

LA CATEGORÍA COGNITIVA DE LOS ORÍGENES Y EL SENTIDO DE LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS*

Félix Schwartzmann
Universidad de Chile

Para mí las ocasiones en que los hombres alcanzan el conocimiento de las cosas celestes, no me parece menos admirable que la naturaleza misma de las cosas celestes.

KEPLER

Que la totalidad de nuestras experiencias sea tal que por medio de la reflexión pueda ser puesta en orden, realmente, nos sobrecoje, pero es algo que jamás comprenderemos. Pudiera decirse que "el eterno misterio del mundo es su comprensibilidad".

ALBERT EINSTEIN

Del mismo modo como el sol mueve a todos los planetas, la mente, según lo enseñan los filósofos, al comprenderse a sí misma hace aflorar lo inteligible en todo.

KEPLER

¿Cuál es el valor de la ciencia natural? ...Obedecer el mandato de la deidad délfica: *Conócete a ti mismo*.

SCHRÖDINGER

Yo soy. Pero no estoy en posesión de mí mismo. Tal es el origen de nuestro devenir.

E. BLOCH

*Capítulo de su obra *El significado de la física en Occidente y las concepciones de lo real*, por editarse próximamente. (Nota del Editor).

EL PROBLEMA

R Partimos del supuesto, que desarrollamos hace décadas, según el cual sólo la historia proporciona conocimientos adecuados de lo que es la ciencia. Entonces pensábamos en una filosofía de la historia de la ciencia cuyos rasgos fundamentales ostentan un perfil diverso y que, además, se diferencian profundamente de lo que, en el pasado y también a partir de los años sesenta, se considera un viraje radical en la epistemología y en la historia del saber exacto. Siendo así, necesario es declarar, desde luego, que apuntamos aquí a una visión de la creatividad científica que trasciende los condicionamientos limitantes que se imponen la sociología del conocimiento y la filosofía de la cultura. Pues tales disciplinas parten de principios que se juzgan, erróneamente, como adecuados para comprender la evolución de las ciencias, particularmente de la astronomía y de la física. Asimismo, intentamos comprender cómo se llegó a generar, por ej., una especie de correlación o simbiosis entre física de altas energías y cosmología y, por este camino, indagar también el modo y estilo de algunas síntesis o unificaciones propias de las teorías contemporáneas, en el sentido que les confiere Steven Weinberg.

En relación a lo anterior se procura comprender el significado de los *cambios* que acaecen en el discurso científico, en busca de cierta viva unidad entre las ciencias de la naturaleza y las ciencias humanas; más específicamente, tendemos hacia tal objetivo tratando de conciliar los opuestos métodos aplicados para explicar el dinamismo del saber, designados como *internalismo* y *externalismo*, no menos que la racionalidad y la irracionalidad de la evolución o las mutaciones de los modelos científicos. Dicha contraposición no es unívoca, como se sabe, por lo que adoptan distintas formas en las epistemologías del presente. No escapamos a la tentación de señalar que esta multiplicidad de filosofías de la ciencia es tal, que ella queda reflejada en lo que describe W.H. Newton-Smith cuando se refiere a la física contemporánea: “La comunidad de investigadores está, en general, de acuerdo sobre los tipos y formas de explicaciones que se han de buscar... pero, cuando se toma la ciencia misma como objeto de investigación, el acuerdo desaparece” (*The rationality in science*, Kegan, 1981, p. 3).

Sostenemos, además, que únicamente exhiben rigor las definiciones de los conceptos básicos del método científico (ley, teoría, verificación, refutación, fundamento, etc.), y de las llamadas verdades científicas, que no resulten contradictorias con la historia concreta de la ciencia, de los textos y su respectivo subsuelo arqueológico, en el sentido de la *arqueología intuitiva* de Einstein. Semejantes contradicciones no es difícil encontrarlas en algunas

epistemologías a las que nos referiremos (por ej., para acotar el sentido de confirmar, es preciso tener presente que lo verificable en función de un modelo teórico puede ser refutado en el campo posible de otro sistema conceptual. Tal es la hermenéutica ontológico-relativista de la verificación. Es decir, las nociones de prueba y falsación revelan una particular lógica de la complementariedad entre validez y relatividad de los enunciados. Este dualismo es una de las condiciones de posibilidad de las revoluciones científicas).

En fin, cabe bosquejar reflexiones críticas en torno a las concepciones contemporáneas de la noción de revolución científica que, esperamos mostrarlo, no ostentan correlaciones significativas con la realidad del cambio en el saber exacto. Asimismo, y teniendo como perspectiva la elaboración de ideas relativas a una antropología del conocimiento, comentaremos las obras de importantes historiadores y epistemólogos, tales como Duhem, Koyré, Distirkjuis, Guerlac, R. Hall, Cohen, Popper, Kuhn, Feyerabend, Lakatos, Laudan, Shea, Still Drake, Agassi, Latour, Pickering, Hallyn y otros.

A fin de facilitar la posibilidad de comprensión de parte del lector, ensayemos una síntesis más de nuestro tema: que una determinada concepción de lo *imaginado o postulado como real* subyace a las orientaciones fundamentales del discurso científico. Es decir, que en el ilimitado campo de lo susceptible de ser concebido como posible y existente, siempre se destaca un referente esencial, por ej., el tiempo, los epiciclos, lo circular, la elipse, la inevitabilidad de los movimientos curvos en el universo (Galileo), el movimiento como inherente a la esfericidad, el tiempo y el espacio absoluto, la tetradimensionalidad del espacio-tiempo o la inexistencia de partículas elementales. Dichas formas o modalidades de entes considerados como existentes estructuran toda una trama de conexiones conceptuales, de criterios de verificación, de estilos de leyes físicas, con una lógica interna que apunta hacia métodos científicos acuñados según el modelo ontológico de que se parta. Además, esas teorías de lo real configuran, justamente a causa de su arraigo histórico, imágenes del mundo y del contorno inmediato hasta alcanzar el ámbito de la experiencia íntima y lo percibido como real en la corriente de la conciencia. Esto lo revela la historia de la ciencia, en cuanto sus análisis no se dejen influir sólo por determinadas teorías del conocimiento o del método científico, sino por todo lo que implica la pregunta fundamental, crítica y configuradora al mismo tiempo: *¿qué es real en el universo, en el mundo, en la sociedad, en el otro y en uno mismo?*

Queremos decir que el sentimiento, la experiencia, la duda, la certeza, el deseo, el anhelo o la confianza en lo real, revisten múltiples formas y, al mismo tiempo, constituyen fundamentos de acciones en el mundo, en la

sociedad, y en las concepciones de la naturaleza. *La pregunta qué es real*, actualiza, refleja, representa el centro vivo de todo hacer y pensar. Lo que se juzga como real prefigura desde el orden de las relaciones íntimas, pasando por la estructura de la vida cotidiana y de la sociedad hasta alcanzar las concepciones más abstractas de la física. Así, por ej., Galileo pensó que la elipse kepleriana introducía una especie de desorden en la imagen del cosmos. Del mismo modo, afirmó que en el universo únicamente tenían coherencia y realidad objetiva los movimientos curvos. Siendo así, cabe desarrollar la historia de la física desde la perspectiva de lo que se concibe como real y posible si bien aquí falta una advertencia. Para quien cultiva la magia, cualquiera transfiguración se imagina real. Veremos a lo largo de este trabajo, que la fenomenología de lo concebido como existente, constituye la experiencia cognitiva originaria desde donde emanan los criterios que confieren coherencia a los nuevos modelos de mundos posibles.

(En el capítulo dedicado a N. Bohr, veremos de qué modo insospechado y singular se asocia un proceso de autoconocimiento a la invención teórica que inspira a Bohr la posibilidad de acuñar los esquemas conceptuales que fundamentan su teoría de la complementariedad.)

SOBRE LA COMPLEJIDAD DE LOS ORÍGENES

Comenzamos aquí unas reflexiones sobre la evolución de la física a partir de Galileo. Representaría mera conjetura, si no ilusión teórica, pensar que el enunciado del tema de tales meditaciones queda definido al referirse a la historia de dicha disciplina científica. Lejos de ello, porque la historia de la física no cabe aislarla, sin artificio, de otras narraciones posibles que pertenecen a esferas de análisis distintas, pero que, en algún punto se conectan o interactúan entre sí. Lo muestra así la historia de la historia, la propia del mito, la historia de las religiones, del conocimiento, de las sociedades o del arte. Porque ocurre que al ahondar en problemas básicos que aparecen en el desarrollo de las filosofías naturales, apenas nos hemos adentrado en ellos, revelan entrecruzamientos entre líneas de pensamiento y de presupuestos que a distancia teórica parecían ajenos a la concepción de las leyes físicas de que se trate en cada caso.

Ciertamente, esa compleja trama de genealogías se torna ostensible tan pronto como prescindimos de concebir historias puramente lineales y cronológicas de los avances del pensamiento científico, camino de una historia *textual* (no sólo en el sentido de W.R. Shea), sino en cuanto alcanzamos el territorio teórico de lo que designamos como *antropología cognitiva*. Situados

ya dentro de esas dimensiones metódicas, es posible desarrollar estilos hermenéuticos en los que confluyen análisis de tipo histórico, antropológico y cognitivo. Es decir, se abren caminos que llevan a comprender cómo se generan las distintas concepciones de lo real, de preferencia en cuanto tienen como referentes fenómenos y efectos susceptibles de investigaciones racionales. Ello, en parte al menos, haría posible aproximarse a los misterios de los orígenes del discurso propios de la ciencia y del surgimiento de las revoluciones científicas.

