

La discusión ontológica que hemos venido siguiendo desemboca ya en el siglo XIV en una concepción ontológicamente restrictiva respecto a la realidad y a la unidad del tiempo, tanto que el tiempo cósmico como tal prácticamente desaparece. Pero, por otro lado, los mismos pensadores del siglo XIV, dentro de la tradición escolástica, son los más interesados en hacer física, para lo cual se necesita un concepto manejable del tiempo. La opinión de Maier es que

la total eliminación del tiempo (...) conduce necesariamente a que, imperceptiblemente, otro concepto llega a ocupar el lugar de aquel que fue suprimido, (...el de) un tiempo independiente de todo cambio y entitativamente anterior a todo cambio (...) en el cual se efectúan los movimientos particulares (...). Es el mismo concepto de tiempo que posteriormente llegó a predominar en la física clásica y que, entonces, recibió su formulación y justificación filosófica en el tiempo absoluto, verdadero y matemático de Newton¹³⁸.

Dicho de otro modo: la cosmología del siglo XIV abarcó simultáneamente conceptos diferentes de tiempo, ya implícitos en las tesis de Aristóteles: uno cosmológico y otro cronológico, perfilándose en este último un factor que a partir de ese momento adquiere singular importancia: la medición.

138. A. MAIER, *Metaphysische Hintergründe der spätscholastischen Naturphilosophie (Studien zur Naturphilosophie der Spätscholastik)*, Roma, 1955, vol. 4, p. 133, citado por S. KNABENSCHUH, "Maniobras Doctrinales de un Tomista Colonial: Tiempo y Lugar según Suárez de Urbina" en *Analogía Filosófica* 1 (1997) 134. La cursiva es nuestra.

CAPÍTULO III

Concepto cronológico

Thus has he and many more of the same breed (...) only got the tune of the time.
SHAKESPEARE, *Hamlet*, acto V, escena II.

$\chi\rho\acute{o}\nu\omicron\varsigma$, en su sentido etimológico, es el tiempo entendido como realidad mensurable y numerable, que pasa del pasado al futuro y del futuro al pasado de modo constante. De ahí que $\chi\rho\acute{o}\nu\omicron\varsigma$ designe primitivamente la "duración del tiempo", y de ahí, por extensión, de "tiempo en todo su conjunto", e incluso el "tiempo infinito". Este doble sentido está en la base del concepto científico de tiempo, que comenzará renegando del *primum mobile* como instancia referencial del tiempo propia del concepto cósmico y estableciendo la existencia de un tiempo absoluto –a modo de $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ platónico, inmutable y que no exige de ningún movimiento primero que sea su sustrato– y un tiempo relativo –la medida de aquél, y en cuanto tal, acreedor de una existencia participada–.

En realidad, el concepto cronológico de tiempo se refiere a una magnitud estrictamente matemática, la medida de un devenir mensurable, opuesta a lo "estático" del $\alpha\acute{\iota}\omega\nu$. Supone la referencia a un hecho natural¹³⁹

139. Es necesario tener en cuenta que la diferente forma de entender la naturaleza a lo largo de la historia ha traído consigo una diversa consideración de este tiempo "natural". "La cultura occidental ha concebido hasta ahora la naturaleza fundamentalmente de dos modos: como «templo», cosmos ordenado y continente de acontecimientos que se sucedían cíclicamente (según la acepción clásica, mantenida desde la civilización griega y romana hasta la época medieval) y como «laboratorio», sección del universo físico susceptible de ser troceado con fines experimentales (según una acepción que desde la revolución científica del siglo XVII ha estado presente en la época industrial). Hoy vemos surgir una nueva idea, en la que los límites entre naturaleza y artificio tienden a desvanecerse: la naturaleza como «código» (idea novísima, postmoderna si se quiere, pero al mismo tiempo muy anti-

al que se adapta la mente, a una realidad exterior, de tal modo que el concepto cronológico de tiempo se podría caracterizar con las notas de la mensurabilidad, la matematizabilidad, la cuantificabilidad, la abstracción, la reversibilidad, la homogeneidad y la extensión¹⁴⁰.

Dada esta mensurabilidad y numerabilidad del χρόνος, cabría asimilarlo al tiempo tal como lo conceptúan la ciencia y la técnica, el tiempo que posibilita la sincronización, el tiempo de Newton –en cierto modo el de Aristóteles y Kant–, Einstein y, en general, el tiempo de la dinámica, aquél que se vincula al movimiento local –lo que nos retrotrae a la definición aristotélica del tiempo– y que se configura como medida. De hecho, es Aristóteles quien introduce este concepto cronológico de tiempo, como ya hemos visto.

