. Y deseo destacar que el empleo de unas u otras teorías matemáticas condicionan, decisivamente, las posibles interpretaciones o reglas semánticas dadas en la

COMPONENTE C:

Reglas semánticas, explícitamente enunciadas, que relacionen la teoría dada con al-

cún modelo o interpretación suyo. En este punto puede hacerse intervenir, incluso, algún "modelo" pictórico o figurativo, siempre como ayuda heurística, no como "la" realidad a que pueden hacer referencia las reglas semánticas. Normalmente, estas reglas semánticas y la diferenciación entre teoría y modelo no suelen realizarse en la práctica, dando origen a todo un haz de malentendidos como en el caso del empleo de partículas y ondas en la Mecánica cuántica...

COMPONENTE D:

Elementos que pueden calificarse de constitutivos y que no son otra cosa que los que permiten establecer subteorías, teorías particulares de la teoría dada. Para ello se agregan a los axiomas de la teoría general los correspondientes a la subteoría que quiere manejarse. Por supuesto, estos elementos constitutivos alteran las otras componentes, porque un modelo de la teoría general puede no serlo de una subteoría determinada. Estas subteorías no tienen por qué ser isomorfas entre sí.

Finalmente, en el estudio parcial de un fenómeno, en el interior de una teoría, cabe la plasmación de hipótesis en un modelo especial de ese fenómeno. Hipótesis y conjeturas modificables según la experimentación a la que van dando paso. Por ejemplo, el estudio de partículas elementales ha conducido a la creación, por Gell-Mann, en 1963, de un modelo, el quark, que permitía una clasificación y consecuente simplificación de las partículas hasta enton-

ces conocidas. Modelo que entrañaba la existencia, teórica, de una partícula componente de las demás, el quark, de cuya existencia material nada se sabe, a pesar de las búsquedas realizadas. Y que permiten, por analogía, llegar a la misma conclusión que con la teoría del éter de Lorentz-Maxwell: se admitía su existencia, pero también que era experimentalmente inencontrable. Producto del razonamiento teórico, el modelo ha sido modificado, completado en función, básicamente, de simetrías procedentes de la teoría de grupos, mediante la partícula encanto, que ha supuesto la obtención, porque se exigía que formaran grupo, de otras partículas, dado que el modelo predice correctamente los números cuánticos de todos los hadrones conocidos. Incluso a este nivel, el propio modelo quark vino a establecerse por "la convicción, al menos el deseo, de que la naturaleza fuera simple", en palabras del creador de la partícula encanto, Yoichiro Nambu. Convicción o deseo que no implica que, a este nivel, dicho modelo no sea rectificable, modificable, incluso eliminable en función de otro más comprensivo en un momento futuro, o que pueda coexistir con otros modelos -en este caso, con el de la cuerda tensa, por ejemplo-. Modificación del modelo, y sustancial como la ocurrida con el propio quark, que puede llegar a la reformulación de otras teorías. Así, el modelo quark se inserta en los modelos de las teorías gauges no-abelianas, en contraposición a mo-

delos de las teorías electromagnéticas de Maxwell que se incluirían en las teorías gauges abelianas donde cualquier partícula con cierto número cuántico -o carga- genera un campo cuya intensidad es proporcional al número cuántico -en el caso del modelo electromagnético dicho número cuántico es la carga eléctrica-. En las teorías gauges no-abelianas es el propio campo el que lleva carga o número cuántico, lo que implica que es su propia fuente. Con esto lo que vengo a indicar es que las transformaciones del modelo pueden dar paso a nuevas reclasificaciones y, consecuentemente, a nuevas subteorías dentro de la teoría en la cual se originan.

Un problema, un viejo problema es el que he tratado de resucitar aquí. Problema que se encuentra tan vivo como en los tiempos de Platón: las relaciones Experiencia - Teoría (racional), con algunas de las cuestiones a que se liga. Cuestiones porque también los problemas se interrelacionan entre sí, se interpenetran.