Es necesario insistir en este punto fundamental, sin temor a caer en reiteraciones. En definitiva, la tesis que expónemos se orienta a comprender cómo y por qué en diversos períodos históricos cambiantes ontologías establecen pautas epistemológicas; es decir, cómo y por qué merced a ellas se concederá categoría de realidad, de ser, de existente, a entes, a determinados movimientos, trayectorias, o paradojas fenomenológicas que las teorías pretenden explicar dentro del marco de referencia de una concepción del hombre y del universo. En consecuencia, no delata temeridad afirmar ahora que la historia de las ideas de la naturaleza es el correlato exacto de lo que se juzgue "real" en ella. Por cierto, no se trata, simplemente, de demarcar las diferencias que median, en cada caso, entre las abstracciones conceptuales de la física, por ej., y su alejamiento de la realidad inmediatamente sensible; más allá de ello, tenemos presente aquí los efectos revelados por experimentos, cuya realidad, paradójicamente, modifica no sólo la visión de la ciencia, sino del mundo natural mismo. Eso es lo que ocurre cuando, luego de los experimentos de A. Aspect, se considera que la "no-separabilidad" representa uno de los esquemas conceptuales más consolidados de la física actual.

(Sobre el alcance y peculiaridades de este experimento, realizado en 1982, véase más adelante.)

No somos los únicos que pensamos que la física cuántica y sus correspondencias cosmológicas, representan una *revolución cultural*. Esta inferencia resulta fundada, aun cuando los descubrimientos o invenciones conceptuales que hicieron posible determinados experimentos, a simple vista parecería que no expresan ninguna analogía con la revolución cultural de que hablaremos en otro capítulo.

Planteado el problema de la realidad a partir de la trama de conexiones que acabamos de mencionar, trasciende, en varios aspectos, la genealogía milenaria del modo de conjeturarse a lo largo de la historia de la filosofía y la metafísica. Dicha tradición discursiva oscila entre oposiciones, contrarios y antagonismos, entre realidades de la experiencia íntima y del mundo exterior, postulando objetividades y apariencias, dejando las huellas de una pluralidad de idealismos y realismos. Semejante antítesis no implican única-

mente las polaridades señaladas, más bien reflejan, en sus dudas metódicas, toda la historia del hombre.

Limitándonos siempre al tema que nos preocupa, recurrimos ahora a un ejemplo muy concreto y de venerable tradición astronómica, al tiempo que simbólicamente representativo de lo recién señalado. Hacia el siglo III (antes de J.C.), Aristarco de Samos, inspirado en Heráclides y acaso en el pitagórico Filolao, inventó un modelo heliocéntrico de sistema del mundo. Este fue rechazado, entre otras razones, porque el desplazamiento circular de las trayectorias de los planetas en torno al sol, postulado por Aristarco, no “salvaba los fenómenos”, que era el criterio de validez propio de la cosmología platónica. Tal supuesto conservó su vigencia durante siglos, de hecho hasta el advenimiento de la astronomía copernicana. “Salvar los fenómenos” implicaba, para Platón, establecer la coherencia adecuada entre su visión, el modo de aparecer de ellos y la explicación de por qué las apariencias eran como eran. Los griegos verificaron las “anomalías zodiacales”, es decir, excentricidades en la órbita de Marte, p. ej., un movimiento directo, otro retrógrado, y un tercero descrito como posición estacionaria. Tales anomalías las explicaba Tolomeo imaginando la existencia de epiciclos y de *círculos excéntricos*. Ahora bien, Tolomeo no se preguntaba por la significación *física* de dichas anomalías y excentricidades, pues lo que importaba era establecer armonía entre la construcción geométrica y lo observable, cabalmente, “salvar los fenómenos”. En esa conciliación descubría la realidad astronómica. Por igual motivo, aun cuando al comienzo de su obra afirma, por principio, que todos los movimientos cósmicos son circulares, inventa *círculos excéntricos*, aduciendo que un hombre de ciencias, por razones de simplicidad y dentro de su marco teórico, puede permitirse semejante desviación de su punto de partida básico. (Los físicos del presente hablan de “renormalizar”, claro está, cuando enfrentan divergencias, infinitos. (Tolomeo, *Composition Mathématique (Almageste)*, Vrin, 1927, de la traducción bilingüe, griego-francés de 1816, Libro I, Introducción y Cap. I, Libro IX, Cap. II y Libro XIII, Cap. II, donde afirma que si la simplicidad circular no basta, “es necesario escoger otras hipótesis que expliquen mejor los fenómenos”).

De esta manera, la creación de Aristarco se juzgó como *irreal*, por no respetar la concepción platónica del saber astronómico. Transcurrieron diecisiete siglos hasta que Copérnico sacó de las sombras seculares de la racionalización de apariencias, la concepción heliocéntrica de Aristarco. Su *realidad*, Copérnico la construyó relativizando las apariencias sensibles, y trascendiéndolas, merced a la búsqueda de simplicidad, volvió a detener al Sol y a poner en movimiento los planetas, como lo pensó Aristarco.

Son innumerables las formas de problematizar lo que es *real* y su demarcación respecto de lo *irreal* a lo largo de la historia de la física. Pero, a partir de los comienzos de este siglo se incrementa la frecuencia y la necesidad teórica, sobre todo, de conjeturar a qué fenómenos ha de atribuirse la categoría de existentes. “Yo no creo —afirma Mach— que los átomos existan”. No sólo hacia los años veinte A. Eddington se interroga con cierta zozobra acerca de qué es real, sino que ya en 1903, L. Boltzmann, en una conferencia sobre filosofía de la naturaleza, advierte que no se sabe lo que se quiere decir cuando se pregunta si *existen* el tiempo, el espacio o los átomos. Desde entonces, y casi durante todo el presente siglo, los físicos cuestionan o se abstienen de pronunciarse acerca de lo que cabalmente significa atribuir modos de ser, o un carácter ontológico a lo que acaece en el mundo de las llamadas partículas elementales. Ocurre como si el destino cognitivo inherente a la mecánica cuántica consistiera en especular en torno a si su mundo existe y cómo existe. Su perfeccionamiento teórico, sus audaces formalizaciones, y a pesar de las impresionantes verificaciones experimentales y creaciones tecnológicas a que ha conducido, ostenta una historia paralela de paradojas que emergen, justamente, en su búsqueda de lo real. Ello se manifiesta señaladamente desde las investigaciones de Bohr en el año 1913, hasta las experiencias de Alain Aspect, en 1982 y la verificación del principio de *no separabilidad*. Pero no nos anticipemos.

Se explica, entonces, que en esta obra partamos de un método para interpretar la historia de la física que ya enunciamos hace tres décadas y que, a juicio nuestro, es el que confiere sentido a las transformaciones que han experimentado la física y la cosmología. “La caracterización más adecuada de las etapas del pensamiento científico —escribí— cabe derivarla del estudio de los presupuestos metafísicos que inspiraron esas edades. Concretamente, *el criterio más radical* —en este intento hermenéutico—, *es el capaz de revelar la teoría de lo real que condiciona la índole de los métodos de investigación. Esto es, se trata de conocer la peculiar ontología que fundamenta, en cada caso, los esquemas científicos*. La orientación de la física moderna así lo aconseja, pues ella también ilumina con nueva luz el pasado de la ciencia... Así, *las generalizaciones científicas están subordinadas a una ontología determinada, como también lo están el alcance y posibilidades del observar mismo. En consecuencia, las cosmologías siempre tienen prefigurados sus límites cognitivos... Los mismos supuestos configuran el carácter de antítesis inconciliables a los problemas que plantean. En cada etapa de la ciencia los nexos que se establezcan entre observación y teoría dependen de la ontología que los articula*”.

La fecunda polémica entre Einstein y Bohr, por un lado, y el debate entre Einstein, Heisenberg, Pauli y Born, por otro, actualiza problemas del deter-

minismo *versus* indeterminismo que culminan, al fin, en cuestiones ontológicas. Una elocuente anécdota que narra León Rosenfeld, en el texto en que estudia la epistemología de N. Bohr, no desviará el curso de esta exposición. Lo que cuenta ocurrió durante una conversación con Yukava, en Kyoto, hacia el año 1961, investigador japonés cuya concepción del pi-mesón le significó obtener el Premio Nobel. Rosenfeld le formuló una pregunta acerca de si los físicos japoneses habían experimentado “las mismas dificultades que los físicos occidentales para asimilar la idea de complementariedad y adaptarse a ella”. El respondió: “No, la argumentación de Bohr siempre nos ha parecido a nosotros por entero evidente”. Y frente a la sorpresa que Rosenfeld dejara entrever, Yukava agregó, con una aristocrática sonrisa: “Ud. ve, nosotros en Japón no hemos sido corrompidos por Aristóteles”. En esa respuesta, implícitamente, se encuentra comprendida la *antítesis entre dos ontologías*. Es lo que mostraremos en las páginas dedicadas a Bohr. Su creador, juzgó la complementariedad como un esquema conceptual lleno de profunda simplicidad, por haber redescubierto el proceso dialéctico del conocimiento, “oscurecido” por las limitaciones epistemológicas impuestas por el idealismo platónico y la lógica aristotélica. (Al enunciar semejante juicio reflejamos la interpretación de Rosenfeld).

Para el historiador de las ideas y de la ciencia debería constituirse en objeto de estudio, en concordancia con la fina observación de Yukava, el hecho de que Heisenberg, un físico occidental, vuelva su mirada hacia el Lejano Oriente, cuando expone las implicaciones filosóficas de la física contemporánea. Repara, concretamente, que el lenguaje resulta impotente para expresar en forma inteligible los fenómenos cuánticos. Al mismo tiempo comenta que cabe, sin embargo, racionalizarlos merced al manejo de formalismos matemáticos. Discierne, por otra parte, tipos de tradiciones culturales donde el horizonte de lo posible transforma en inteligibles formulaciones que, en otros ámbitos de pensamiento se resisten a una comprensión intuitiva. Aunque luego rehúsa conjeturar las consecuencias del encuentro de la mecánica cuántica con esas antiguas tradiciones, no descarta la posibilidad de que tales conexiones puedan llegar a ser fecundas. Por eso, deja entrever que hay señales de una “cierta relación entre las ideas filosóficas tradicionales del Lejano Oriente y la sustancia filosófica de la teoría cuántica”. Sin establecer analogías con las interpretaciones del físico Fritjof Capra, autor de *The Tao of Physics* (Berkeley, 1975), y lejos de ello, es importante y simbólicamente expresivo señalar aquí hasta dónde alcanza la reflexión de Heisenberg. Sugiere Heisenberg, con sabia cautela, que es fecundo indagar las conexiones existentes entre estas realidades: las tradiciones de pensamientos, el lenguaje en que se expresan y las concepciones de lo real en que

culminan las distintas formas de representarse el mundo en otras civilizaciones, (*Física y filosofía*, capítulos 10 y 11, 1958), lugar en que Heisenberg también expone sus meditaciones acerca de las correlaciones que enlazan los problemas de niveles de lenguaje, ontología y visiones del mundo.

