



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

CONSIDERACIONES SOBRE EL TIEMPO: ENTRE LA FILOSOFÍA Y LA CIENCIA

Andrés Fernández Díaz

*Catedrático de la Universidad Complutense
Consejero Emérito del Tribunal de Cuentas
Co-fundador y Miembro del Consejo Rector del Centro de Astrobiología (1999-2009)*

Madrid, 8 de julio de 2020

Published by E-Prints Complutense: artículo número 61438

<https://eprints.ucm.es/61438/>



[Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons: Reconocimiento - No comercial.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

CONSIDERACIONES SOBRE EL TIEMPO: ENTRE LA FILOSOFÍA Y LA CIENCIA

Andrés Fernández Díaz

*Catedrático de la Universidad Complutense
Consejero Emérito del Tribunal de Cuentas
Co-fundador y Miembro del Consejo Rector del Centro de Astrobiología (1999-2009)*

Resumen

La materia objeto de análisis en este artículo resulta tan importante y de gran alcance como delicada y compleja y ello, inevitablemente, nos lleva en ocasiones a críticas y a planteamientos que pueden incomodar a la ortodoxia. En esencia se trata de considerar en profundidad el concepto o la idea del tiempo en sus diversas dimensiones. Por ello abordaremos en los distintos apartados el tiempo en relación con el espacio, el Ser y el Estar, el tiempo y la Filosofía, el tiempo en la Física, las Matemáticas y el tiempo, y finalmente la noción de Infinito, sin duda el punto clave, multidisciplinar y más polémico de este trabajo. Además, y para complicar las cosas, nuestra extensa reflexión se hace teniendo en cuenta la absurda y estéril controversia entre Filosofía y Ciencia que no pocos físicos alimentan de manera injustificada y de espalda a la realidad. En el estudio se abordan las aportaciones de los autores más relevantes que a lo largo de los siglos se han ocupado de los temas considerados, constituyendo un punto de inflexión las obras de Alexandre Friedman, Georges Lemaître, y Albert Einstein, en lo que se refiere al cambio que introduce la Teoría General de la Relatividad, no faltando la original contribución de San Agustín a principios del siglo V de nuestra era. Las conclusiones a las que nos lleva esta investigación pueden aclarar errores y malas interpretaciones sobre temas de tanta trascendencia.

Palabras claves: Espacio, tiempo, ser, física, relatividad, Big Bang, infinito

Abstract

The subject of our analysis in this paper it is so important and powerful as delicate and complex, and this inevitably sometimes leads us to criticism and approaches that make orthodoxy uncomfortable. In short, we try to consider deeply the concept or idea of time in their different dimensions. For this reason we shall address in its various sections the time in relation to space, Being and Remaining, time and Philosophy, time and Physics, Mathematics and time, and finally the notion of Infinity, without a doubt the key point, multidisciplinary and more polemic of this

work. In addition and to complicate things, we make our extensive reflection taking into account the absurd and sterile controversy between Philosophy and Science, that not a few physicists feed unjustifiably and against reality. We study the contributions of the most outstanding authors that have dealt with these issues, constituting a turning point the mains works of Alexandre Friedman, Georges Lemaître, y Albert Einstein, about The General Theory of Relativity, not missing the San Agustín original thinking. The conclusions of our view can clarify wrongs and bad interpretations on subjects of such transcendence,

Key words: Space, time, being, physics, relativity, Big Bang, infinity.

Código Unesco: 7205 Filosofía de la Ciencia, 720504 Filosofía de la Física

Introducción

El tema que abordamos en este trabajo no es ni fácil ni cómodo, y ello porque como podrá comprobar el lector, late a lo largo del mismo un espíritu crítico que en ocasiones cae en la “irreverencia” de poner en duda e incluso descalificar el pensamiento en cuestiones concretas de grandes figuras en el campo de la filosofía y de la ciencia, considerada esta última en sus diferentes ramas. Como anticipo e ilustración, a modo de ejemplo, recordemos, por una parte, que el Premio Nobel de Física Steven Weinberg, en una obra publicada en 1994 con el título “*Dreams of a Final Theory*”, argumentaba elocuentemente que la Filosofía resultaba más dañina que beneficiosa para la Física, y que Stephen Hawking, por otra, en su obra “*The Grand Design*”, publicada en el año 2012, afirmaba literalmente “*that philosophy is dead*”, aduciendo que las grandes cuestiones tratadas y discutidas por los filósofos están ahora en manos de los físicos.¹ En ambos casos se está rompiendo cualquier relación entre la Filosofía y la Física, algo que consideramos carente de rigor, imposible de admitir, y realmente lamentable, destacando la mayor dureza de la que hace gala Hawking, del que nos ocuparemos más adelante cuando entremos de lleno en el análisis y concepción del tiempo que, sin duda, constituye el principal objetivo de este trabajo.

