



¿ QUÉ ES EL TIEMPO?

Raúl Ilufi López

RESUMEN:

El concepto tiempo es difícil de definir; aunque el término es por todos conocido y de uso diario. Intentar responder la pregunta acerca de qué es el tiempo es una tarea nada fácil de emprender. Algunas reflexiones, tanto epistemológicas como históricas, en torno al concepto, nos proponemos presentar en el siguiente artículo.

ABSTRACT:

The concept of time is difficult to define, in spite of the fact that it is known by everyone and it is used every day. It is not an easy task to try to answer the question of what time is. Some reflections, both epistemological and historical, about the concept of time are contained in this article.

1. INTRODUCCIÓN

Generalmente, al intentar explicar qué es el tiempo, definir el concepto o buscar una explicación específica y concreta, se produce una desviación que nos lleva –casi inevitablemente– a centrar nuestra atención en responder cómo se mide el tiempo, orientándonos hacia su métrica y perdiendo de vista el punto de partida. Esto provoca, por ejemplo, que, cuando se trata esta materia, en la sala de clases se produzca una ruptura epistemológica (distancia, deformación) entre lo que denominamos el objeto de saber y el objeto enseñado.

Las causas de esta ruptura epistemológica podrían atribuirse a las siguientes razones:

- 1) El tiempo es en sí un concepto físico y filosófico; lo cual dificulta su comprensión.
- 2) El concepto tiempo ha evolucionado en su métrica y en sus fundamentos, alcanzando un grado tal de complejidad que, para los propios especialistas, se ha convertido en un tema de constante discusión.
- 3) El concepto tiempo, fundamental para la comprensión de otros conceptos y leyes de la Física, tiene en sí un significado científico-filosófico de gran importancia a la hora de analizar su esencia o naturaleza y su métrica.

Las modernas teorías científicas admiten al menos tres conceptualizaciones de tiempo, y, por tanto, tres definiciones, desde perspectivas distintas: termodinámico, cosmológico y psicológico. Se afirma que existe una cuarta definición que, por ahora, no consideraremos: el tiempo radiactivo.

La duración de un acontecimiento en la vida diaria nos puede parecer interminable o excesivamente breve. Imaginemos cómo transcurre el tiempo para el amante cuando espera la

llegada de su amada o cómo transcurre éste cuando vamos al cine y la película respondió a nuestras expectativas. Breve o prolongado, el tiempo no se detiene y debemos admitir que existe algo que distingue el pasado del futuro dando una dirección al tiempo. Se habla, entonces, de la flecha del tiempo.

2. EL CONCEPTO TIEMPO DESDE LA ÉPOCA ARISTOTÉLICA HASTA EL MOMENTO ACTUAL

Probablemente, resulte pretencioso desarrollar una presentación del concepto tiempo que considere todas las contribuciones históricas que se han realizado con relación a esta idea. Por ello, se mostrará la concepción en algunos científicos y filósofos quienes, con sus aportes, han logrado ocupar un lugar privilegiado en las comunidades internacionales y que han guiado la discusión sobre los fundamentos de este concepto. Evidentemente, la selección sólo recoge a algunos y olvida a otros, no menos importantes que los mencionados en este trabajo. Por ahora, es un inicio en un tema, de por sí, cautivante.

A continuación, se entrega una síntesis del pensamiento de Aristóteles, Newton, Kant, Einstein y Hawking. Es necesario precisar que la preferencia por estos pensadores, obedece exclusivamente al propósito de mostrar (no analizar) la proximidad o distanciamiento que existe en sus planteamientos con relación al concepto en cuestión.

2.1 CONCEPCIÓN ARISTOTÉLICA

Una conceptualización del tiempo, previa a la definición que entrega Aristóteles, definitivamente confunde y desvía la atención que debería centrarse en resolver cuestiones bastantes oscuras.

Para conocer o más bien para indagar sobre la naturaleza del tiempo, pareciera recomendable, al modo aristotélico, determinar su existencia. Si existe el tiempo podemos abordar el problema de determinar cuál es su esencia.