La historia de las ideas, dentro de la riqueza imprevisible de su trayectoria espiritual, suele sorprendernos con insospechadas emboscadas especulativas que cercan, con un toque de ironía a los dogmáticos epígonos de venerables concepciones no menos que a los augures de las nuevas. Tal es el caso con el libro recién mencionado de Capra, tan difundido como criticado, con cierta mordacidad, por los cultivadores de su misma disciplina. Ello deriva de que su búsqueda de un paralelismo entre el misticismo oriental y la mecánica cuántica, es enjuiciada como una especie de extravío, por carecer de correspondencia fundada con la cultura oriental. El sesgo irónico lo produce lo siguiente. Capra invoca en favor de las correspondencias culturales que se esfuerza en describir, afirmaciones del creador del principio de indeterminación. Recurre, en efecto como epígrafe, al pasaje donde Heisenberg exalta la fecundidad de la intersección entre ideas provenientes de dominios culturales, de épocas y de civilizaciones heterogéneas entre sí. Por su parte, Capra reafirma sus analogías en la segunda edición de su libro (Berkeley, 1982) y conserva, diríase que como fuente inspiradora, tres reflexiones de científicos: De J.R. Oppenheimer, N. Bohr y W. Heisenberg. Del primero retiene su opinión de que acaso nuestras ideas actuales en la teoría atómica siguen ocultas vetas del pensar budista y de los refinamientos de la sabiduría oriental. Ahora reproduciremos los textos de Bohr y de Heisenberg que, antes que puramente ilustrativos nos parece que anidan algo de exhortación.

“Para hallar un paralelismo con las enseñanzas de la teoría atómica... —sugiere Bohr en su ensayo *Biología y física atómica*, 1937—, debemos atender a tipos de problemas epistemológicos con los cuales ya se habían enfrentado pensadores como Buda y Lao-Tze, cuando trataban de armonizar nuestra posición como expectadores y actores en el gran drama de la existencia”. Luego escuchemos a Heisenberg: “La gran contribución científica a la física-teórica que llega del Japón desde la última guerra —anota Heisenberg en el capítulo 11 de su libro citado más arriba—, puede ser la señal de una cierta relación entre las ideas filosóficas tradicionales del Lejano Oriente y la sustancia filosófica de la teoría cuántica”. (Aquí consignamos el pasaje completo al cual remite Capra, del que anteriormente omitimos la primera frase. Estimamos conveniente anticipar que en el último capítulo de este libro que dedicamos a Bohr, desarrollamos una comparación entre el hermetismo místico propio de los supuestos que subyacen a los orígenes de la ciencia en el

Renacimiento, y las formas y significados del hermetismo orientalista contemporáneo).

Para nadie será una especie de sorpresa cognitiva enfrentar la complejidad inabarcable que revelan las transformaciones y modos de concebir lo real a través de la historia de la ciencia. Al contrario, tal vez despierte algún género de perplejidad la audacia de las extrapolaciones en los recientes desarrollos sobre los problemas relativos al tiempo y la irreversibilidad. Sucede que hace más de medio siglo, Bohr bosquejó algunas reflexiones en torno a particulares nexos existentes entre experiencias íntimas y el desarrollo de la teoría atómica. En 1988, Ilya Prigogine & Isabelle Stengers, en su obra *Entre le temps et l'éternité*, incorporan merced a una suerte de concepción bergsoniana del tiempo, asociada a experiencias subjetivas, lo que llaman su "nueva visión de la ciencia". Pero aunque ello no produzca sobresaltos epistemológicos, sí es aconsejable prevenirse respecto de infundadas analogías y extrapolaciones místicas que empañan la pura indagación de qué es lo que existe, pues aun tratándose de aportes especulativos valiosos, es necesario clarificarlos debidamente. Es lo que parece estar ausente en su exposición, cuando el físico B. Niclescu afirma: "La ciencia representa momentos de la *historia de lo real*. ¿Cómo puede concebirse una filosofía moderna que ignore la historia de lo real". Ello es lo que sostiene y se pregunta en su libro, de 1988, que trata de las supuestas anticipaciones científicas del místico alemán Jacob Boehme (1575-1624).

Las experiencias de lo real, sus representaciones, no menos que sus dudas cuando derivan hacia las conjeturas de lo que "es" irreal, ... objetivan su complejidad no sólo en el modo de concebir la realidad, mas también en el influjo retroactivo de tales concepciones sobre la experiencia íntima. Las paradojas de lo real cuando se reflejan en el yo, amenazan con tornarse irritantes. Heisenberg, expone, una y otra vez, en su libro *Física y filosofía*, que la mecánica cuántica ha sustituido al "materialismo ontológico" de la física clásica, por un "cambio en el concepto de *realidad*, que no constituye una continuación del pasado, pero sí la ruptura con él. ¿Qué significa llamar *reales* a las ondas de este espacio (el de configuración)? Este es un espacio muy abstracto. La palabra *real* se relaciona con la palabra latina *res*, que significa *cosa*; pero las cosas están en el espacio tridimensional ordinario, no en un abstracto espacio de configuración. A las ondas del espacio de configuración se las puede llamar *objetivas*, cuando se desea expresar que esas ondas no dependen de ningún observador, pero difícilmente se las puede llamar 'reales', a menos que se quiera cambiar el significado de la palabra" (1958). Acaso nunca en la historia del discurso científico las paradojas teóricas que salían al paso, orillaban la desesperación como ocurre con las hipótesis de

Bohr. Un día, Bohr le confesó a un amigo, que “si un hombre no es invadido por el vértigo cuando aprende la mecánica cuántica..., es que no ha comprendido nada de ella”. Lo anterior corrobora lo que reconoce Heisenberg en el capítulo 1 de la obra recién mencionada: “Yo me acuerdo de discusiones con Bohr que duraban horas, hasta muy tarde en la noche y que acababan, a menudo, en la *desesperación*; y cuando después salía a caminar por el parque vecino, me repetía sin cesar esta pregunta: ¿la naturaleza puede ser verdaderamente *tan absurda* como parecen indicarlo los experimentos atómicos?” (lo cursivo es nuestro). En fin, no temamos señalar que los recientes experimentos de Aspect han despertado en los físicos sentimientos muy semejantes a las que se expresan en las confesiones recién citadas. (Destacamos como fuentes de las mencionadas experiencias: A. Aspect, P. Grangier y G. Roger: *Experimental Tests of Realistic Local Theories via Bell's Theorem*, *Physical Review Letters*, agosto, 1981, Vol. 47, N° 7; Aspect, Dalibard y Roger, 1982, *Phys. Re. Letters*, 49, 1804; También el libro de M. Redhead, *Incompleteness, nonlocality and realism*, 1989, Clarendon Press, Oxford; y Henry Krips, *The metaphysics of Quantum Theory*, Oxford, 1987).

Conjeturar el por qué y el cómo de la aparición de nuevos estilos del espíritu científico destaca como el primer problema y enigma al mismo tiempo. Y ello al extremo que podría decirse que para el historiador y filósofo de la ciencia la fuente de perplejidad que siempre permanece, es el asombro ante los orígenes. *En el principio fue el origen*, representa una afirmación que apunta a las raíces mismas de la naturaleza del conocimiento. Claro está que podemos acotar la genealogía del saber reasignándonos a describir puras estructuras lógico-metodológicas y generalizaciones inductivo-experimentales. (También el principio de lo originario y de su dinamismo se revela crucial en las indagaciones acerca de expresiones religiosas, de la formación de comunidades y estilos de convivencia social o para indagar la génesis de la economía monetaria en relación con el desarrollo de la cuantificación como criterio del desarrollo mercantil; podríamos añadir la invención del *estribo* en la Edad Media y su influjo sobre la formación del capitalismo, no menos que la metamorfosis del *rictus* en *sonrisa* en la escultura griega arcaica). Es decir, comprobamos que en la generación de las grandes transiciones de las formas de creatividad cultural, algo se erige como inaccesible al conocimiento.

No debemos extrañarnos, por eso, que Pierre Duhem declare al comenzar su gran obra sobre la historia de la astronomía de Platón a Copérnico que “siempre es difícil establecer un origen”. (*Sistema del mundo*, t. 1). Pero también resulta alentador leer que Einstein escriba: “más enigmático que no se haya desarrollado la ciencia en la antigua China, es el hecho que surgiera

con el Renacimiento”. Corrobora lo anterior, consignar la declaración de J. Needham el que, aún reconociendo su ideología próxima al marxismo, dice “que se cuidaría mucho de atribuir el origen de la revolución científica de los siglos XVI y XVII al desarrollo del capitalismo”. Otro tanto sucede con las discrepancias que surgen en torno a la discontinuidad o continuidad de las grandes transformaciones en las concepciones físicas. Duhem se esfuerza, todo a lo largo de los diez tomos de su *Sistema del Mundo de Platón a Copérnico*, por demostrar cómo los supuestos que hacen posible enunciar el principio de la inercia se remontan a la escuela de París siglo XII. Del mismo modo el historiador inglés Crombie, para quien también aparece como incógnita la fuente de la revolución astronómica renacentista (*Historia de la Ciencia de San Agustín a Galileo*), cree encontrar en los siglos XIII, XIV en Gossteste y T. de Freyberg, los primeros planteos inductivos experimentales en el sentido renacentista y actual. De lo cual discrepa Alexander Koyré en sus investigaciones sobre Galileo.