Antes de seguir adelante es preciso dejar constancia de que siempre hubo y siempre habrá una indisoluble relación entre Filosofía y Ciencia, y ello con independencia de la ponderación y el avance que corresponda a cada parte a lo

¹ REVELLI, Carlo (2018): pp. 481-491.

largo del tiempo, no debiendo olvidar al respecto que hemos tenido XXV siglos de Filosofía y III siglos de Ciencia. Si hacemos una breve referencia a la sabiduría de la Antigua Grecia, nos encontramos, siguiendo un criterio temporal, con las figuras de Tales de Mileto (VII-VI a.C.), máxime representante de la Escuela Jónica, Pitágoras (VI-V a.C.) y sus discípulos, Parménides (V a.C.) y Zenón de Elea (V a.C.), principales componentes de los Sofistas, y Euclides (IV a.C.), Arquímedes (III a.C.), y Apolonio (III a.C.), de la Escuela de Alejandría. Estos siete grandes pensadores del período helénico suelen ser considerados como los “siete sabios” de Grecia, obviamente con el permiso de Platón (V-IV a.C.) y Aristóteles (IV a.C.), y poseen como característica común sus importantes aportaciones a las Matemáticas y el hecho muy significativo de relacionarlas con la Música, algo que a no pocos filósofos y matemáticos modernos se les pasa por alto.² En el que hemos denominado grupo de los siete podríamos incluir a Eudoxo de Cnido, filósofo, astrónomo, matemático y médico, que fue pupilo de Platón, con el que se encontró en la Academia de Atenas que fundó el Maestro en el año 387 a.C. Conviene decir que los dos grandes filósofos por antonomasia de la Antigua Grecia, Platón y Aristóteles, relacionaban la filosofía principalmente con ramas del conocimiento como la Ciencia Política, el Derecho, la Justicia, o la Ética, diferenciándose así de los que, como veíamos con anterioridad, eran a la vez matemáticos, físicos, astrónomos o de otro campo de las ciencias de la naturaleza. En suma, unos y otros, los más especializados y los considerados como básicos o de referencia, se movían en el amplio campo de la filosofía formando un “conjunto intersección” con una o diferentes áreas de la ciencia que emergían por aquellos tiempos de esplendor intelectual.

Si damos ahora un gran salto en la historia del saber universal y nos situamos en nuestro tiempo, podríamos considerar asimismo a modo de ejemplo, los nombres ampliamente conocidos de Karl R. Popper, Bertrand Russell, Alfred North Whitehead, y Ludwig Wittgenstein. Todos ellos han sido profusa y profundamente estudiados y utilizados, tanto en el campo de la Filosofía como tal, como en el de las Matemáticas, la Física, la Lógica o el Lenguaje, pero no de forma separada o compartimentada, sino como un todo sintético sin solución de continuidad y con un relevante valor añadido.

² El autor de este trabajo, en sus estudios de música, y buen conocedor de las distintas ramas de las matemática, ha podido comprobar hasta qué punto la relación entre ambos campos es tan indispensable y estrecha como sorprendente y reveladora, constituyendo este “matrimonio” una envidiable oportunidad para el disfrute de tan enriquecedora conjunción.

Karl Popper (1902-1994), filósofo austriaco-inglés de una refinada inteligencia, frente a la verificación positiva como criterio de validación de teorías, propone el criterio de falsabilidad, que consiste básicamente en aceptar una proposición como científica sólo cuando es empíricamente refutable, esto es, cuando queda abierta a la posibilidad de ser refutada por una contrastación empírica contraria. Esta posibilidad depende, como es bien sabido, del antecedente de la proposición, pues si el consecuente es falso y el antecedente verdadero, resulta claro que la proposición es falsa, pero si el antecedente es falso y el consecuente también lo es, la proposición sería verdadera. Partiendo del hecho de que los atributos y/o características del antecedente pueden ampliarse, se llega a la conclusión de que todas las teorías son “abiertas”, como demostrábamos en nuestro trabajo publicado en 1999 con el título de *“The black swan: theories, models and emergence”*.³