El tiempo, χρόνος, es definido como “el número de los movimientos locales¹⁴¹ naturales”, el número de posiciones que un cuerpo ocupa en el espacio a lo largo de su trayectoria, de tal modo que queda abolida la diferencia entre pasado, presente y futuro, puesto que el “ser” que está al inicio del movimiento local es el mismo que se encuentra al final del mismo. Es, pues, un tiempo homogéneo, sin instantes privilegiados. Además, puesto que el tiempo está ligado al movimiento local, que es reversible, también lo será él mismo. Rechazado el movimiento de la primera esfera con todas sus implicaciones cosmológicas, será necesario hallar un movimiento continuo, homogéneo, regular que sirva de base no para el tiempo mismo, es decir, no para el tiempo “absoluto”, según la terminología de Newton, sino para una cuenta y una medida precisa de los movimientos de los cuerpos.

1. EL TIEMPO NEWTONIANO

Mensurable, matematizable y cuantificable son notas que caracterizan al concepto cronológico de tiempo, tal como éste se concibe con el naci-

gua, pues recuerda el tema tradicional, hermético y cabalístico, de la cifra y la descifración). Cf. G. MARRAMAO, *Universalismo y Políticas de la Diferencia*, en S. GINER y R. SCARTEZZINI (eds.), *Universalidad y Diferencia* (Madrid, 1996), p. 95.

140. Cf. J. C. REIS, “O Conceito de Tempo Histórico em Ricoeur, Koselleck e «Annales»: uma Articulação Possível” en *Síntese Nova Fase XXIII* (1996) 230. Respecto al tiempo, la física ofrece dos grandes dicotomías temporales compuestas por sendas metáforas: el tiempo absoluto propuesto por Newton y el espacio-tiempo de Einstein, por un lado y, por otro, el tiempo reversible de la mecánica de Laplace frente al tiempo irreversible de la termodinámica, desde Boltzmann hasta Prigogine.

141. Nótese que hablamos de movimientos locales. Como ya hemos apuntado, Aristóteles considera diferentes tipos de cambios y movimientos, cuestión que hay que tener presente en orden a hallar un elemento aglutinador de todos los conceptos de tiempo.

miento de la Ciencia Nueva, circunstancia histórica que motiva un renovado interés por los problemas de la medida del tiempo de la mano de Galileo y, sobre todo, de Huygens. La constitución de la ciencia moderna del movimiento separa la nueva época de la ontología griega del tiempo, puesto que éste comienza a pensarse “científicamente” y a ponerse en acto técnicamente. He ahí la clave: con la Ciencia Nueva se maneja un tiempo mensurable, matematizable y cuantificable, lo que conlleva la necesidad de elaborar una nueva descripción del tiempo mismo y de revisar su estatuto, teniendo en cuenta las innovaciones que las invenciones técnicas y el cambio de paradigma científico trajeron consigo, las cuales parecían haber vuelto caducas las opiniones de Aristóteles defendidas por los autores medievales. Para éstos, el tiempo es, bien número del movimiento según lo anterior-posterior, bien movimiento del alma, pero en cualquier caso, el tiempo, según Aristóteles y las escuelas antiguas y medievales, es siempre inherente a algo, es un accidente que se aprehende mediante la percepción sensible o la intuición intelectual. El tiempo es, pues, un carácter accidental de lo que se puede aprehender por los sentidos. Esta noción de tiempo-accidente, un tiempo espacializante y cosmologizante, va a ser puesta en tela de juicio desde el siglo XVI para dotar al tiempo de un estatuto propio¹⁴².

A pesar de eso, hasta finales del XVIII continuará la asimilación de los objetos observables a objetos trascendentales que se suponen cognoscibles sólo gracias a la intuición intelectual y que se identifican frecuentemente con objetos matemáticos. Esta equiparación, que fundamenta las pretensiones de la metafísica respecto a la ciencia, impregna los textos que versan sobre el tiempo. Veremos, pues, cómo el concepto estrictamente cronológico de tiempo remite a otro cuasi cósmico, como se verá claramente en el díptico newtoniano de “tiempo absoluto” y “tiempo relativo”, aquél de naturaleza sustancial, un *prius* metafísico incondicionado y auto-subsistente, una noción defensora de los aspectos nomotéticos de la naturaleza; éste referido a los movimientos visibles de los cuerpos celestes y propuesto como noción científica y empíricamente verificable.

La ciencia moderna, desde Newton y su dinámica de los cuerpos, supuso un tiempo lineal, pero reversible, un tiempo espacializado que quedaba confinado a la representación de un parámetro matemático, *t*, que adquiriría su sentido en el seno de una relación funcional. Antes de Newton, en la obra de Galileo, no hallamos una reflexión explícita sobre el concepto de tiempo, pero el pisano hizo una importante contribución al nacimiento del concepto cronológico-matemático del mismo por medio de sus famo-

142. Cf. K. POMIAN, o.c., pp. 304-305.

sos diagramas de tiempo-espacio. En ellos, trazados en el *Diálogo* (1632) y en los *Discorsi* (1638), uno de los ejes representa el tiempo y, perpendicular al primero, el otro representa la velocidad¹⁴³. Galileo estaba más interesado en mostrar el *cómo* del movimiento que el *qué* o el *porqué*. No dijo qué era el tiempo. Seguramente no le interesaba. Sin embargo toda su física asumió el tiempo como un elemento básico, una magnitud fundamental medible de la estructura del universo, universo que, según Galileo, era describable matemáticamente en términos, precisamente, de espacio y de tiempo. Con sus diagramas, Galileo caracterizó el tiempo como matemático, de tal manera que, conscientemente, restringe el uso del término al concepto cronológico, sin preocuparse de si podía haberlo concebido de modo reduccionista o absoluto¹⁴⁴.