Probar que el tiempo y el movimiento no se pueden identificar o determinar qué relación existe entre éstos, es una cuestión que ha sido abordada por los pre-aristotélicos. Para analizar el concepto tiempo, es necesario tener en cuenta qué significa "*ser en el tiempo*" y cómo se relacionan las cosas con la existencia del tiempo.

La temporalidad como condición de existencia del ser obliga a resolver o al menos indagar sobre la simultaneidad, alteración, homogeneidad, partes, todo, etc. Resulta relativamente simple afirmar que las substancias "*son en el tiempo*", pero afirmar que el tiempo "*es en algo*" es sumamente complejo.

En el Libro IV de la *Física*, Aristóteles analiza la existencia del tiempo en cuanto si es o no es una substancia, con el propósito de ubicarlo entre las cosas que son o entre las que no son. Examinando la estructura del tiempo, nos advierte que pasado y futuro son partes constitutivas de él. Pero, pasado y futuro carecen de existencia y debemos ubicarlos en el ámbito del no ser mientras que el presente, límite común de estas dos dimensiones, carece de

contenido temporal. Si el presente contuviera tiempo, parte de él sería futuro y parte de él, pasado. Sin los extremos del ahora (presente), nos queda sólo un punto sin extensión que no forma parte del tiempo. Hasta aquí Aristóteles ha abordado el concepto tiempo desde una perspectiva axiomática y sus conclusiones de que éste no es una cosa real, no es una substancia, lo llevan a preguntarse cómo se relaciona o qué tipo de relación existe entre el tiempo y las cosas.

Aristóteles examina la relación entre el movimiento y el tiempo, reconociendo que ambos guardan reciprocidad de ser. Lo cual nos lleva a examinar si el tiempo es idéntico al movimiento o es parte de él. Aristóteles concluye que el tiempo no es idéntico al movimiento, pero, no puede ser sin él y es probable que el tiempo sea una especie de medida del movimiento.

En primer lugar, si no percibimos el cambio, es decir, el movimiento, no percibimos el tiempo. En ambos, tiempo y movimiento, existen puntos de partida y de llegada: un antes y un después para la magnitud recorrida por el movimiento, un ayer y un mañana en el caso del tiempo.

En segundo lugar, el movimiento, rápido o lento, se encuentra sólo en lo que se mueve. No obstante, el tiempo, que no es rápido ni lento, se encuentra en todas partes. Así como el número nos permite distinguir entre lo mayor y lo menor de las cosas que nos rodean; el tiempo mide al movimiento. De esta forma, desembocamos en la conocida y controvertida acepción aristotélica: "*El tiempo es el número del movimiento según lo anterior y lo posterior*". En la definición se incluye la idea de número. El tiempo no es el movimiento, es algo de él, es el número. ¿En qué consistirá el carácter numérico del tiempo? Un análisis que permita determinar el carácter numérico del concepto tiempo nos aleja de los propósitos planteados en el presente trabajo; únicamente diremos, al modo aristotélico, que el tiempo es continuo, una discontinuidad implicaría una detención, es decir considerar una detención del movimiento para que pueda ser numerado. El tiempo es número según lo anterior y lo posterior.

2.2 CONCEPCIÓN NEWTONIANA

En los *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural* (1689), Isaac Newton analiza el problema del movimiento y de las fuerzas, logrando en ocho definiciones dar cuenta de los fenómenos de la naturaleza en los que intervienen diversos conceptos que edifican la denominada mecánica clásica. Incorpora, de esta forma, una definición más precisa de tiempo, espacio, movimiento y lugar.

Con relación al tiempo, Newton afirma que éste es absoluto, verdadero y matemático y que recibe el nombre de duración. Si hay un tiempo absoluto, debe existir un "*tiempo relativo, aparente y vulgar*", es el que utilizamos en nuestra vida cotidiana cuando nos referimos a horas, minutos, días y años. Tenemos, por consiguiente, un tiempo absoluto y otro relativo. El absoluto "*fluye parejamente sin relación con nada externo*"; en tanto, el tiempo aparente es una medida externa de la duración, que se mide por el movimiento.

Los movimientos pueden ser rápidos o lentos y es probable que no exista en la Naturaleza algún movimiento con rapidez constante; sin embargo, ciertos movimientos se pueden utilizar como una buena aproximación para medir el tiempo.