Bertrand Russell (1872-1970), de nacionalidad británica, fue filósofo, matemático, y Premio Nobel de Literatura. Su obra más importante, *Principia Mathematica*, publicada entre 1910 y 1913, constituyó el resultado de una fructífera colaboración con Alfred North Whitehead, y supuso el intento más detallado hasta entonces de desarrollar las ideas básicas y más importantes de la aritmética a partir de un conjunto preciso de axiomas. Se trataba, en esencia, de un programa destinado a demostrar que podía deducirse la matemática pura de un pequeño número de principios lógicos y fundamentales. Pero en 1931 la famosa prueba de Gödel, quizás el matemático más importante del siglo XX, vino a dar cumplida respuesta al segundo problema de Hilbert, y a superar los trabajos estrictamente matemáticos de Russell y Whitehead.⁴ En la vertiente filosófica destacó en el ámbito de la filosofía analítica, incluyendo, además de las inseparables matemáticas, cuestiones de lógica y de filosofía del lenguaje, contando en esta última con la valiosa colaboración de Ludwig Wittgenstein.

Alfred North Whitehead, (1861-1947), filósofo y matemático inglés, figura como coautor, según decíamos en el párrafo anterior, de la obra *“Principia Mathematica”* que efectivamente había escrito junto con Bertrand Russell. Fue profesor en la University College de Londres, en el Imperial College of Science and Technology, y

³ FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (1999): pp.139-143.

⁴ En la elección de las figuras más relevantes cuyo pensamiento estamos resumiendo muy sintéticamente, hemos dejado deliberadamente fuera al gran matemático alemán David Hilbert y al “compañero de paseo” de Albert Einstein, en Princeton, el genial Kurt Gödel, sin duda el mejor matemático del siglo XX.

en el Trinity College de Cambridge. En el año 1924 inicia su docencia en la Universidad de Harvard, publicando en esa etapa, entre otros trabajos, dos libros importantes: *“Science and the Modern World”*, (1925), y *“Process and Reality”*, (1929), constituyendo el segundo de ellos el inicio de una corriente filosófica denominada Process Philosophy en la que se plantea y concibe la realidad como una compleja y dinámica interconexión entre procesos. Podríamos añadir en esta breve referencia que aunque Whitehead seguía su propio camino y tuvo sus críticos importantes, sus ideas y aportaciones encajaron muy bien con el pragmatismo estadounidense, lo que le hizo sentirse muy a gusto residiendo en Cambridge, Massachusetts, desde que se retirase de Harvard en 1937 hasta su muerte el 30 de diciembre de 1947. Queda por poner de manifiesto que en su última etapa se desplazó, *“last but not least”*, hacia el campo tan atractivo como imprescindible de la Filosofía de la Ciencia.

El cuarto de los grandes pensadores que hemos elegido para situarnos en la etapa actual es Ludwig Wittgenstein (1889-1951) al que ya mencionábamos al tratar la aportación de Bertrand Russell. De nacionalidad austríaca y miembro de una familia importante en el campo industrial, está considerado el “filósofo del lenguaje” por excelencia, campo realmente complejo en el que no tuvo rival. Fue discípulo de Bertrand Russell y perteneció al distinguido grupo o club que presidía el célebre economista John Maynard Keynes. Su *“Tractatus lógico-philosophicus”*, (1921) constituyó su obra principal y de referencia, aunque el propio autor, en una segunda etapa de su vida la sometió a una crítica severa en sus famosos *“Cuadernos Azul y Marrón”* (1934 y 1935) y en sus *“Investigaciones Filosóficas”*, (1953).⁵ Con anterioridad, o al mismo tiempo, se había ocupado de la lógica, de la filosofía de las matemáticas, de la música, y de la filosofía de la mente.

De lo expuesto en estas líneas de introducción o de visión general respecto a la relación entre Filosofía y ciencia podemos deducir, con categoría de corolario, que tanto la afirmación de Steven Weinberg, injusta y carente de fundamento, como la dramática y epatante frase de Stephen Hawking, no se corresponden en absoluto con lo que nos revela la realidad de las ideas y de los hechos. La sabiduría del pasado, en lo que a la Filosofía respecta, y el espectacular avance experimentado por la Ciencia en las tres primeras décadas del siglo XX, constituyen una sólida

⁵ Los Cuadernos Azul y Marrón, a pesar de las fechas mencionadas, fueron conocidos después de su muerte, sucediendo lo mismo con las Investigaciones Filosóficas, que aparecieron en inglés y alemán en 1953.

base que ha permitido a la humanidad alcanzar las cotas de conocimiento y bienestar que la caracterizan. Por ello no consideramos lícito ni pertinente ir más allá de lo razonable planteando polémicas innecesarias, estériles y, con mucha frecuencia, superficiales.