La concepción del tiempo como magnitud, paralelamente a lo que había sucedido en la historia primitiva del concepto χρόνος, llevó a la conclusión de que este tiempo-medida debía tener un contrapunto, digámoslo así, de mayor solidez ontológica. De este modo se postuló, en una especie de segunda navegación platónica, que cuando se medía el tiempo se estaba midiendo algo que estaba más allá de la propia medición, el tiempo-medido, buscando asentar el εἶδος del que el tiempo-medida era imagen. El ejemplo paradigmático es Newton.

En las primeras páginas de los *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Newton presenta sus definiciones. Entre ellas hay una que nos interesa especialmente.

El tiempo absoluto, verdadero y matemático en sí y por su naturaleza y sin relación a algo externo, fluye uniformemente, y por otro nombre se llama duración; el relativo, aparente y vulgar, es una medida sensible y externa de cualquier duración, mediante el movimiento (sea la medida igual o desigual) y de la que el vulgo usa en lugar del verdadero tiempo; así la hora, el día, el mes, el año¹⁴⁵.

143. Dice así Galileo en su *Diálogo*: "Tracemos una línea AC perpendicular hacia el centro y en ángulo recto con ella la horizontal AB, sobre la cual se daría el movimiento de proyección y, si la gravedad no lo inclinase hacia abajo, el proyectil continuaría avanzando con movimiento uniforme. Supongamos ahora que desde A trazamos una línea recta AE que forme un ángulo cualquiera con AB. Señalemos sobre AB algunos espacios iguales AF, FH, HK, y desde éstos tracemos las perpendiculares FG, HI y KL hasta la línea AE. Dado que, como se ha dicho en otra ocasión, el grave que cae partiendo del reposo va adquiriendo cada vez mayor grado de velocidad a cada instante, según va creciendo el propio tiempo, podemos imaginar que los espacios AF, FH y HK representan tiempos iguales, y las perpendiculares FG, HI y KL grados de velocidad adquiridos en esos tiempos". G. GALILEI, *Diálogos sobre los Dos Máximos Sistemas del Mundo Ptolemaico y Copernicano* (Madrid, 1994), p. 173.

144. Cf. P. ARIOTTI, *o.c.*, 152.

145. I. NEWTON, *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural* (Madrid, 1987), vol I, p. 127.

Newton distingue, pues, dos clases de tiempo: el absoluto o verdadero y el relativo o aparente. El primero es independiente de la realidad exterior, del espacio, de la materia y del movimiento, así como de las circunstancias de su medición, es igual para todos los sistemas de referencia —en realidad no tiene sentido hablar de sistemas de referencia en el tiempo newtoniano—, tiene un valor universal y es exterior a la conciencia. Se trata de una cantidad, es matemático, pues lo mide un patrón cuya invariancia viene establecida por la teoría, p.ej., el día solar medio, es decir, la duración de una rotación completa de la Tierra en torno a su eje, eliminadas las desigualdades periódicas. En la concepción newtoniana, pues, es perfectamente correcta la afirmación de que dos acontecimientos son simultáneos. Este tiempo verdadero es, realmente, el referencial último al que remitir el segundo concepto de tiempo.

El segundo, el tiempo aparente, relativo, vulgar, es la medida del verdadero tiempo, del tiempo absoluto. Esta medida es la que podrá variar según los casos. Pero esto no supone que exista una pluralidad de tiempos, sino más bien que una, o incluso las dos medidas, han sido incorrectas, es decir, que se ha medido mal el tiempo absoluto, ya que éste es una cantidad bien determinada¹⁴⁶. El tiempo relativo, pues, pertenece a la esfera de lo visible, de lo perceptible, es aparente. Su fluir se reconoce sin tener que acudir a un saber especializado fundado en el conocimiento instrumental y en las matemáticas, las únicas en posición de corregir los errores de los sentidos. Es un tiempo vulgar que, en el siglo XVII, es el tiempo de la vida cotidiana, opuesto, según Newton, al tiempo de la ciencia.