Ciertamente, no son éstas las únicas visiones del pasado científico en que emergen posiciones contrapuestas. Muy significativa es, en efecto, la polémica que protagonizan, con amabilidad teórica, A. Koyré y H. Guerlac, tocante a las relaciones entre cultura y ciencia. Para Koyré no existen vínculos comprobables, p. ej., entre la cultura rusa de comienzos del siglo XIX y el desarrollo de las geometrías no euclidianas asociadas a Lobachevski; por el contrario, según Guerlac no es posible una comprensión profunda de los procesos científicos prescindiendo de establecer sus correlaciones con los órdenes de vida socioculturales.

Este es el lugar para destacar que se torna difuso, inabarcable o muy complejo, el objeto de estudio de la historia de la ciencia, tan pronto como observamos influjos recíprocos entre disciplinas científicas que experimentan cambios continuos; y a ello viene a agregarse el difícil análisis de las variables conexiones existentes entre la ciencia y el mundo cultural.

Asimismo, emerge otra cuestión crucial para la comprensión de la ciencia; la hipótesis de la inconmensurabilidad entre las teorías, y el saber en qué lo viejo y clásico en las disciplinas influye o subyace a lo nuevo. Tal es uno de los planteos acerca de las revoluciones científicas que desarrolla J.R. Ravetz (*Scientific knowledge and its Social Problems*, Oxford, U.P., 1974, pp. 262-265).

Igualmente esta es la oportunidad para señalar que según el estilo de pensamiento físico de que se trate su conexión con otras expresiones culturales mudará de significado. El historiador, p. ej., puede advertir que cuando Galileo y Kepler intercambian epístolas, aquél nunca trata de las ideas astronómicas de éste. Semejante olvido, omisión o resistencia para referirse a las concepciones geométricas y astronómicas de Kepler se presta a inter-

pretaciones variadas. Sin embargo, tal silencio galileano tocante a dichos temas deja entrever una razón profunda que enfrenta a ambos físicos, al tiempo que esclarece preferencias teóricas propias de sus respectivas visiones del mundo. Galileo exalta, a lo largo de su obra, en *El discurso*, y en los *Diálogos*, la fantasía y la sencillez clásicas del poeta Ariosto. Incluso se sabe que introdujo modificaciones en un Canto de *Orlando el furioso*. Observa que a la imaginación del poeta no escapa el hecho de que no describe gigantes que sobrepasen ciertas dimensiones, conjeturando las modificaciones aberrantes que generan los incrementos desmesurados de peso y tamaño; o las mutaciones que se producen cuando se aumentan las dimensiones de las cosas o seres imaginados, por el peso propio o los efectos de éste sobre las dimensiones de los huesos, p. ej. Pero no se trata tan sólo de la agudeza de Ariosto para conciliar la existencia de personajes fantásticos y ciertas leyes que intuye como válidas en la física de esos mundos creados. Galileo descubre una especie de orden en el universo constituido por el poeta que debe conservarse con mayor razón al representarnos la realidad del mundo exterior. Siendo así, al tiempo que inspirado por el espíritu de lo clásico, rechaza el manierismo en la pintura, del mismo modo se resiste a admitir la *elipse*, concebida por Kepler como trayectoria real de los planetas, en cuanto semejante figura geométrica contradice el *orden* del mundo. Pues lo circular continúa siendo para Galileo, como para Tolomeo y Copérnico, el único movimiento de valor ontológico, realmente existente. Atendiendo a motivos análogos Galileo *no logró*, como lo advierte Einstein, formular adecuadamente el principio de la inercia.

Al llegar a este recodo de nuestra exposición, debemos advertir al lector que lo anterior adquiere todo su sentido, tan pronto como declaramos que son pasos en pos de una *antropología del conocimiento*. Sabemos que tal asociación teórica entre antropología y conocimiento científico no define su referente cognitivo en forma unívoca y que su significado interdisciplinario se orienta en varias direcciones. Las tensiones existentes en la ciencia actual entre la irracionalidad propia de su cambio y el discurso racional en que se expresa, han dado origen a numerosos planteos antropológicos acerca de la naturaleza de la ciencia. Se intenta, en este sentido desarrollar, p. ej., una sociología de la ciencia camino de una arqueología conceptual. En otro contexto se indagan conexiones entre las diferentes culturas y sus estilos especulativos, entre las imágenes del mundo del hombre primitivo y la creación de esquemas conceptuales propios de la física actual, inspirándose en la teoría de la ciencia de Einstein, tal como lo intentó L. Lévy-Bruhl hace medio siglo. Es la aventura teórica de convertir en transparente la historia cultural, para contemplar a través de ella los orígenes, el sentido y la posible

objetividad del saber exacto. Nos importa destacar aquí las reflexiones de *Yehuda Elkana* en su "programa" y audaz tentativa de acuñar una antropología del conocimiento. Elkana comienza por preguntarse qué significa la existencia o la inexistencia de una teoría global de la cultura y de las correlaciones existentes entre sus múltiples formas de creatividad. Sus "presuposiciones básicas tienden a demostrar que las varias dimensiones culturales (arte, ciencia, religión, ideologías, filosofía, sentido común no menos que música), configuran estilos, formas de creatividad correlativas que se integran en un *sistema cultural*". (*Programmatic Attempt at an Anthropology of Knowledge*, 1981, en el vol. colectivo *Sciences and Cultures*, Reidel). En este trabajo establece vínculo entre la idea de "perfección interna de una teoría", según la concibe Einstein, y la música de Bach y de Mozart exaltada por Einstein que, a juicio de Elkana, es correlativa de la creencia en la libre creación de esquemas conceptuales. Ello implica una moral que penetra de rasgos "épicos" toda su obra.

Como marco de referencia, nos limitamos a este esquemático comentario, sólo a fin de perfilar mejor nuestro punto de partida que establece, tentativamente, correlaciones entre ideas, experiencias de lo real y antropología de su búsqueda, como fenómeno cósmico, por un lado, (en cuanto el hombre pertenece a aquello cuya existencia indaga), y la historia de la ciencia, por otro. Postulamos la necesidad de elaborar una *historia real de la ciencia*, que de alguna manera revela cierta afinidad con las investigaciones de Larry Laudan, (*La dinámica de la ciencia*, California, 1977).

Ahora, volvemos a nuestro tema, enfatizando que procuramos comprender, con una particular hermenéutica, qué enlaces existen, p. ej., entre la *duda trágica* de Shakespeare y la *duda ontológica* de algunos grandes físicos actuales. Como programa de trabajo, lo recién enunciado parece, a lo menos, sibilino, por lo que paso a explicitarlo, justificando lo oscuro, al tiempo que legitimando el esclarecimiento que sigue.

Es real lo opuesto a lo aparente, a lo fantástico, a lo maravilloso, a lo insólito, a la mezcla de irrealidad y fantasía en lo siniestro. Los sueños, al despertar, nos pueden hacer dudar de lo auténtico o genuino en nuestras experiencias. Para Shakespeare, v. gr., uno de los aspectos de la tragedia humana consiste en temer que el rostro represente la máscara de los verdaderos sentimientos que se agitan en el alma del otro. También en las relaciones, en el amor, se puede perseguir lo real como extravío, en la irrealidad que se vislumbra en el presentimiento de lo incomensurable de la aproximación a la intimidad del armado. En fin, en las formas de vida primitiva, lo extraño o lo imprevisible despiertan en los miembros de la tribu sentimien-

tos o atisbos de lo irreal y tabú, etc. (Véase mi *Teoría de la expresión*, Barcelona, 1968, el capítulo “La duda trágica en Shakespeare”).

Quiero limitarme, en este punto, a resaltar la universalidad de las vivencias o concepciones de lo real, precisamente cuando la pregunta *¿qué es la realidad?*, surge con vehemente frecuencia en los escritos de muchos físicos contemporáneos, como lo veremos más adelante. Lo cual fundamenta la posibilidad de establecer correlaciones *no arbitrarias* —aunque hasta ahora inusuales— entre la antropología del conocimiento y, específicamente, la búsqueda de lo concebido como real en las actuales cosmologías, según cabe verificarlo en las últimas reflexiones de S. *Hawking*s.

Adelantándonos a cualquier aparente objeción o reparo que pudiera interponerse, de postular aquí infundadas extrapolaciones entre esferas de saber o de hacer heterogéneas entre sí, que serían meras *simulaciones* interdisciplinarias, es oportuno disipar dudas en tal sentido. Porque de ninguna manera incurrimos en confusión de disciplinas correspondientes a distintos niveles de realidad. Tampoco se trata de armonizar, a través de artificiosas analogías o de supuestos rasgos correlativos, sucesos y problemas de la antropología, psicología o sociología con hechos de la historia de las ciencias. Pero sí, lo que importa, es mostrar cómo con diversos referentes y distintas conexiones sistemáticas, cabe discernir un polimorfismo de interrogantes acerca de lo que se afirma o duda que *sean* modos de existir. En cada caso, el tipo de motivación dependerá de los criterios y especies de realidad que se indaguen, según la naturaleza de los actos o búsquedas científicas o filosóficas de que se trate.