Una vez resuelta la “ecuación” como cuestión previa, vamos a adentrarnos en el punto central de nuestro trabajo, que no es otro que abordar el “tiempo” como uno de los conceptos más importante, a la vez que nada fácil de dilucidar, tanto desde la perspectiva de la filosofía como de las diferentes parcelas de la ciencia. Para ello estructuraremos nuestro análisis en varios epígrafes, que serían los siguientes: Espacio y Tiempo; Ser y Estar; El Tiempo en la Física; Las Matemáticas y el Tiempo; Sobre el Infinito; Corolario. En los dos primeros epígrafes la filosofía desempeña un papel decisivo en simbiosis con la ciencia, al igual que en el epígrafe que trata del siempre discutido y discutible concepto del Infinito.

Espacio y Tiempo

Kant enseñaba que el espacio y el tiempo no forman parte de la realidad exterior, sino que más bien pueden entenderse como el marco o los marcos preexistentes de nuestro espíritu que permiten establecer una conexión entre objetos y hechos. Para Kant el tiempo sólo tiene una dimensión considerando, y esto es importante, que los diferentes tiempos no son simultáneos, sino sucesivos, lo mismo que los diferentes espacios no son sucesivos, sino simultáneos. Completando la hipótesis de la intemporalidad del espacio mediante la in-espacialidad del tiempo, Kant trazó entre el espacio y el tiempo una destacada línea que ningún físico se atrevía a borrar antes del advenimiento de la teoría de la relatividad.⁶ A este respecto conviene recordar que en 1900 Lord Kelvin señaló que “dos nubes” se cernían sobre el horizonte: una tenía que ver con las propiedades del movimiento de la luz, y la otra con aspectos de la radiación que emiten los objetos cuando se calientan. La revolución de la relatividad, que abordaba la primera de las “nubes” de Kelvin, data de 1905 y 1915, cuando Albert Einstein completó sus teorías de la relatividad especial y general. La revolución cuántica, por su parte, venía a aclarar el contenido de la segunda nube a la que se refería Kelvin.⁷

⁶ ČAPEK, Milič (1965): pp. 67-68.

⁷ GREENE, Brian (2006): pp. 25-26, 29-30.

FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2008): pp. 50-52.

Las investigaciones que Albert Einstein realizaba en 1905 sobre la electricidad, el magnetismo y el movimiento de la luz, le llevó a considerar que la idea de Newton era errónea, pues el espacio y el tiempo no son independientes y absolutos, sino que están mezclados de una forma que contradice la experiencia común. Diez años más tarde, en 1915, Einstein no sólo demostró que el espacio y el tiempo son parte de un todo único, sino que deformándose y curvándose participan en la evolución cósmica. Lejos de ser las estructuras rígidas e inmutables imaginadas por Newton, espacio y tiempo son, en la reformulación de Einstein, flexibles y dinámicos.

La estructura geométrica subyacente a la teoría de la relatividad especial permite hablar del espacio de Minkowsky, con tres dimensiones para precisar el dónde y una cuarta para indicar el cuándo contando con un intervalo invariante que presenta una forma cuadrática ($\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2 - c^2 \Delta t^2$). Conviene recordar, para reconocer a cada uno lo suyo, que Henri Poincaré en su "*Mémoire*" establecía los principios fundamentales sobre los que tres años más tarde (1908) Minkowsky edificara su famoso espacio-tiempo en cuatro dimensiones.