El tiempo absoluto siempre permanece el mismo, fluye invariablemente; en cambio, el tiempo relativo, por ser una medida sensible, debe ser corregido para aproximarse al tiempo verdadero.

2.3 CONCEPCIÓN KANTIANA

Immanuel Kant, en la *Crítica de la Razón Pura*, afirma que el tiempo es una condición universal y necesaria para la existencia de las cosas de la Naturaleza; es decir, sirve de base a todas las intuiciones. En efecto, podemos eliminar todos los fenómenos que ocurren en el tiempo; mas, el tiempo en sí no lo podemos suprimir: *“Sólo en él es posible la realidad de los fenómenos”*.

El tiempo no es un concepto empírico sino una forma pura de la intuición sensible; de tal manera, que, necesariamente, debe estar dado a priori. No es un objeto real y no existe por sí mismo, es una forma de intuirnos a nosotros mismos. Si el tiempo existiera en forma autónoma, *“sería algo que poseería realidad a pesar de no ser un objeto real”*.

Si afirmamos que el tiempo subsiste luego de abstraer de las cosas todas las condiciones subjetivas de ellas, tiene validez tal afirmación, únicamente si consideramos que el tiempo es la condición subjetiva bajo la cual pueden tener lugar en nosotros todas las intuiciones. De esta forma, es posible obtener una representación del tiempo previa a todos los objetos y sus características serán: la de poseer universalidad y necesariamente ser a priori.

Toda representación de las cosas corresponde a nuestro estado interno y sus relaciones pueden ser expresadas en una intuición externa. El tiempo no es nada si hacemos abstracción de nuestra subjetividad para intuirnos y tomamos los objetos tal como son en sí mismos. Es decir, sin el ordenamiento o secuencia interna psíquica, carece de sentido hablar del tiempo. Éste es una condición subjetiva de nuestra intuición y tiene validez objetiva en tanto tenga relación con las cosas externas, con los fenómenos que son objeto de nuestra intuición sensible.

Sin embargo, aunque no podamos decir que todas las cosas están en el tiempo, si aceptamos que la forma de ser intuidas es la condición que determina la temporalidad de ellas, todos los fenómenos sensibles están en el tiempo. Por último, si el tiempo es la condición formal a priori de todos los fenómenos intuidos empíricamente, entonces el tiempo tiene realidad empírica por cuanto es imposible que se dé en nuestra experiencia objeto alguno que no esté subordinado a la condición temporal.

2.4 CONCEPCIÓN EINSTEINIANA

La teoría de la relatividad de Einstein logra dar respuesta a todos los fenómenos de la Naturaleza, cuya explicación estaba reservada exclusivamente para la denominada mecánica clásica. Recordemos que la mecánica clásica descansa sobre los principios newtonianos y que, precisamente, esos principios son remecidos por la teoría de la relatividad.

Albert Einstein y Leopold Infeld explican, con meridiana claridad, en qué consiste el tiempo en *La Física, aventura del pensamiento*, obra dedicada a describir en forma general, cómo se produce y qué tipo de relación existe entre el mundo de las ideas y lo fenoménico. En este libro, se omite la deducción matemática, tarea nada de fácil, para dar paso a la explicación de conceptos y hechos más característicos y significativos de la Física.

En el Capítulo III del citado libro, se encuentran las nuevas premisas que servirán de punto de partida a la teoría de la relatividad. Asumidas estas premisas se debe desechar toda visión clásica de explicación por ser ésta contradictoria con el nuevo punto de vista.

Las premisas son:

- 1) La velocidad de la luz en el vacío es la misma en todos los SC¹ en movimiento uniforme relativo.
- 2) Las leyes de la naturaleza son las mismas en todos los SC en movimiento uniforme relativo.

De estas dos premisas se deducen conclusiones que contradicen a la experiencia y a la teoría clásica. Con relación al tiempo, surge la pregunta sobre la simultaneidad de dos sucesos en un sistema de coordenadas; esto es, qué significa que dos sucesos sean simultáneos.