La idea del tiempo absoluto la amplía Newton al hablar de la *ecuación del tiempo*, con estas palabras:

El tiempo absoluto se distingue del relativo en Astronomía por la ecuación del tiempo vulgar. Pues desiguales son los días naturales, que son tenidos por iguales por el vulgo al medir el tiempo. Los astrónomos corrigen esta desigualdad al medir con tiempos más exactos los movimientos celestes. Es posible que no haya ningún movimiento igual con el que medir exactamente el tiempo. Todos los movimientos pueden acelerarse y retardarse, pero el flujo del tiempo absoluto no puede alterarse. La duración o permanencia de las cosas en la existencia es la misma, tanto si los movimientos son rápidos, como si son lentos, como si no los hubiese; por tanto, la duración se distingue claramente de sus medidas sensibles, a la vez que de ellas se deduce por la ecuación astronómica. (...) Del mismo modo que el orden

146. Cf. J. BARRIO GUTIÉRREZ, "El Problema del Tiempo en la Ciencia Física Moderna" en *Revista de Filosofía* XIX (1960) 374.

de las partes del tiempo es inmutable, así lo es el orden de las partes del espacio. Si éstas se movieran de sus lugares, se moverían (por así decirlo) de sí mismas. Pues el tiempo y el espacio son los cuasi-lugares de sí mismos y de todas las cosas. Todas las cosas se sitúan en el tiempo en cuanto al orden de la sucesión y en el espacio en cuanto al orden de lugar. Es de su esencia el ser lugares y es absurdo pensar que los lugares primeros se muevan. Por tanto, éstos son lugares absolutos y únicamente las traslaciones desde estos lugares son movimientos absolutos¹⁴⁷.

Newton, pues, habla de un tiempo absoluto, de un espacio absoluto y un movimiento absoluto, en contraposición a los conceptos vulgares de los tiempos que se adelantan y se atrasan, a partir de los cuales, por la ecuación astronómica, deducimos un tiempo inalterable, verdadero y matemático. La idea de un tiempo absoluto implica que el tiempo tendría una realidad independiente de las cosas, aun cuando no esté de hecho separado de las mismas. Esta realidad *ab-soluta* tendría una sustantividad propia, transcurriría como una ley inflexible en la raíz misma de toda realidad, envolviéndola *ab intrinseco*. Al modo como el espacio longitudinal parece engendrarse por un flujo continuo de puntos, así el tiempo absoluto puede imaginarse como el fluir continuo y siempre igual de ahora íntimamente idénticos, sin compararlos con nada exterior, un tiempo radicalmente espacializado. Esta semejanza, sin duda, nació de que en el movimiento uniforme, a iguales velocidades, hay proporcionalidad entre los tiempos y los espacios¹⁴⁸:

$$V_1 = \frac{E_1}{T_1}; V_2 = \frac{E_2}{T_2}; \text{ si } V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

La tesis del tiempo absoluto newtoniano se encuentra ya prevista en la polémica que Gassendi sostiene con Descartes. Para éste "la duración de cada cosa es un modo o bien una forma que tenemos de considerar esta cosa en tanto que continúa siendo"¹⁴⁹, un accidente. Gassendi, por su parte, considera que la dicotomía sustancia-accidente no agota todo el ser, pues el lugar y el tiempo no son ni lo uno ni lo otro. El tiempo, indepen-

147. I. NEWTON, *Principios Matemáticos...*, vol. I, p. 129.

148. Cf. L. URBANO, "Einstein y Santo Tomás. Las Teorías Relativistas acerca del Tiempo y las Doctrinas del Angélico Doctor" en *Divus Thomas XXVIII* (1925) 30.

149. "[*Duratio, ordo et numerus, a nobis etiam distinctissime intelligentur, si nullum iis substantiae conceptum assignamus, sed putemus*] durationem rei cuiusque esse tantum modum, sub quo concipimus rem istam, quatenus esse perseverat". R. DESCARTES, *Principia Philosophiae* (Paris, 1964), I, 55.

diente del intelecto, también lo es de las cosas, del movimiento y del reposo; fluía igual que hoy antes de la creación del mundo y era igualmente real. Se trata de un tiempo cuantitativo, lo que muestra el hecho de que su fluir lo mide el movimiento del reloj, que imita al movimiento celeste. Es, pues, una realidad cuantificable, dissociada de todo ser particular, de todo cambio, de todo movimiento, universal, infinita, uniforme y caracterizada por su mensurabilidad. Un tiempo así no es perceptible y no se podría abstraer del movimiento como número suyo. Sólo se lo puede observar y medir cuántas unidades han fluido tras tal momento. De este modo, Gassendi le concede la categoría de atributo del único ser que no depende de las cosas, que es universal, infinito e inmutable: Dios¹⁵⁰. ¿Significa eso que el tiempo es la duración divina medida por todo movimiento regular y periódico? El mismo Newton se elevó desde la física a la metafísica al considerar el tiempo como un atributo divino, por influjo de Isaac Barrow, su maestro, amigo y predecesor en la cátedra Lucasiana de matemáticas en Cambridge.