Ciertamente es conocido el caudal bibliográfico sobre la naturaleza de la realidad física, no menos que acerca de la lógica de lo supuesto como existente y sobre la historicidad de los modos de percepción (M.W. Wartosfky), o en torno a “los sistemas de conceptos de la realidad” (E. Kaila). Más aún, el físico Franco Selleri afirma que “la contradicción principal en la evolución de la física cuántica se centra en torno a la realidad física, su comprensibilidad y causalidad” (*Le grand débat de la Théorie quantique*, París, 1986, prefacio de K. Popper, p. 45). *Pero falta escribir una historia de cómo del dogmatismo mecanicista se derivó, v. gr., a sostener la inutilidad de enfatizar la realidad de los fenómenos atómicos si son ininteligibles en principio*. De donde se comprende la necesidad teórica de bosquejar nuevas formas de historia de la ciencia que, proponemos, puedan interpretar las relaciones entre cosmología y antropología del conocimiento, que cabe establecer en la imagen del universo de Stephen Hawking, según lo indicamos más arriba. En general, coincidimos con Erwin Schrödinger, cuando escribe: “La historia es la más fundamental de todas las ciencias, porque no existe conocimiento humano

que no pierda su carácter científico, tan pronto como los hombres olvidan las circunstancias en que él se originó, las cuestiones a las cuales pretendía responder y las funciones para las cuales se creó". Y cómo no acoger ésta exaltación de la historia, cuando escuchamos a Richard Feynman, que al exponer la teoría de electrodinámica cuántica, confiesa, a fin de no ocultar nada a los que no comprenden nada, "que yo mismo no comprendo nada. Y nadie, por otra parte, comprende nada de ella", (*Lumiere et matiere*, página 23, Inter Editions, Paris, 1987). (Sobre la tipología de "realidades" admitidas por los físicos —velada, realismo fuerte, débil, operatorio, instrumental, etc.—, trataremos en otra parte, exponiendo y comentando, entre otras, las obras de *Bernard d'Espagnat*).

Aproximándonos más a nuestro objetivo teórico, delimitemos el *problema* (lo importante es plantear el problema decía Einstein), con el siguiente escueto enunciado: *Es importante, para comprender la naturaleza de la teoría física e interpretar su historia y significado para la vida cultural y el destino del hombre, encontrar una explicación del hecho histórico concreto de la conversión de la imagen mecánica del mundo, del universo máquina, del Dios relojero, en un universo creado, en el sentido de la existencia de un mundo modelo, de una creación conceptual.* Porque la epistemología de la física actual parte del supuesto einsteiniano según el cual los esquemas conceptuales representan libres creaciones del entendimiento humano. En otras palabras, no temamos conjeturar, por lo mismo, que a partir del mecanicismo, en el sentido más amplio de Newton, Lagrange o Laplace, se genera la metamorfosis de su objetividad en el misterio de realidades "veladas" para el físico; y en fin, se justifica asombrarse de las complejas interpretaciones del realismo entendido como *programa*, (empleando la misma palabra con la que Einstein lo define). Y no es sólo eso. Por primera vez acaso en la historia de la filosofía natural, emerge con Einstein una especie de primado del *enigma del conocer, respecto de enigma del ser*. Dicha disposición filosófica de Einstein es el correlato exacto de la tajante declaración que formula el creador de la relatividad general cuando bos-queja una síntesis de su teoría del conocimiento: "*La quinta esencia de todo esto —escribe— es la conexión eternamente problemática entre el plano de las ideas y aquello que puede ser experimentado (experiencias inmediatas de los sentidos)*". (Véase tocante a esta última afirmación la introducción a mi libro *A History of Self-knowledge in the West*, University of Michigan, Revista *Dispositio*, pág. 185).

Con el propósito de llegar a comprender cómo fue posible que Einstein afirmara semejante eternidad de lo *ininteligible de lo inteligible*, ya sea en tanto que "verdad epistemológica" o como representación simbólica de la revolución científica de un espíritu clásico, es necesario precisar el peculiar curso

de la historia que condujo, desde esa especie de *escepticismo epistemológico* de Einstein, hasta las concepciones relativas al *comienzo del tiempo*. Nos referiremos brevemente a esta etapa última de la cosmología y la cosmogonía, a fin de ilustrar la necesidad de narrar fases que precedieron a las teorías de Stephen Hawking, que condicionan una inflexión en la historia del pensamiento humano de alcance especulativo impredecible. Sobre todo, porque al relatar los cambios propios del pasado del discurso científico, vemos el influjo y condicionamiento de las conquistas que se dejaron atrás al tiempo que se abre un horizonte lleno de incógnitas, que también reobran sobre la visión del pasado y para decirlo con inequívoca brevedad: afirmamos que no existe la posibilidad, al narrar el pasado de las ciencias, de escribir una *historia válida para todos los tiempos*, como juzgaba Tucídides la suya, al componer la historia de la Guerra del Peloponoso.

La hondura del pensamiento del físico Stephen Hawking —en no menor grado que sus limitaciones— nos inclina a remontarnos a tiempos milenarios, adoptando una especie de respetuoso ritual expositivo. Nos decidimos, así, a evocar un oráculo remoto, reflexiones de Platón desarrolladas en el *Timeo*. Y ello lo hacemos más allá de cualquiera analogía, pero sugiriendo, a modo de metáfora, que se diría existen líneas de pensamiento que afloran a lo largo de la historia sin que sea posible o deseable establecer conexiones de ningún género, aunque simbólicamente iluminan enigmáticas afinidades en algún punto de la historia de las ideas. “Nos ha parecido —escribe Platón— que Timeo, siendo de nosotros el más versado en astronomía, y que ha hecho de la naturaleza del Universo su principal estudio, debía hablar el primero, y comenzar por el nacimiento del mundo para alcanzar como resultado la naturaleza del hombre”, *Timeo*, A-27). Ahora bien, según una interpretación nuestra, queda dicho, podría pensarse que Hawking en su obra *A brief History of Time (from the big bang to black holes)*, Bantam Books, 1988), se guía por una inspiración semejante. Se aventura con osadía teórica a bosquejar una imagen del mundo que pudiera llegar a explicar, a coordinar el *comienzo del tiempo*, el origen y la evolución del universo, asociados a la existencia del hombre y su posibilidad de observar el cosmos. Y, recurriendo todavía a otro giro más sentencioso, digamos que Hawking, intenta explicar el origen del universo en general merced a una concepción que implica la historia de la vida, y de quien la formuló, en particular.

Cualquiera sea el curso que sigan los cambios posibles en la cosmología del futuro, pensamos que la “revolución” de Hawking se evidencia en la siguiente serie de conexiones teóricas (de cuyas limitaciones trataremos en el lugar que corresponde).

De cómo a partir del principio de incertidumbre, con todo lo que física y epistemológicamente él implica, y de la teoría general de la relatividad y su concepción contrapuesta de la realidad física, postula un origen del mundo que conlleva la condición de posibilidad de la existencia del hombre como ser capaz de conjeturar cosmologías. Y ello sin incurrir en barroquismo conceptual o en artificios interdisciplinarios. En efecto, se ciñe para lograr su conquista, a un discurso puramente *deductivo*, en el sentido de Einstein, construyendo su esquema físico sin contradicción a partir de ciertos supuestos, como siempre sucede en las grandes generalizaciones científicas. (Luego analizaremos la imagen einsteniana de las teorías). En suma, su búsqueda de una *unificación de la física culmina, a lo menos dentro del marco de nuestra hermenéutica, en una virtual antropología del conocimiento*.

En primera aproximación, parece que existe cierta concordancia entre nuestra interpretación y lo que Hawking señala: "Las ideas anteriormente perfiladas —se refiere a la posibilidad de desarrollar una teoría unificada completa— sobre teorías científicas suponen que somos seres racionales, libre para observar el universo como nos plazca y para extraer deducciones lógicas de lo que veamos. En tal esquema parece razonable suponer que podríamos continuar progresando indefinidamente, acercándonos cada vez más a las leyes que gobiernan el universo. Pero si realmente existiera una teoría unificada completa, ésta también determinaría presumiblemente nuestras acciones. *¡Así la teoría misma determinaría el resultado de nuestra búsqueda de ella!* (El subrayado es nuestro, véase bibliografía y su obra recién mencionada). Hawking enfatiza su reflexión anterior advirtiendo que, "una teoría unificada completa, consistente, es sólo el primer paso: nuestra meta es una completa *comprensión* de lo que sucede a nuestro alrededor y de nuestra propia existencia".

Antes de procurar establecer sobre qué bases vislumbramos en la tesis de Hawking un significado que bordea la antropología del conocimiento, invitamos a atender cómo describe el hecho de que científicos y filósofos se hayan sentido inhibidos de formular y formularse ciertas preguntas que parecerían metafísicamente arriesgadas o poco rigurosas. Bien vale leer sus conclusiones: "Hasta ahora —escribe—, la mayoría de los científicos han estado demasiado ocupados con el desarrollo de nuevas teorías que describen *cómo* es el universo para hacerse la pregunta de *por qué*. Por otro lado, la gente cuya ocupación es justamente preguntarse *por qué*, es decir los filósofos, no les ha sido posible avanzar al paso de las teorías científicas. En el siglo XVIII, los pensadores consideraban todo el conocimiento humano, incluida la ciencia, como su campo, y discutían cuestiones como, ¿tuvo el universo un comienzo? Sin embargo, en los siglos XIX y XX, la ciencia se hizo demasiado

técnica y matemática para ellos, y para cualquiera, excepto para unos pocos especialistas. Los filósofos redujeron tanto el ámbito de sus indagaciones que Wittgenstein, el filósofo más famoso de este siglo, dijo: “la única tarea que le queda a la filosofía es el análisis del lenguaje”. ¡Qué distancia desde la gran tradición filosófica de Aristóteles y Kant!”.