Para analizar el problema, se preguntará qué es un reloj y a partir de la función que cumple este instrumento se puede afirmar que el concepto del tiempo se hace objetivo. Esto significa que podemos usar como medida objetiva del tiempo cualquier fenómeno o movimiento que podamos repetir con bastante precisión cuantas veces sea necesario.

Si dejamos de lado la sensación subjetiva del fluir del tiempo y nos ocupamos de la medida objetiva dada por el reloj, resulta interesante preguntarse si es posible cerciorarse que dos relojes ubicados en dos puntos distantes entre sí indiquen el mismo tiempo. Aparentemente, no resulta difícil definir la simultaneidad para dos sucesos que ocurren en una misma posición espacial, por ejemplo, cuando decimos que el avión sale a las 10 de la mañana. Esto significa que la salida del avión es un suceso que se produce simultáneamente cuando mi reloj marca las 10 de la mañana. Pero, ¿cómo sincronizar dos relojes que se encuentren en puntos A y B lejanos entre sí?

Einstein afirma que para sincronizar los dos relojes es necesario establecer, por definición, que el tiempo empleado por la luz para viajar desde A hacia B es el mismo tiempo que se necesita para ir desde B hacia A. Sólo a modo de ejemplo, propone utilizar la televisión. Podríamos estar —dice— en las proximidades de uno de los relojes y observar al

¹ SC significa sistema de coordenadas.

otro reloj por televisión y comprobar si están indicando el mismo tiempo simultáneamente. Sin embargo, nos advierte que lo que vemos en la imagen es un suceso que se produce un momento antes que lo que vemos en el reloj real. Entonces, ¿cómo superar esta dificultad? Se soluciona observando, por televisión, la imagen de ambos relojes desde un punto equidistante de A y B. Mas, ¿un reloj en movimiento modifica su ritmo? Para Einstein, no sólo un reloj en movimiento modifica su ritmo; también una barra en movimiento cambia su longitud, siempre que dichas variaciones sean las mismas para todos los SC inerciales.

Esta consecuencia de las dos premisas iniciales se manifiesta con mayor claridad si el móvil viaja a altas velocidades, más aún si éstas son próximas a la velocidad de la luz. He aquí una diferencia radical con el punto de vista clásico. En el esquema clásico, el tiempo es absoluto; ahora, con el nuevo punto de vista, que asegura que la velocidad de la luz es la misma en todos los SC, necesariamente, se deduce y se verifica que tanto el tiempo como las longitudes varían según el movimiento; de tal manera, tenemos que aceptar el concepto de un tiempo relativo a cada SC.

2.5 CONCEPCIÓN HAWKINIANA

La visión hawkiniana del tiempo se caracteriza, principalmente, por agregar al concepto de tiempo relativo que surge de la teoría de la relatividad, un nuevo análisis a partir de fenómenos termodinámicos. Stephen Hawking centra su atención en la dirección del tiempo y reconoce que existen *“al menos tres flechas del tiempo diferentes ...la flecha termodinámica, que es la dirección del tiempo en la que el desorden o la entropía aumentan. Luego está la flecha psicológica. Ésta es la dirección en la que nosotros sentimos que pasa el tiempo, ... en la que recordamos el pasado pero no el futuro. Finalmente, está la flecha cosmológica ... dirección del tiempo en la que el universo está expandiéndose en vez de contrayéndose.”* (Hawking, 1988)

La flecha psicológica del tiempo, subjetiva por cierto, en el análisis hawkiniano, está determinada por la flecha termodinámica. Es un hábito nuestro ver las cosas de cierta manera, porque siempre han ocurrido así. En efecto, *“no vemos vasos rotos recomponiéndose ellos solos en el suelo y saltando hacia atrás sobre la mesa”* (ibid.). Si esto ocurriera, la flecha del tiempo apuntaría hacia atrás.

La termodinámica prohíbe justamente este hecho, ya que, en un sistema cerrado, el desorden o la entropía siempre aumenta con el tiempo y en nuestro cerebro recordamos las cosas en la dirección en que la entropía aumenta.