Barrow observó que el objeto de la búsqueda científica es la *cantidad* (*quantity*) y distinguió entre dos formas de cantidad: una forma pura o matemática y una forma impura o física. Una línea recta, por ejemplo, en su forma pura es un objeto abstracto de las matemáticas, y en su forma impura es la distancia entre dos objetos físicos o la trayectoria descrita por un cuerpo móvil. En su forma pura, el tiempo es una *cantidad matemática*. Y como tal, el tiempo, por su existencia y naturaleza no depende de la existencia ni de la naturaleza de los objetos que están en el universo, ni de sus movimientos o de cualquier otra cosa. La uniformidad y la homogeneidad del tiempo son propiamente sus características intrínsecas e independientes. No es arriesgado adivinar en la base de la concepción barrowiana del tiempo la caracterización platónica de los εἶδη. Barrow escribe:

El tiempo (...) no denota una existencia actual, sino simplemente una capacidad o posibilidad de existencia permanente. Pero el tiempo, ¿no implica movimiento? No, en absoluto, respondo, en cuanto a su naturaleza absoluta e intrínseca se refiere (...); si las cosas corren o permanecen quietas, si dormimos o estamos despiertos, *el tiempo fluye en su curso uniforme*¹⁵¹.

150. Cf. P. GASSENDI, *Opera Omnia*, Lyon, Laurent Anisson y J.B. Devenet, 1685, t. I, *Syntagma philosophicum*, pp. 179-184 y 222-228, citado por K. POMIAN, *o.c.*, p. 306.

151. I. BARROW, *The Mathematical Works of Isaac Barrow*, Cambridge, Whewell, 1860, vol. II, p. 160, tomado de P. ARIOTTI, *o.c.*, 142.

En esta última frase es donde Whitrow ve el origen de la concepción de tiempo absoluto en Newton¹⁵². Sin embargo, P. Ariotti considera que no es así. Ciertamente ambos estaban de acuerdo en la necesidad de un movimiento sensible para medir el flujo del tiempo, lo que nos daría el tiempo relativo. Por otra parte, así como Barrow concibió el tiempo y el espacio con la función de contener y ordenar los objetos y los sucesos, Newton concibió su tiempo y espacio absolutos como el armazón universal del mundo físico. El tiempo absoluto se "alcanza" mediante cálculos hechos a partir de observaciones y medidas. Pero la matemática no puede demostrar que "en sí mismo y por su propia naturaleza, fluye uniformemente sin relación a nada exterior". Estamos ya en el ámbito de la metafísica, donde un tiempo independiente de las cosas forma el marco y la condición en los que éstas se suceden. He aquí donde hallamos quizá el mayor influjo de Barrow en Newton, puesto que Newton se hizo eco de las creencias religioso-teológicas de Barrow, según las cuales el espacio absoluto no es más que la omnipresencia de Dios, la manera como Dios siente el mundo, el *sensorium Dei*, y el tiempo absoluto –según opina A. Koyré¹⁵³– es la duración de Dios, de modo que Newton parece apuntar una cierta interpretación animista o panteísta de la realidad que se acerca a la visión del universo como cuerpo de la divinidad, ya que este tiempo acaba remitiéndose, en el *Escolio general* al final de los *Principia*, a Dios, que

es eterno e infinito, omnipotente y omnisciente, es decir, dura desde la eternidad hasta la eternidad y está presente desde el principio hasta el infinito (...). No es la eternidad y la infinitud, sino eterno e infinito; no es la duración y el espacio, sino que dura y está presente. Dura siempre y está presente en todo lugar y existiendo siempre y en todo lugar constituye la duración y el espacio¹⁵⁴.

Este tiempo, pues, tiene relación con algo exterior; a pesar de lo que afirma Newton, a saber, Dios, de tal modo que su mismo ser queda unido indisolublemente a la duración divina¹⁵⁵. No cabe duda de que las fuer-

152. Cf. G. J. WHITROW, *The Natural Philosophy of Time* (New York, 1963), p. 131.

153. Cf. A. KOYRÉ, *Newtonian Studies* (Londres, 1965), p. 104, citado por A. PEÑA CABRERA, *o.c.*, 180.

154. I. NEWTON, *Principios Matemáticos...*, vol. II, p. 783

155. Uno de los puntos centrales de la polémica entre Newton y Clarke es el de la inteligibilidad del tiempo. Que éste sea independiente de las cosas y que tenga relaciones cercanas con Dios es algo que Newton y Clarke aceptan sin más. Pero las relaciones que el tiempo mantiene con Dios son más complejas que las que éste mantiene con el espacio. Sólo referida a este último se usa la metáfora del *sensorium* –herencia de las tradiciones medievales relativas a la óptica– que permite representarse el espacio como marco en cuyo inte-

tes convicciones religiosas y los intereses teológicos de Newton –así como los aspectos esotéricos y místicos, tan caros a éste– y Barrow ejercieron una influencia en la formación del concepto de tiempo absoluto¹⁵⁶.