Este elocuente pasaje despierta, por sí mismo, la pregunta acerca de qué motivos inclinaron a Hawking, dentro de su horizonte de problemas teóricos, a semejante exaltación del *por qué* y no menos que a expresar cierta nostalgia por las especulaciones de Aristóteles y Kant. Destacaremos dos causas posibles que se influyen recíprocamente: la primera, de carácter epistemológico y metódico fundamental; la segunda, inspirada en el ideal físico de forjar alguna imagen de la naturaleza. Ambas inquietudes poseen una genealogía discursiva que se remonta a la concepción de la ciencia de Einstein. En primer lugar, mencionemos el *deductivismo* de Einstein que se refleja, muy claramente, en su breve artículo sobre Galileo, que aparece como prólogo a la traducción al inglés de las obras completas del físico italiano. “A menudo se ha afirmado —escribe Einstein— que Galileo se convirtió en el padre de la ciencia moderna reemplazando el método especulativo y deductivo por el método empírico y experimental. Yo creo, sin embargo, que esta interpretación no resiste un examen atento. No existe método empírico sin conceptos y sistemas especulativos, del mismo modo que no existe pensamiento especulativo cuyos conceptos no revelen, en una investigación cabal, la materia empírica de donde descienden. Oponer la actitud empírica a la actitud deductiva, sólo induce a error y es algo enteramente extraño a Galileo”. En segundo término, Hawking, alienta una esperanza: “Encontrar una teoría unificada, consistente, completa, que incluiría a todas esas teorías parciales como aproximaciones”. Además, confirma su valoración del carácter constructivo de la ciencia que, al referirse a sus idealizaciones de los agujeros negros declare que “son un caso, entre pocos en la historia de la ciencia, en el que la teoría se desarrolla en gran detalle como modelo matemático, *antes de que haya ninguna evidencia a través de las observaciones* de que aquella es correcta”. Con todo, es oportuno señalar que en los últimos años nuevos modelos teóricos que explicarían la luminosidad de ciertos “cuásares” y de las llamadas galaxias activas, permiten inferir la presencia de agujeros negros de una magnitud que alcanzaría a millones de veces de masas solares.

Por el camino de tales indagaciones, Hawking estima que la noción de tiempo carece de significado antes del “comienzo del universo”. En los orígenes, en el big bang (la gran explosión), en que el universo era infinitamente pequeño y denso, también las leyes de la ciencia resultan esquemas

vacíos de sentido. En suma, adoptando la ideas de Hubble, Hawking armoniza expansión del universo, teoría general de la relatividad, mecánica cuántica, en la forma de “gravedad cuántica”, la flecha termodinámica del tiempo, la flecha cosmológica del devenir, agujeros negros, sensores cósmicos, fluctuaciones del vacío, partículas y antipartículas, principio antrópico, sin violar el segundo principio de la termodinámica. Trata de explicar la paradoja, digámoslo así, de cómo la teoría general de la relatividad —que para él no es una teoría completa—, con los inevitables colapsos gravitacionales, singularidades, aparece como una teoría que rige el dinamismo del universo y al mismo tiempo confina con su falta de vigencia en los agujeros negros o en los orígenes del mundo. Pero aquí nos limitaremos, dentro del marco de la filosofía de la ciencia que propugnamos, sólo a exponer esquemáticamente algunos rasgos de la integración operada por Hawking entre algunos fenómenos cuánticos y relativistas, más ciertas referencias al principio antrópico. (Apenas cabe mencionar en este lugar que la “inevitabilidad” del colapso gravitacional no se comprende únicamente por la teoría general de la relatividad, también se explica a partir de la teoría especial y del principio de equivalencia, ver bibliografía).

En la astrofísica de Hawking, al llegar a una singularidad *el continuo espacio-tiempo tiende a su fin*. Incluso, añade, esquematizando mucho su pensamiento, ya no cabe la posibilidad de predecir por qué se desposeen de sentido o de referente físico, al contrario de lo que ocurre lejos de tal singularidad. Ello rige, por hipótesis, con la singularidad de nuestro pasado. Sin embargo, de alguna manera se puede prever lo que ocurre en el universo transcurridos segundos luego de la actualización de la singularidad, es decir lo que sucede a partir de su *estado inicial*. Ahora bien, si acogemos la hipótesis del “censor cósmico”, ella representa los fundamentos de los fenómenos que constituyen lo que denominamos agujeros negros y su *horizonte de sucesos*. En otras palabras, acaso resulta verificable que el colapso gravitacional de una estrella, de las observables, culmine en un agujero negro y su correlativo horizonte de sucesos, pero de ello no se deduce necesariamente que semejante proceso astrofísico conduzca a una singularidad. Reconociendo que las singularidades derivan de idealizaciones teóricas de la relatividad general, Hawking y Penrose rechazan la inevitabilidad del destino físico de las estrellas en una singularidad. Reconocen, sin embargo, que extrapolando hacia el pasado la actual expansión galáctica, ésta debió de originarse en una singularidad. Y, en correspondencia física con ello, dado que en el universo exista una cierta densidad media que sobrepase la densidad crítica, “debería” ocurrir una contracción cuyo retroceso a los orígenes genere su primitiva singularidad. La simetría de ambos procesos cósmicos reflejaría el

hecho de que el universo está *autocontenido*. “Se podría decir —escribe Hawking—: ‘la condición de contorno del universo es que no tiene ninguna frontera’. El universo estaría *completamente autocontenido* y no se vería afectado por nada que estuviera fuera de él. No sería ni creado ni destruido. Simplemente *SERÍA*”. Afirmación que lo enfrenta a una pregunta que está detrás de los modelos de cosmología. “Pero —conjetura más adelante—, si el universo es realmente autocontenido, si no tiene ninguna frontera o borde, no tendría ni principio ni final: simplemente sería. ¿Qué lugar queda, entonces, para el Creador?”.

Los agujeros negros plantean el problema de la aparente violación del principio de entropía. Pero sus investigaciones en 1974 revelaron que la geometría del campo gravitacional en la proximidad de agujeros negros puede causar la creación y emisión de partículas, siempre que éste sea un cuerpo caliente que alcance temperaturas inversamente proporcionales a su masa. Hawking estima que tal proceso cabe representarlo, “heurísticamente”, de esta manera: la incertidumbre de la mecánica cuántica implica que la totalidad del espacio está lleno con pares de partículas “virtuales” y de antipartículas que están constantemente materializándose en pares, y entonces llegan a juntarse una vez más y a aniquilarse la una a la otra”. Se genera así una huida de partículas del agujero negro rotatorio, que determinará una fase ulterior no rotatoria y, finalmente, su “evaporación”. Hawking demostró que dicha fuga continua de partículas revela la índole física de una emisión térmica. En virtud de ello la vida de un agujero negro la calcula en un tiempo de 10^{68} años. Estos y otros problemas de la gravedad cuántica, la evaporación de los agujeros negros, la formación de microhoyos negros, y la configuración, el comportamiento del espacio tiempo cerca de las singularidades, representan, escribe Hawking, “el más grande problema de la física teórica en el presente tiempo” (*Theoretical advances in General Relativity*, 149-152, 1980, en vol. “Some Strangeness in the Proportion. A Centennial Symposium to Celebrate the Achievements of A. Einstein”, Addison-Wesley).

Las investigaciones de Hawking sobre la dinámica de los agujeros negros correlativas de planteos acerca de la gravitación cuántica y tocantes a los enigmas del origen del universo, se complementan, en cierto modo, con su modo de comprender el llamado *principio antrópico*. Por él entiende que la posibilidad que se abre al hombre de formularse preguntas relativas a la naturaleza y origen del universo, es algo que cabe deducir de la historia misma del cosmos, en el sentido de la cosmología relativista en sus varias formas. De las dos versiones que se distinguen de éste principio, débil y fuerte, nos referiremos apenas merced a un escorzo, a la primera. Ella deriva

de Dirac (1937, Dicke (1961) y Carter 1974), que desarrollaron ideas en torno a la significación y correspondencia que podría existir entre constantes fundamentales de la física, de tal forma que el principio antrópico emerge como una especie de postulado de consistencia entre dichas constantes. Se trata de la coherencia que vincula desde la masa del protón hasta la constante de expansión de Hubble, pasando por la velocidad de la luz, la constante de Planck y la constante de la gravitación de Newton. “Es nuestra presencia en el universo, como seres vivientes —escribe nuestro físico— lo que impondría las condiciones iniciales, partiendo de la isotropía actual del universo”. También lo expresa más enfáticamente, cuando dice “Nosotros existimos, *luego* el universo debe poseer tal o cual propiedad”. Además, lo explicita en otras palabras: “El universo tiene las propiedades que le conocemos puesto que no nos encontraríamos aquí para observarlo si hubiera sido diferente”. Claro está que en todos éstos y otros enunciados del principio antrópico no debe sospecharse ninguna forma de pensamiento teleológico o ideas de finalidad, sino de consistencia teórica a partir de la relatividad general y la gravedad cuántica. Como es muy importante, para los objetivos de nuestra investigación acerca de la formación de las ideas de la *naturaleza* y de las teorías de lo *real*, aún es necesario destacar otras consecuencias especulativas de dicho principio.

Más específicamente, se trata de calcular el tiempo histórico del universo que fue necesario para que comenzara el proceso de la vida en el planeta Tierra, el que se calcula en probablemente en unos diez mil millones de años. Así era indispensable que luego de la formación de la primera generación de estrellas, fueran capaces de convertir el hidrógeno y el helio primordiales en elementos del tipo del carbono y el oxígeno, merced a los cuales se actualizan las condiciones de posibilidad para el desarrollo de la vida. “El hecho notable —escribe Hawking— es que los valores de esas cantidades —se refiere p. ej., a la carga eléctrica del electrón, a la relación entre las masas del protón y el electrón—, parecen haberse hecho sutilmente ajustadas para hacer posible el desarrollo de la vida. Si la carga eléctrica del electrón hubiese sido sólo ligeramente diferente” no habría sido posible el surgimiento de la vida dentro de las formas biológicas que conocemos.

Procurando facilitar el significado de los análisis que luego desarrollaremos acerca del alcance metodológico de esta concepción cosmológica, todavía insistiremos en precisar algunos conceptos aquí manejados. Es decir, se trata de suministrar los mayores datos posibles a fin de que se puedan enjuiciar con rigor las limitaciones que señalaremos en la concepción de Hawking y otros.