Del orden al desorden o del desorden al orden, en ambos casos, nos movemos en una u otra dirección de la flecha termodinámica que, al parecer, necesariamente, debe coincidir con la flecha cosmológica. Si admitimos que el universo se está expandiendo con la condición de no frontera, la expansión misma no es la causa de que aumente el desorden, sino que este aumento de la entropía se debe a la condición de no frontera; aumento de entropía y expansión tienen la misma dirección para la flecha del tiempo.

3. CARACTERÍSTICAS DEL CONCEPTO DE TIEMPO

Un análisis epistemológico respecto de este concepto escapa a los propósitos planteados inicialmente; sin embargo, es necesario precisar que el término tiempo, para la mayoría de los autores presentados en este trabajo, tiene el mismo sentido aunque no está del todo claro si lo significado por el término sea lo mismo para todos ellos.

- 1) Para Aristóteles, el tiempo no es una substancia y por tal razón se decide a examinar qué relación tiene con las cosas, si es una cualidad o una cantidad de las cosas o una relación entre ellas. De este análisis, concluye que el tiempo no es idéntico al movimiento, pero no puede ser sin él. El tiempo es algo del movimiento, una propiedad que es necesario determinar, dirá Aristóteles.

Examinando las características que Aristóteles le atribuye al tiempo, se pueden identificar:

- a) Continuidad del tiempo: cualquier porción por ínfima que sea, está compuesta de tiempo.
- b) Alteridad de los ahora: las partes del movimiento son siempre otras y otras, es la destrucción del ahora anterior.
- c) Unidad del tiempo: el tiempo es uno, así como el móvil. Cuando el móvil cesa, cesa también ese tiempo (referido al móvil percibido en acto). Pero, como el tiempo no cesa, debe haber un móvil que sea incesantemente uno, es el Primer Móvil, último fundamento de la unidad del tiempo.
- d) Límites del tiempo: entre dos ahora límites, siempre habrá una porción de tiempo y, por lo tanto, de movimiento y, por consiguiente, de ser. El antes y el después tienen su origen en lo anterior y lo posterior cuyo sujeto es el móvil que los va recorriendo en su ser.
- e) El tiempo no es una realidad autónoma, supone una inteligencia que mide. Es por la inteligencia que logramos distinguir:
 - ✦ Lo numerado: el móvil, lo uno y que permanece lo mismo a través del movimiento.
 - ✦ El número: el tiempo.
 - ✦ El numerador: el alma humana, racional, a través de la cual se percibe el tiempo.

Luego de este análisis que he sintetizado, estamos en mejores condiciones de comprender la definición de Aristóteles: *El tiempo es el número del movimiento según lo anterior y lo posterior.*

- 2) En Isaac Newton se encuentra la siguiente definición de tiempo: El tiempo absoluto, verdadero y matemático, por sí mismo, y por su propia naturaleza, fluye uniformemente sin relación a nada externo. Se le conoce también con el nombre de duración. El tiempo relativo, aparente y común es alguna cantidad de duración, sensible y externa (exacta o inexacta), medida mediante el movimiento y que se usa, comúnmente, en lugar del tiempo verdadero; por ejemplo, una hora, un día, un mes, un año.

En cuanto a su métrica –Newton comenta– cómo los astrónomos miden el tiempo sensible utilizando la ecuación de corrección del tiempo aparente y, advierte, que el flujo del movimiento absoluto no está sujeto a cambio alguno, por tal razón, la duración o

perseverancia de la existencia de las cosas permanece la misma, ya sea que los movimientos sean rápidos o lentos o que no existan en absoluto. De aquí que la ecuación astronómica mida un aspecto sensible de la duración.

Resumiendo, para Newton el tiempo:

- a) Es absoluto, verdadero y matemático.
 - b) Fluye uniformemente.
 - c) No tiene relación con nada externo.
- 3) Kant coincide con Aristóteles y Newton en la forma de considerar al tiempo con la característica de absoluto. Sin embargo, la propuesta kantiana produce un cambio respecto a la definición aristotélica, afirmando que no es que exista esta entidad imperceptible del tiempo, porque existe aquella otra, visible a todas luces: el movimiento. La verdad es al revés: el movimiento, el cambio o devenir que nos revela cada instante nuestra experiencia, existe sólo en cuanto existe esa cantidad presente y ausente a la vez en toda experiencia: el tiempo.