La relatividad restringida asigna una situación privilegiada a los sistemas dotados de movimiento rectilíneo uniforme, siendo las leyes invariantes tan sólo en estos sistemas. En la teoría de la relatividad general no existen sistemas privilegiados, siendo las leyes físicas invariantes respecto a cualquier observador. Si se quiere pasar de un sistema inercial a otro uniformemente acelerado, es suficiente con introducir en el primero un campo gravitatorio. La relación entre gravitación y cinemática pone de manifiesto la influencia de la primera en la estructura del espacio-tiempo, conduciendo todo ello al resultado de que la geometría del universo no es euclídea, y que su naturaleza geométrica está determinada por la distribución de las masas. Las líneas geodésicas no son rectas, sino curvas, dependiendo la forma de la intensidad del campo gravitatorio. Dicho con otras palabras, la gravedad curva el espacio-tiempo.⁸

En el ámbito de la mecánica cuántica la dualidad espacio-tiempo se ve irremediabilmente atrapada por el principio de indeterminación que en 1927 estableciera Werner Heisenberg. Dicho principio venía a marcar prácticamente el fin del sueño determinista laplaciano, y el comienzo de una nueva época más compleja, pero a la vez abierta y fructífera. Según este principio no puede

⁸ FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (1994): pp. 16-17.

determinarse simultáneamente la posición (x) y el momento (p) de una partícula en el sentido de que cuanto más exacta sea la determinación de su momentum (o producto de su masa por la velocidad) tanto más insegura será su posición, y viceversa. Analíticamente se expresa así:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq h$$

Indicando con Δx la incertidumbre en la posición, con Δp la incertidumbre en la medición del momentum, y siendo h la constante de Planck.⁹

Lo expuesto hasta el momento constituye tan sólo un resumen o primera aproximación del tema que proporciona el título a este primer apartado tras la Introducción, pero es obvio que dejamos por el camino cuestiones técnicas de la máxima importancia a las que nos referiremos especialmente en los apartados que relacionan la filosofía con la Física y las Matemáticas.

Nos resta por ahora deducir o extraer algunas conclusiones filosóficas de las nociones o conceptos de espacio y tiempo, lo que equivale a decir, de una buena parte de la física contemporánea. Comencemos por poner de manifiesto que tras la transformación tan radical de los conceptos básicos de espacio, tiempo, materia y movimiento, muy poco queda del esquema cinético-corpúscular tradicional de la naturaleza. El abandono del determinismo riguroso venía a significar que el mundo físico recuperaba, como decía Eddington, la “cualidad dinámica” que había sido iluminada en el pensamiento clásico a lo largo de un proceso en el que el universo estático de Laplace era sustituido por el “mundo abierto” de Weyl.¹⁰ Constituye un hecho indiscutible que la realidad del tiempo se hallaba totalmente oscurecida en el marco de la física clásica, y que la tendencia a degradar el tiempo hasta el nivel fenoménico o epifenoménico era común tanto al determinismo naturalista como al idealismo filosófico desde Platón a Bradley. Al reafirmar la realidad del tiempo, la física moderna, como dice Čapek, contribuye a dar un paso adicional a las objeciones que se habían planteado contra la eliminación del tiempo sobre fundamentos epistemológicos.

La segunda cuestión a considerar para cerrar provisionalmente este apartado se refiere a la polémica según la cual la fusión de los dos conceptos resulte más

⁹ Una demostración matemática completa puede verse en.
FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2000): pp.18-20.

¹⁰ EDDINGTON, Arthur (1955): pp. 92 y siguientes.
WEYL, Hermann (1932): p.55.

adecuadamente caracterizada como “temporalización o dinamización del espacio” que como “espacialización del tiempo”, idea basada en la teoría de la relatividad, pero que no comparten prestigiosos físicos y matemáticos, entre los que se encuentra el genial Gödel. Destaquemos en esta línea la distinción que hacía Shackle en su obra *The Nature of Economics Thought* entre el tiempo desde dentro o el “tiempo vivido en” (time lived) compuesto por “presentes solitarios”, y el tiempo desde fuera o el “tiempo espacializado” en un sentido similar al de Kant. Explicaremos seguidamente nuestro desacuerdo con la afirmación de que es más correcto hablar de dinamización o temporalización del espacio que de espacialización del tiempo. Pero salgamos por un momento de la física matemática y permítasenos la licencia de asomarnos al campo de la música.