El astrónomo John D. Barrow define el principio antrópico débil en esta forma: “Carter intenta enunciar en términos precisos el hecho siguiente: ciertas propiedades observadas del universo, que pueden aparecer *a priori* como asombrosamente improbables, no pueden ser consideradas en su justa perspectiva, si no se tiene en cuenta el hecho de que ciertos rasgos físicos y cosmológicos son la condición previa de la existencia de todo *observador*. Los valores observados de las variables cosmológicas están sujetas a restricción en la medida en que ellas deben tomar en cuenta valores sometidos a la exigencia que todo observador debe tener en el lugar en que las condiciones son medidas, y efectuar su observación en una época cósmica que sobrepase las escalas temporales físicas y biológicamente necesarias a la evolución de los medios que favorezcan la vida (¿las estrellas?), así como a la bioquímica”. (Sobre los orígenes y el redescubrimiento del Principio Antrópico, véase *The Antropic Cosmological Principle*, páginas 219 a 287, de Barrow y Tipler, Clarendon Press, 1986).

A pesar de las audacias especulativas de Hawking, y aún reconociendo el conocimiento en que descansan los avances de la química y la biología enfatiza que “hasta ahora hemos tenido poco éxito prediciendo el comportamiento humano a partir de ecuaciones matemáticas”. Quiero destacar con ésta cita que, según Hawking, ni siquiera una teoría unificada suministra certezas a la pregunta *qué es el hombre*. Y tal limitación la pone de relieve, aunque en pasajes anteriores deja entrever que una teoría unificada completa acaso convertiría en inteligible como se generan nuestras acciones; especialmente cuando dice que “la teoría misma explicaría el resultado de nuestra búsqueda de ella”. Esta hipótesis ya la transcribimos, pero ahora llegamos al punto en que al admitir como profundamente revolucionaria su concepción, no debemos olvidar que conlleva un criterio complementario que señala las limitaciones que, a su juicio, afectan incluso al discurso matemático.

En otras palabras, su audaz vuelo especulativo consiste en la tentativa de elaborar, *en un solo haz teórico*, una generalización física que haga inteligible la forma de evolución térmica que acaece entre un determinado estado inicial y el estado actualmente observable, al paso que también aparezca comprensible la posibilidad de un *observador* capaz de elaborar conceptualmente semejante hipótesis cosmológica.

Sin desconocer la gran conquista intelectual que representa exponer la idea de universo en términos de origen, evolución y observador, como realidades correlativas, debemos, por lo mismo, considerar sus limitaciones. Desde luego, todo parece indicar que el camino abierto por Platón, que discurre del origen del cosmos al conocimiento del hombre, se interrumpe

en la determinación puramente existencial del observador. A modo de ejemplo, mencionemos el *cogito* de Descartes. Cuando el filósofo francés infiere el existir del pensar (“yo pienso, luego existo” sentencia en el *Discurso del Método*), la categoría del existir *no revela cómo somos en nuestra singularidad*. Con esta restricción queremos significar que la vía que confiere significación unívoca a todas las etapas, a partir del estado inicial hasta el instante teórico en que aparecen lógicamente y ontológicamente implicados lo que *es* el universo con lo que *es* el hombre, aún se desconoce. Según nos esforzaremos por mostrarlo, la completitud de las concepciones de Hawking cabe alcanzarla tan pronto como se logre elaborar encadenamientos armónicos entre las ideas y realidades de *naturaleza, hombre e historia*. Afirmar, como lo hace V. Weisskoopf, que la “naturaleza adquiere conciencia de sí misma en el hombre”, es una metáfora elocuente dentro de la poética del mundo propia de un físico, pero que es necesario convertir en un sistema conceptual que goce de las propiedades einstenianas de “perfección interna” y “correspondencia externa”.

COSMOLOGÍA Y ORIGEN DEL HOMBRE:
HACIA UNA NUEVA VISIÓN. REFLEXIONES CRÍTICAS

Las hipótesis que apuntan a una teoría unificada completa, tanto como el principio antrópico que postula al observador actual de la evolución del universo, cuya presencia derivaría de esta misma evolución, *no contienen una explicación adecuada y real del origen de los sistemas cognitivos que condicionaron esas mismas hipótesis*. Aun siendo así, debemos reconocer que a pesar de sus limitaciones desbrozan los nuevos caminos que se pueden vislumbrar. Se trata de la fecundidad de los errores, los que a veces son necesarios para conceder la debida estructura racional a una concepción determinada. Tal fecundidad ha sido señalada por Einstein, y por historiadores de la ciencia como Koyré entre otros. Para Einstein “uno de los mayores logros de Newton”, reside en haber comprendido la necesidad de postular un espacio como marco de referencia independiente a fin de conceder validez al comportamiento inercial. Tal era la única *decisión* posible para Newton dado el estado de la ciencia en su época, afirma Einstein. Newton concebía un espacio geométrico y cinemático en el que los objetos materiales no pueden interactuar con él de ningún modo. Pero esa lucha en contra del espacio absoluto comenzada por E. Mach y continuada por Einstein condicionó los supuestos para la creación de la teoría de la relatividad especial. No podemos menos que insistir en que es muy ilustrativo el que Einstein enfatice que la

elección de Newton entre dos formas de concebir el espacio resultó ser *fructífera* y la *única posible en su época*. Tal afirmación conlleva certeras intuiciones que atañen a la historia de la ciencia, sobre lo que volveremos al tratar de la filosofía de la ciencia de Einstein.

A las dificultades inherentes a la cuantificación de los fenómenos biológicos que, como los consignamos más arriba, Hawking destaca sin ambigüedades, viene a agregarse las que derivan de su concepción de la naturaleza del conocimiento científico. El físico inglés distingue tres variantes respecto a las posibilidades del saber físico.

Hawking confiesa que a través de sus investigaciones ha “sostenido implícitamente la existencia de una teoría definitiva”. Mas, pronto se pregunta: “¿Existe realmente?”. Se responde distinguiendo tres respuestas epistemológicas:

1. Existe una teoría unificada completa.
2. No existe una teoría definitiva, aunque hay una serie infinita de teorías merced a las cuales puede predecirse cualquiera clase de observación particular, siempre que se aplique una que esté suficientemente apartada de la sucesión (cadena).
3. No hay teoría alguna. Las observaciones no pueden describirse o predecirse más allá de cierto punto, porque sólo son arbitrarias”.

Estos principios epistemológicos fueron expuestos por Hawking el 29 de abril de 1980, con ocasión de su nombramiento como profesor Lucasiano de Matemáticas en Cambridge. Su conferencia se titula, *¿Nos encontramos ante el fin de la física teórica?*, y fue leída por uno de sus alumnos. En 1982 declaró que “por lo que se refiere a la física teórica, ya he llegado al límite (cima) de mis posibilidades. Verdaderamente no podré llegar más lejos”. El 20 de octubre de 1987, Hawking firma el prefacio de su obra *The History of Time*, donde sólo introduce leves variaciones respecto de la clase de 1980. En ambos textos su pensamiento parece oscilar entre dos extremos: negar la posibilidad de una teoría unificada completa o admitirla dentro de las limitaciones que impone el principio de incertidumbre de la mecánica cuántica y como etapa gloriosa pero final, no de la física, sino del físico. Con todo sin alcanzar a predecir “el comportamiento humano a partir de ecuaciones matemáticas”.

Los textos mencionados no revelan fisonomía teórica que permita interpretarlos a partir de una sola perspectiva hermenéutica. Sin embargo, lo que podríamos calificar como su misteriosa ambigüedad es ya, por sí misma, signo expresivo del pensar de la época presente y, ciertamente, una especie de *autocrítica de la ciencia*. En lo anterior no se deslizan juicios desmesurados,

puesto que en un espíritu tan penetrante y sutil como el de Hawking, es poco probable que esa apariencia de vacilaciones frente al futuro de la teoría física no derive de profundas intuiciones ocultas y sabiamente veladas.

Es muy representativo de su concepción de la evolución, el que acuda al *principio antrópico como criterio regulador*, cada vez que se trata de establecer correspondencias adecuadas entre las leyes físicas locales y las condiciones iniciales del dinamismo cósmico. Por ejemplo —escribe—, “si la diferencia entre las masas de un protón y un neutrón no fueran aproximadamente el doble de la masa de un electrón, no podrían obtenerse los dos centenares de nucleidos estables que componen los elementos y constituyen la base de la biología y la química”. Y en lo que toca al desarrollo de las estrellas, no es concebible, si la masa gravitatoria del protón hubiera resultado significativamente diferente de lo que es, no se hubieran desarrollados esos nucleidos. En fin, si la expansión inicial del Universo hubiera sido un poco mayor o menor, dicho Universo se habría contraído antes de producirse el desarrollo de las estrellas, o se habría expandido con tanta rapidez que las estrellas nunca se habrían podido formar por condensación gravitatoria”. No obstante, piensa que aún cuando el principio antrópico suministra una explicación relativa acerca de relaciones numéricas entre ciertos valores de distintos parámetros físicos, resulta insuficiente para otras regiones del Universo que no sean abarcadas por el sistema solar, “intuye” que debe de haber explicaciones más amplias y profundas. (Acerca de tautologías inherentes al principio antrópico, según la generalización de Hawking, particularmente respecto de la termodinámica, no podemos tratar en este capítulo).

Creemos que será ilustrativo y fecundo para el lector, leer las conclusiones finales de su clase:

“La tercera posibilidad se propuso como un argumento en contra de los científicos de los siglos xvii y xviii. “¿Cómo podían formular leyes que restringieran la libertad de elección de Dios?”. Y, sin embargo, lo hicieron, y consiguieron salirse con la suya. En épocas modernas hemos eliminado efectivamente la posibilidad 3 incorporándola en nuestro esquema: la mecánica cuántica constituye en esencia una teoría de lo que no sabemos ni podemos predecir.