¿Tiene significación física este tiempo, puede ser medido? Newton admite que un movimiento "perfectamente igual" que pueda medir el tiempo absoluto pudiera no existir, lo cual no impide buscar tal movimiento que sin ayuda de la ecuación astronómica pudiera medir directamente el tiempo, por tanto no prohíbe suponer que éste sea una entidad física.

En definitiva, podemos afirmar con Pomian que

el tiempo absoluto de Newton, objeto demostrable, trascendente y virtualmente medible o, en otros términos, matemático, metafísico (o teológico) y virtualmente físico, ilustra perfectamente (...) la confusión en el siglo XVII, y mucho después, de esos tres estatutos ontológicos¹⁵⁷.

En cualquier caso, el tiempo operativo es el tiempo-medida, aquel cuya entidad constitutiva es la de reducirse a una variable matemática. Esta reducción del tiempo a t tendrá como una de sus consecuencias la consideración determinista de la naturaleza, concebida como un autómata que obedece rígidamente a un pequeño número de leyes sencillas, universales y abstractas, al modo de un mecanismo de relojería, predecible en cada detalle. De ahí surgirá la imagen del Relojero Divino. Pero además, el tiempo en la dinámica es homogéneo, es decir, carece de instantes privilegiados, por lo que las diferencias entre pasado y futuro desaparecen, y es reversible. Basta con cambiar de signo a la variable t para hacerlo fluir; matemáticamente, en un sentido u otro. De este modo, conocida la ley del movimiento de un sistema y un estado instantáneo cualquiera del mismo, se lo tiene completamente definido, de tal modo que puede conocerse perfectamente el desarrollo futuro del sistema, así como su devenir pasado. Es la tesis de Laplace, para quien, si todo movimiento está determinado matemáticamente, entonces el estado actual de movimiento del universo basta para fijar su futuro (y su pasado) en cualquier instante. El futuro ya

rior Dios, "a Being incorporeal, living intelligent, omnipresent, sees the things themselves intimately, and thoroughly perceives them, and comprehends them wholly by their immediate presence to himself". Cf. I. NEWTON, *Opticks* (New York, 1952), III, I, qu. 28. El tiempo, para Newton, no sería un *sensorium Dei* análogo al espacio. Además, la relación entre el tiempo y la duración divina es también difícil de comprender en cuanto que Dios es absolutamente inmóvil y el tiempo es un flujo. Por otro lado, respecto a los intereses teológicos de Newton, sabemos que dedicó parte de su tiempo a estudiar la cronología de los Profetas acerca del origen del mundo.

156. P. ARIOTTI, *o.c.*, 144.

157. K. POMIAN, *o.c.*, p. 310.

está contenido en el presente. De este modo, como I. Prigogine observó, el Relojero Divino queda reducido a un mero archivero que ve las páginas de un libro de historia cósmica que ya está escrito. En realidad, podríamos decir, no hay tiempo¹⁵⁸. ¿Cómo llamar tiempo a algo por lo que uno se pasea arriba y abajo sin más que poner en la "variable-t" un signo + o un signo -?¹⁵⁹

En suma, Newton propuso considerar el tiempo como algo absoluto, independiente de la realidad e igual para todos los sistemas de referencia. Newton hizo con el tiempo lo que los geómetras griegos habían hecho con el espacio: lo idealizó como una dimensión exactamente medible. Su concepción se admitió por unanimidad debido al incuestionable éxito logrado por la mecánica celeste newtoniana, en cuyas ecuaciones intervenía el parámetro *t*, el tiempo newtoniano. Desde entonces, las disputas sobre el tiempo en física y filosofía serán tributarias de los problemas planteados por Newton. Pero la dicotomía ontológica que Newton estableció con sus conceptos de tiempo "absoluto" y tiempo "relativo" se fue mostrando poco productiva desde el ámbito de la teoría del conocimiento y desde las auto-comprensiones científicas. ¿Por qué seguir manteniendo la existencia de un tiempo "absoluto", cuando la práctica científica se limita a manejar su "medida"? En virtud de un principio de economía, una especie de navaja de Ockham *-non sunt entia multiplicanda sine necessitate-*, el tiempo newtoniano fue reduciéndose a su medida, al tiempo-medida, al concepto cronológico. Pero este tiempo-medida, ya sin referente ulterior, siguió conservando los caracteres que antes había participado del tiempo absoluto -unicidad, inmutabilidad- hasta la llegada de la teoría de la relatividad.