El tiempo se encuentra igualmente en todas partes, afirmación en la que coinciden Aristóteles y Kant. El tiempo no es un concepto empírico extraído de alguna experiencia, pues no lo percibimos de la misma manera que a un cuerpo cualquiera. Si fuera algo real su conocimiento, tendría que proceder de la experiencia, única fuente del conocimiento de la realidad. Pero, esta idea es difícil de sostener a toda prueba, dado que cualquier experiencia es una experiencia en el tiempo. Por tal razón, el tiempo es una condición necesaria para el conocimiento de la realidad y está dado a priori. Es, necesariamente, anterior a toda experiencia y, por lo tanto, fundamento y condición de ella.

El tiempo es una representación a priori, es decir, una intuición previa a toda experiencia. En la "Exposición Metafísica", *Crítica de la razón pura*, en lo relativo al concepto de tiempo, encontramos una especie de definición en sus numerales 1, 2 y 4: El tiempo no es un concepto empírico extraído de alguna experiencia. El tiempo es una representación necesaria que sirve de base a todas las intuiciones. Con respecto a todos los fenómenos en general, no se puede eliminar el tiempo mismo. Sí se pueden eliminar, en cambio, los fenómenos del tiempo. Éste viene, pues dado a priori. Sólo en él es posible la realidad de los fenómenos. El tiempo no es un concepto discursivo o, como se dice, universal, sino una forma pura de la intuición.

Más adelante, Kant explica que el tiempo no es otra cosa que la forma del sentido interno, esto es, del intuirnos a nosotros mismos y a nuestro estado interno.

Resumiendo, el tiempo:

- a) no es una sustancia;
 - b) no es un concepto empírico;
 - c) es una representación, una intuición a priori;
 - d) es la posibilidad del movimiento o cambio;
 - e) es, necesariamente, anterior a toda experiencia, fundamento y condición de ella.
- 4) Con Albert Einstein se rompe el carácter absoluto del tiempo y surge un nuevo concepto en función de los postulados de la teoría de la relatividad. Esta nueva visión se sintetiza afirmando que:
- a) El tiempo es relativo.

- b) El tiempo no es absoluto.
 - c) El reloj posibilita una medida objetiva del tiempo.
 - d) Los relojes marchan más lentos mientras mayor sea la velocidad con que se muevan.
- 5) Para Stephen Hawking, la dilatación del tiempo es un fenómeno determinado en la teoría de la relatividad. En su libro *Historia del tiempo, del big bang a los agujeros negros*, Hawking explica que cuando se intentó unificar la gravedad con la mecánica cuántica, fue necesario introducir la idea de tiempo “imaginario”. En él, no puede haber ninguna diferencia importante entre las direcciones hacia adelante y hacia atrás. Es en el tiempo real, donde se produce una gran diferencia.

Hawking trata de describir el tiempo, analizando la posibilidad del pasado y del futuro, lo que conduce, obligadamente, a admitir la direccionalidad del tiempo. En efecto, sostiene que el hecho de que con el tiempo aumente el desorden o la entropía, es un ejemplo de lo que se llama una flecha del tiempo, algo que distingue el pasado del futuro, dando una dirección al tiempo.

Distingue tres flechas diferentes del tiempo: (a) La flecha termodinámica, que es la dirección del tiempo en la que el desorden o entropía aumenta. (b) Luego está la flecha psicológica, dirección en la que nosotros sentimos que pasa el tiempo. (c) Finalmente, está la flecha cosmológica, dirección del tiempo en la que el universo está expandiéndose en vez de estarse contrayendo.

Más adelante, Hawking concluirá que la flecha psicológica y la termodinámica son esencialmente la misma, de modo que señalan en la misma dirección. Por otra parte, afirma que la condición de no frontera del universo implica la existencia de una flecha termodinámica bien definida, debido a que el universo tuvo que comenzar en un estado suave y ordenado. De aquí que la flecha termodinámica coincida con la flecha cosmológica. Sin lugar a dudas, esta forma de abordar el concepto de tiempo, es, en parte, distinta a las anteriores.

Resumiendo:

- a) El tiempo tiene una dirección determinada.
- b) Existen tres formas de intuir el tiempo: la psicológica, la termodinámica y la cosmológica. Las tres flechas del tiempo coinciden en una misma dirección.