La posibilidad 2 representa la imagen de una serie de estructuras a niveles cada vez más altos de energía. Como he dicho antes, esto parece poco probable, pues cabría esperar un posible cese en el nivel de energía de Planck de 10^{28} eV. Sólo nos queda la posibilidad 1. De momento, la teoría de la supergravidad $N=8$ es la única candidata que aparece a la vista. Es probable que dentro de pocos años surjan una serie de cálculos decisivos que indiquen

la posibilidad de demostrar que la teoría no es válida. Si la teoría sobrevive a estas pruebas, probablemente pasarán algunos años antes de que desarrollemos los sistemas informáticos que nos permitan hacer predicciones, y antes de que podamos explicar las condiciones iniciales del Universo y las leyes físicas locales. Éstos serán los problemas más importantes de la física teórica en los próximos veinte años o menos. Pero, para concluir con una observación ligeramente alarmista, diré que la solución no puede producirse mucho tiempo después de ese límite. En la actualidad, las computadoras constituyen una útil ayuda para la investigación, pero es la mente humana la que las dirige. No obstante, si se considera el rápido desarrollo que están experimentando en los últimos tiempos, parece muy probable que puedan llegar a encargarse por sí mismas de todas las cuestiones relacionadas con la física teórica. Por eso, es posible que nos encontremos ante el fin de los físicos teóricos, sino de la física teórica”.

Luego de la lectura de las conclusiones de Stephen Hawking casi surge por sí misma la pregunta siguiente: ¿Son aplicables a las concepciones de Hawking las restricciones einstenianas de “perfección interna” y “confirmación externa”?, incluso suponiendo la demostración de la existencia de agujeros negros. Pensamos que tiene pleno fundamento enfrentar las opiniones de Hawking al mismo ámbito de críticas de indeterminaciones teóricas e histórico-culturales, con que analizamos lo que podríamos llamar el agnosticismo de Einstein respecto de sus propias creaciones (véase más adelante).

El hecho decisivo en este punto deriva de que los supuestos observacionales son siempre tan limitados como arbitrarios. Ése es uno de los motivos teóricos que inclina a J.A. Wheeler a bosquejar una especie de epistemología con ciertos ribetes de escepticismo, de inspiración cuántica, pero que no configura un cabal paralelismo con los supuestos de Hawking. Con su estilo inequívoco, Wheeler sostiene que “no existen leyes, excepto la de que no hay leyes. Por último —insiste—, la MUTABILIDAD es el rasgo central de la física”. Esclarece su punto de vista al decir: “Ningún fenómeno elemental es un fenómeno hasta que no es fenómeno observado. Así cabe sintetizar la lección de la mecánica cuántica”. Y se pregunta más adelante: “¿Acaso las leyes básicas de la física son realmente básicas?” Semejantes afirmaciones se complementan con reflexiones acerca del carácter propio del observador como *observador participante*, en cierto modo, como configurador de lo que observa. (Ver en el volumen colectivo *Relativity, Quanta, and Cosmology*, el capítulo de J.A. Wheeler: “The quantum and the Universe”, tomo II, Johnson Reprint Corporation, N. York, London. S. Francisco, 1979, pp. 815 a 816).

CONCLUSIONES A MODO DE INTRODUCCIÓN
A LO QUE SIGUE

Ni controversias ni debates desencadena afirmar que la historia de la ciencia refleja cabalmente lo que es la ciencia. Pero, arriesguémonos a introducirnos por el sendero de tal enunciado y, a poco andar, nos enfrentaremos con la frondosidad de la selva problemática que se oculta tras ese enunciado aparentemente claro y distinto. Ocurre como si en tanto en cuanto el curso de la civilización contemporánea se orienta en la dirección en que se desarrollan la ciencia y la tecnología, aquéllas y éstas se tornan tan misteriosas y complejas como la naturaleza misma. En otras palabras, sucede como si los planteos relativos al origen del universo y esos otros que remiten a los orígenes y significados de la ciencia, se actualizaran en una armonía de opuestos. Se ha creado, así, un universo de problemas que en uno de sus extremos trata de causas y fenómenos, y, en el otro, de la historia de cómo se llegó a conocer lo que sabemos del mundo y cómo esa fenomenología cósmica se convirtió en objeto de reflexión científica.

Acuerdo y armonía se disipan, en cambio, apenas científicos, filósofos e historiadores vacilan en decidir si hay que hablar de *la* ciencia o de *las* ciencias. Entonces se inician y diseminan las polémicas. Emergen múltiples especies de historias y de historiografías de la ciencia, que, hasta ahora ninguna taxonomía ha conseguido abarcar. Se describen tradiciones remotas que afloran incluso en nuestros días, tales como el pitagorismo, el atomismo, junto al platonismo y recientemente una variedad nueva: el aristotelismo matemático, del matemático francés René Thom (*Esquisse d'une Sémiophysique. Physique aristotélicienne et Théorie des Catastrophes* (1988)), y se redescubren complejos entrecruzamientos entre tradiciones lejanas, medievales, renacentistas, herméticas, alquímicas y orientales. Y más todavía: cada una de esas fuentes estudiadas desde perspectivas teóricas y hermenéuticas diversas. Estas referencias representan hechos y no informaciones eruditas. No menos numerosos y divergentes son las teorías históricas acerca de la interpretación del cambio científico. Las nociones de síntesis y revoluciones del pensamiento exacto, también dejan entrever una variedad desconcertante desde Kuhn a Pickering y la *Historia social de los quark* de este último. No olvidamos, en esta pura enumeración de tendencias historiográficas, las indagaciones centradas en la problematicidad de conceptos como el de racionalidad, irracionalidad e inconmensurabilidad en los sistemas de las ciencias; tampoco se nos ocultan las tentativas de fundamentar métodos y antimétodos en el discurso científico, ni los escepticismos que manan del teorema del Goedel, o las limitaciones que procuran imponer las epistemolo-

gías a las posibilidades del saber y la confusa lógica de la vaguedad y complejidad de los *referentes*, que inquietan, por igual, al lógico, al físico, como al epistemólogo e historiador. Y cómo dejar de mencionar el historicismo de Einstein y su exhortación a desarrollar una *arqueología intuitiva* aplicada a desbrozar los verdaderos supuestos metafísicos de los modelos teóricos que el investigador, a veces, maneja sin saberlo.

Más preguntas que conclusiones, dirá el lector, se dan como resumen. ¿Cómo evitarlo, si ocurre que por todos los ámbitos bibliográficos surgen cuestiones que bordean los confines del mito, de las ideologías o de las ciencias? Es que se problematizan nociones como las de objetividad, ley o teoría. En fin, cada tramo de su historia se escribe y reescribe, lo cual induce a concluir que, paradójicamente, la historia cabe describirla como un reescribir la historia. Se elaboran, así, hipótesis acerca de la posibilidad o imposibilidad de la *reconstrucción racional* del pasado de la ciencia y, también, aun entre los matemáticos, disquisiciones tocantes a sí en esa disciplina debemos admitir que las verdades matemáticas son descubrimientos o invenciones. En suma, un torrente de éstas y otras cuestiones se plantean los historiadores y filósofos de la ciencia. Recordemos, tan sólo, a Koyré, Lakatos, Feyerabend, Agassi, Latour, Woolgar, Edge, Mulkay, Ravetz, Hallyn y la poética de la historia de la astronomía, Simon, Redondi, etc. Una excelente narración de los meandros de este tema se encuentra en el libro de Helge Kragh: *An Introduction to the Historiography of Science*. (Cambridge University Press, 1987). En fin, bajo la dirección de Michel Serres se ha publicado el volumen *Éléments d'Histoire des Sciences*, Bordas, 1989, donde junto a once historiadores y epistemólogos se postulan y analizan lo que designa como veintidós bifurcaciones a lo largo de la historia del discurso científico desde la antigua Babilonia y los orígenes de la matemática, hasta las formas de saber del presente. Por tales bifurcaciones entienden las inflexiones que se generaron en la amplitud de los siglos, entre diversas concepciones de los números, de la naturaleza, del saber, de los métodos, etc., que representan, a juicio de los autores, otras tantas revoluciones, que abren nuevas perspectivas sobre lo que es el hombre y el conocimiento.

Con todo, y a pesar de las contribuciones renovadoras de éstas y de muchas otras investigaciones, debemos todavía impulsar transformaciones más radicales en la filosofía de la historia de la ciencia, y tales que trasciendan cualquier estilo de sociología del saber. Es necesario acuñar una nueva síntesis, una revolución profunda en el conocimiento de las interdependencias que actúan entre las humanidades y las ciencias naturales. Ello es indispensable para aproximarnos a la comprensión de la nueva Era en que vivimos. Y quede dicho, desde ahora, que la *antropología del conocimiento que*

propugnamos posee e implica, como uno de sus rasgos revolucionarios esenciales, descubrir la estructura propia de la correspondencia entre las formas de saber mencionadas, y hay que enfatizarlo, a partir de los fundamentos mismos de las ciencias naturales.

En lo que sigue confiamos haber bosquejado distintos criterios para comprender la evolución de la ciencia. En parte, tratamos de recoger y proyectar a nuestro tema el espíritu de esta máxima de Goethe: “Conocer la relación en que estamos con respecto al propio yo y al mundo exterior, es lo que se llama la verdad. De suerte, pues, que cada cual puede poseer su propia verdad y ser ésta, sin embargo, la misma” (198)¹.

¹Afirmamos más arriba que *en el principio fue el origen*, en un escueto enunciado que no podemos explicitar en este capítulo. Su torsión semántica remite, implícitamente, a las ambigüedades que ocultan los distintos modelos cosmológicos. Las “variaciones” astronómicas sobre el big bang, convergen hacia planteos de carácter físico, filosófico y hasta teológico. Ello deriva de la simbiosis entre cosmología y teorías de partículas de altas energías. La pregunta fundamental acerca del origen del universo —como lo destaca J. Narlikar en 1977—, es la de la génesis de la materia que ahora existe, en cuanto a partir de $t=0$ se viola la ley de la conservación de la materia y de la energía, que luego de ese comienzo no se viola. Muchos problemas metafísicos y físicos surgen al postular determinados estados iniciales, no menos que teodiceas y pseudo-problemas. Una clara revisión de estas y otras cuestiones desarrolla A. Grünbaum en: “The pseudo-problem of creations in physical cosmology”, *Philosophy of Science*, septiembre, 1989. Analiza, particularmente, las paradojas y enigmas metafísicos de la nucleosíntesis primordial.