2. CRÍTICAS A LA CONCEPCIÓN NEWTONIANA DEL TIEMPO "ABSOLUTO"

El tiempo de Newton es un objeto trascendente o "metafísico", puesto que su realidad ha sido establecida mediante un razonamiento deductivo reforzado con una intuición intelectual. Pero tanto el razonamiento deductivo como la intuición intelectual son puestos en tela de juicio como

158. A este respecto nos parece muy acertada la opinión de R. Teichmann: *"The point that physics eschews tenses, if true, would show only that a tenseless description of reality was possible, not that a description of reality as tenseless was possible"*. R. TEICHMANN, *The Complete Description of Temporal Reality* en P. J. N. BAERT (ed.), *Time in Contemporary Intellectual Thought* (Amsterdam, 2000), p. 13. La hipótesis de la reversibilidad del tiempo en física clásica es una exigencia de la misma estructura de la teoría, pero ello no implica, obviamente, que las cosas "sean" así.

159. Cf. P. COVENEY, *A Clash of Doctrines: The Arrow of Time in Modern Physics*, en P. J. N. BAERT (ed.), *o.c.*, p. 77.

modalidades del conocimiento por obra del empirismo. El tiempo deja de estar en el ámbito de las relaciones entre Dios y las cosas y pasa a estar en el terreno de las relaciones entre el hombre y las cosas; abandona la problemática del ser para pasar a la del conocimiento.

Para la gran figura empirista, Hume, el tiempo, una sucesión de momentos indivisibles¹⁶⁰, es una idea de nuestro espíritu forjada a partir de la sucesión de las ideas e impresiones. La idea de tiempo no se deriva de una impresión particular mezclada con otras y claramente distinguible de ellas, sino que surge siempre según el modo de manifestación de las impresiones a la mente, sin formar parte de ellas. En ausencia de percepciones que se sucedan no hay conciencia del tiempo, de manera que el tiempo, por sí solo, no puede manifestarse ante la mente ni ser conocido por ella¹⁶¹. Cabe concluir, pues, que el tiempo es relativo a la manera que las percepciones tienen de manifestarse a nuestro espíritu, de modo que ninguna corrección podría darnos acceso a un tiempo verdadero y matemático. El tiempo "absoluto" sería una ficción metafísica que habría que abandonar, puesto que nuestro conocimiento requiere únicamente del tiempo como medida. Es la misma tesis que, años más tarde, desarrollará E. Mach.

Un movimiento puede ser uniforme por relación a otro, pero preguntarse si un movimiento es uniforme en sí no tiene significación alguna. Hablar de un "tiempo absoluto", independiente de cualquier variación, también está desprovisto de sentido. Ese tiempo absoluto no puede ser medido por movimiento alguno; no tiene, pues, ningún valor, ni práctico, ni científico. Nadie puede decir que sepa algo de tal tiempo absoluto: es una inútil entidad «metafísica»¹⁶².

Para Mach sólo es real lo que es medible, con lo que el "tiempo absoluto" no tiene lugar. Al medir el tiempo, lo que se mide es la relación entre

160. Cf. D. HUME, *Treatise of Human Nature* en *The Philosophical Works* (Darmstadt, 1964), I, 2, 2.

161. Cf. *Id.*, I, 2, 3. Las ideas del Locke al respecto van en esta línea. La sucesión de ideas en nuestra mente en el estado de vigilia da origen al tiempo y, cuando cesa esta sucesión, cesa la percepción de la duración. Cf. J. LOCKE, *Of Human Understanding*, en *Works* (Darmstadt, 1963), II, 14. Lo mismo sucede con Berkeley, para quien el tiempo absoluto newtoniano es una ficción metafísica que atribuye al tiempo el valor de cosa, de sustancia, cuando el tiempo depende del modo en el que un sujeto construye un orden de ideas en relación a algo: *"Time (is) nothing, abstracted from the succession of ideas in our minds"* G. BERKELEY, *o.c.*, § 98.

162. E. MACH, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*, Leipzig, Brochhaus, 1883, tr. franc., *La Mécanique, exposé*, Paris, A. Herman, 1904, pp. 217-218, tomado de K. POMIAN, *o.c.*, pp. 346-347.

dos fenómenos, el que se estudia y el escogido como sistema de referencia: el tiempo es, pues, necesariamente relativo.

Llegamos a la noción de tiempo por la relación entre el contenido del campo de nuestra memoria y el contenido del campo de nuestra percepción externa. Cuando decimos que el tiempo fluye en una dirección o sentido definido, eso significa simplemente que los acontecimientos físicos (y por consiguiente, también los acontecimientos fisiológicos) transcurren en un sentido definido¹⁶³.

Despojando a la concepción newtoniana de todo rasgo de platonismo, Mach niega que el tiempo sea la realidad última; más bien es una abstracción elaborada a partir del movimiento, el único que es real; no es tampoco un flujo, sino una relación que establecemos entre los fenómenos; no es cualitativo –como lo era el tiempo absoluto newtoniano–, sino medible.