4. CONCLUSIÓN

Un análisis del concepto de tiempo, como el que hemos presentado, permite detectar claramente en alguno de los autores, una preocupación por abordar este concepto desde la perspectiva del ser, con el propósito de distinguir si el tiempo es algo que percibimos por la razón o por los sentidos.

Sobre este aspecto, Kant realiza un profundo análisis, llegando a la conclusión de que tiempo y espacio son las condiciones universales y necesarias de toda cosa existente en la Naturaleza. No debemos desconocer el esfuerzo que Aristóteles y Newton realizan al tratar de determinar en qué consiste la realidad del tiempo. Si bien es cierto, Einstein se pronuncia sobre lo que es el tiempo objetivo, afirmando que es lo que mide el reloj, en esta aseveración

y en las consecuencias de la teoría de la relatividad, se manifiesta la necesidad de determinar lo que es en sí este concepto. Por otra parte, el análisis de Hawking nos permite relacionar parámetros, denominados objetivos, con las diversas formas de ordenamientos subjetivos.

¿Qué es el tiempo?, y ¿cuál es la realidad del tiempo? Sin lugar a dudas las respuestas deben llevarnos por caminos que conduzcan a la comprensión del concepto en términos de lo que es la esencia, es decir, la naturaleza del tiempo y, por supuesto, sobre su métrica.

¿Qué es el tiempo?, y ¿en qué consiste?, son preguntas cuyas respuestas se pueden encontrar en las siguientes afirmaciones, entregadas a modo de síntesis:

⇨ El tiempo:

- es algo del movimiento,
- es uno y no cesa,
- es el número del movimiento según lo anterior y lo posterior,
- es una representación, una intuición, a priori,
- es la posibilidad del movimiento y es anterior a toda experiencia,
- es relativo,
- no es absoluto,
- no es una sustancia,
- no tiene relación con nada externo.

¿Cómo se mide el tiempo? Desde esta perspectiva, la respuesta o las posibles respuestas están orientadas a clarificar la idea de intervalo de tiempo y cómo se miden dichos intervalos. Es evidente que, desde este enfoque, se omite el aspecto filosófico del concepto de tiempo, para desarrollar en forma más detallada aquel aspecto tangible que se hace objetivo por el número, es decir, la medida.

El concepto de tiempo es un concepto dinámico que evoluciona, por una parte, en su significado filosófico sin llegar a establecer en forma precisa qué es en sí y, por otra, en la forma y modos de expresar y determinar su métrica. Esta doble evolución es el principal obstáculo que enfrenta el saber enseñar. En efecto, el concepto de tiempo tiene un componente filosófico y un componente físico, en ambos encontramos niveles complejos de abstracción respecto del ser en el primero y con relación al lenguaje matemático en el segundo.

BIBLIOGRAFÍA

- Chevallard, Y. y Joshua, M.A. (1991): *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble, La Pensée Sauvage.
- Chevallard, Y. (1985): *La transformation didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Paris, La Pensée Sauvage.
- Einstein, N., e Infeld, L. (1965): *La física, aventura del pensamiento*. Buenos Aires, Losada.
- Giancoli, D.C. (1997): *Física, principios con aplicaciones*. México, Prince-Hall Hispanoamericana.
- Giannini, H. (1982): *Tiempo y Espacio en Aristóteles y Kant*. Santiago, Andrés Bello.
- Hawking, S.W. (1998): *Historia del tiempo: del big bang a los agujeros negros*. Barcelona, Grijalbo Mondadori.
- Kant, I. (1993): *Crítica de la razón pura* (Traducción de P. Rivas). Madrid, Alfaguara.
- Quines, I. (1947): *Aristóteles, vida, escritos y doctrina*. Buenos Aires, Espasa-Calpe.
- Resnick and Halliday (1979): *Física* (Parte I). México, Continental.
- Serway, R.A. (1993): *Física* (Tomos I y II). Santa Fé de Bogotá, Mc. Graw Hill.
- Torretti, R. (1971): *Filosofía de la naturaleza*. Santiago, Universitaria.