En este aspecto parece que lo importante sigue siendo tanto la razón como la experiencia de la burbuja biológica, la experiencia común, vivida en la que se incardina el propio contexto intercultural, y no ya el experimento que entra en el ámbito de las burbujas conceptual y tecnológica por modo casi exclusivo. Es la experiencia del peso de una piedra, de su

caída si la soltamos, de su durez, su impenetrabilidad, su posibilidad de choque con otra ... de la que hablara Newton como base de la Mecánica con mayúscula, de la Mecánica racional. Es de esa experiencia difusa de hechos de la que hablara Poincaré al señalar que son estos hechos los que conforman la teoría y a los cuales debe someterse la misma. Experiencia constitutiva de hechos que podría decidir entre dos teorías alternativas aptas para describir un mismo conjunto de fenómenos, ahora ya fenómenos físicos, científicos. Teorías alternativas entre las cuales la elección sólo vendría dada por principios de conveniencia y simplicidad. Punto en el cual Einstein afirmaría que las ideas del matemático francés eran, *SUB SPECIE AETERNI*, perfectamente válidas.

No desearía terminar sin remarcar que tanto esa simplicidad electiva -Einstein la denominaba "naturalidad"-, como la elección de las reglas semánticas que deben especificarse en las componentes de una teoría, se apoyan en unas convicciones extra-conceptuales a las que he ido haciendo referencia y que, en algunos casos, llegan a tergiversar el pensamiento de autores, como el caso de Galileo pone de relieve. Entre las convicciones o hipótesis que en general son admitidas más ampliamente, pueden mencionarse: La convicción de que existe un mundo de objetos materiales; la convicción de

que las teorías científicas hacen referencia a ese mundo; la convicción, o el deseo, de que la naturaleza debe ser simple ...

Convicciones o creencias que Einstein plasmaría en su polémica con Bohr al afirmar que Dios no juega a los dados. O en la repulsa de Poincaré hacia el indeterminismo que conduce a la eliminación de las ecuaciones diferenciales como instrumento central matemático para el físico -no por creencia religiosa alguna, como era el caso de Einstein-. Son creencias que entornan la burbuja conceptual y que, en general, conducen a la afirmación en el trabajo racional como elemento esencial de dicha burbuja, aunque en otras burbujas puedan intervenir otras racionalidades, si es factible ese nombre. Trabajo conceptual incardinado en el mundo del ES, aunque sostenido por unas creencias incardinadas en el mundo del DEBE, porque son estas creencias las que soportan la fe en el pensamiento racional e inducen que debe el científico, seguir y manejar la razón en esa burbuja para obtener un cierto tipo de conocimiento -sin prejuizar si mejor o peor que otros-. Y aquí se tiene otro problema: el de la racionalidad, las relaciones de la fe en el papel crítico del pensamiento racional, el de las creencias que entornan cualquier tipo de trabajo como el científico. Fe en dicho trabajo, en el papel que le co-

rresponde y que Poincaré plasmaría en un discurso en 1909 en la Universidad de Bruselas, única institución que mantenía como principio rector el del libre examen. Palabras con las que finalizó, advirtiendo que el término "hechos" debe tomarse en el sentido últimamente mencionado, ligado a la experiencia común:

"El pensamiento no debe someterse nunca ni a un dogma, ni a un partido, ni a una pasión, ni a un interés, ni a una idea preconcebida, ni a nada, salvo a los hechos mismos porque, para él, someterse, sería dejar de ser".

BIBLIOGRAFIA:

- BUNGE, Mario. "Filosofía de la Física", Ed. Ariel, 1978.
STEGMÜLLER, Wolfgang. "Teoría y Experiencia", Ed. Ariel, 1979.
SUPPE, Frederick. "La Estructura de las Teorías Científicas", Ed. Nacional, 1979.
SMART, J. J. C. "Entre Ciencia y Filosofía", Ed. Tecnos 1975.