En fin, el tiempo newtoniano, reducido pragmáticamente a su aspecto de medida, ahora también teóricamente, mantuvo su vigor a lo largo del siglo XIX, siglo plagado de éxitos para la mecánica newtoniana –también por consiguiente para la variable t –, hasta la aparición de una nueva teoría que va a acabar con los caracteres “absolutos” que aún quedaban adheridos a t .

3. EL TIEMPO EN LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD ESPECIAL

A principios del siglo XIX, P. S. Laplace publica su *Traité de mécanique céleste*, que representa la culminación del sistema newtoniano: en ella se sistematizan las investigaciones de Newton, Halley, Bradley, D'Alembert y Euler sobre la gravitación universal. La obra de Newton se convierte, tras los trabajos de Laplace, en una suerte de pilar inamovible. Mas lo que contribuyó de modo decisivo a la consideración de que la concepción newtoniana era eterna e inmutable fue el descubrimiento de Neptuno por obra de Le Verrier, hecho que, unido a otros hallazgos científicos, ratificó la potencia de la mecánica newtoniana y, con ella, la adecuación de la concepción del tiempo según el paradigma implícito en ella; pero estos éxitos no impidieron que dificultades serias, como eran la de la naturaleza de la fuerza gravitatoria y su velocidad de propagación, y sobre todo el problema del éter, cuya existencia como medio de transmisión venía exigida por la recién adoptada teoría ondulatoria, hicieran su entrada en el foro de la discusión física.

163. Id., p. 219, tomado de K. POMIAN, o.c., pp. 347-348.

El abandono definitivo de los caracteres del tiempo absoluto aún subsistentes a la física newtoniana vino de la mano de la abdicación de la teoría corpuscular de Newton, impuesta a la física por el prestigio de éste durante más de un siglo. En lugar de ésta se adopta la teoría ondulatoria, que tiene su origen en Huygens, siendo ulteriormente perfeccionada por Fresnel. Ahora bien, si la luz es un fenómeno ondulatorio, se hace preciso admitir la existencia de un medio material por el cual se propague, es decir, por el cual las ondas luminosas se transmitan con su movimiento vibratorio. Este medio hipotético se llamó éter. Al intentar determinar sus propiedades se vio que la física newtoniana era insuficiente. Era necesario crear una nueva física, la cual, de la mano, traerá una nueva interpretación del tiempo¹⁶⁴ –mas no un concepto diferente del mismo, como

164. El problema surgió cuando se quisieron determinar las propiedades del éter. Se quiso también determinar si el éter era arrastrado por los cuerpos en movimiento –como hace la tierra con la atmósfera– o, por el contrario, el cuerpo se desplaza a través del mismo formando un viento-éter, como sucede cuando un hombre corre a través del aire. Para resolver esta cuestión se hicieron múltiples experimentos, entre los cuales el decisivo fue el experimento de Michelson-Morley. Para decidir el asunto construyeron un interferómetro que, por el desplazamiento de las franjas de interferencia, permitiría esclarecer el enigma de modo definitivo. Cf. A. MICHELSON y E. MORLEY, *Sobre el Movimiento Relativo de la Tierra y el Éter Lumífero*, en A. EINSTEIN, A. GRÜNBAUM, A. S. EDDINGTON y otros, *La Teoría de la Relatividad* (Madrid, 1989), pp. 34-45.

Según los resultados arrojados por el experimento cabía adoptar tres posiciones epistemológicas:

a) Negar validez al experimento, arguyendo que no se había realizado correctamente.

b) Procurar encontrar alguna explicación al mismo dentro de los moldes de la física clásica.

c) Aceptar el experimento tal como se presentaba y construir sobre él una nueva física.

La primera posición llevó a que los físicos realizaran el experimento cada vez con mayor precisión. La respuesta de la Naturaleza fue constante: no hay diferencia en el tiempo invertido por los dos rayos que Michelson había enviado en direcciones perpendiculares y que, de acuerdo con la mecánica newtoniana y con la teoría que admitía la existencia del éter, debían invertir tiempos distintos.

En la segunda opción, al intentar encuadrar el experimento de Michelson en los moldes de la física clásica, se ofrecían dos posibles explicaciones. La primera consistía en suponer que la Tierra estaba inmóvil, pero esto representaba volver al geocentrismo y por tanto, era inadmisibles. La segunda, admitir que la Tierra arrastraba consigo al éter, también inadmisibles, ya que quedarían sin explicación diversos fenómenos físicos, entre ellos el de la aberración de la luz y el arrastre parcial de Fizeau.

En esta encrucijada apareció la hipótesis de la contracción debida a Fitzgerald. Supuso que los cuerpos en movimiento experimentaban una contracción longitudinal en el sentido del mismo, cuyo valor, llamando l a la longitud del cuerpo, sería

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Esta tesis, sostenida también por Lorentz, pareció resolver momentáneamente el problema. En principio, la hipótesis de la contracción de Fitzgerald no es absurda. Una esfera, al chocar contra una pared, se “contrae” precisamente en el sentido del choque. Podría