En 1882, un año antes de su muerte, el genial compositor Richard Wagner estrenaba su última ópera, el drama sacro Parsifal. El célebre músico que, como sabemos era también autor de los libretos, había decidido que durante el primer acto el horizonte que se perfilaba en el escenario se moviese constantemente en la misma dirección. Avanzando el acto, el caballero y maestro Gurnemanz caminaba junto al joven Parsifal moviéndose en sentido contrario al desplazamiento del horizonte, lo que comporta que las velocidades se suman. Este hecho no ha pasado inadvertido al inocente e ignorante Parsifal, quien dice a Gurnemanz: “apenas hemos andado y parece que nos hemos alejado mucho”. A ello contesta Gurnemanz: “Du siehst, mein Sohn, zum Raum wird hier die Zeit” (ya ves, hijo mío, aquí el tiempo se hace espacio).¹¹

El famoso efecto escénico en el que se desplaza o recorre el espacio sin andarlo ofrece una rica gama de percepciones susceptibles de ser analizadas de maneras diferentes. A este respecto conviene recordar que Nietzsche, enormemente interesado por la obra wagneriana, había destruido el tiempo, de manera que ya no había ni pasado ni futuro, resucitando el presente de San Agustín, aunque sin explicitar sus tres formas de difracción. No obstante, Nietzsche afirma que “toda verdad es curva”, y que “el tiempo mismo es un círculo”, lo que, a pesar del estatismo puntual, abre nuevas posibilidades al estudiar la relación espacio-tiempo. Resulta curioso que el texto o libreto de una ópera sirva de respaldo a la idea de que, sin darle más importancia de la debida, resulta más adecuado hablar de la

¹¹ Deseamos advertir al lector de que el intercambio de frases entre Gurnemanz y Parsifal lo percibió el autor de estas líneas, mediado los ochenta del siglo pasado, asistiendo a la representación del drama sacro en el Teatro de la Bastilla en París, tomando nota en la oscuridad de la sala de tan significativa conversación entre los dos personajes de la ópera.

especialización del tiempo que de la dinamización o temporalidad del espacio. Pero Nietzsche, Schopenhauer y Richard Wagner andan por medio y son nuestros valedores en esta cuestión.

Ser y estar

Algunos de los temas tratados en el apartado anterior se reconsiderarán o ampliarán cuando desarrollemos el apartado que aborda la relación entre la Filosofía y la Física. Pero previamente es preciso detenerse en el “Ser y Estar”, tema denso y difícil, sobre el que andamos de puntillas y que toca el problema de la muerte. En relación con ésta última siempre hemos mantenido que *“morir es no estar, pero sin dejar de ser”*, expresión y pensamiento que consideramos importante y que indica nuestro desacuerdo cuando de manera sistemática suele emplearse, casi sin excepción, la forma pasada del verbo ser, “era”, al referirse a una persona que ha fallecido y que incluso aún permanece a la vista de cuantos acuden al pésame o despedida. El gran poeta portugués Fernando Pessoa lo deja todo muy claro cuando afirma de manera original e ilustrativa que *“morir es doblar la curva del camino y no ser visto”*.

No resulta correcto, al menos desde un punto de vista físico y filosófico, identificar y localizar la muerte en un instante concreto y preciso del tiempo, pues según la segunda ley de la termodinámica empezamos a morir paulatinamente desde el mismísimo inicio de la vida cualquiera que sea el momento en el que lo situemos, y ello porque a partir del cero absoluto, es decir, de $-273,15^{\circ}\text{C}$, la entropía o grado de desorden aumenta de manera continua, y a pesar del contrapeso que pueda suponer la neguentropía o entropía negativa, caminamos inexorablemente hacia el equilibrio termodinámico, o lo que es lo mismo, hacia nuestro aparente final. Como dice Heidegger, la muerte, en sentido latísimo, es un fenómeno de la vida, debiendo ser comprendida ésta última como un modo de ser al que le pertenece un estar-en-el-mundo. En efecto, la muerte “está en la vida”; es algo que le acontece a la vida.¹²

El verdadero problema, que muchos filósofos y científicos han estudiado con gran profundidad, es el relativo al paso del continente al contenido, es decir, del plano mayor o absoluto (vida) al plano menor o derivado (muerte), por una parte, y por

¹² HEIDEGGER, Martin (2003): p..267.

GARCÍA MORENTE, Manuel (2000): p.379.

otra, qué sucede se deja de “estar en”. Si a la primera de las cuestiones aplicamos el principio de deformación de la geometría, en clara conexión con la física de la relatividad, nos encontraríamos con el hecho de que continente y contenido constituyen una misma cosa, lo que es enteramente cierto cuando se alcanza el equilibrio termodinámico, es decir, cuando vida y muerte coinciden. En cuanto a la segunda vertiente del problema, el panorama se complica enormemente, resultando prácticamente imposible contar con un pronunciamiento indiscutible y de general aceptación. No obstante, haremos algunas reflexiones al respecto.

San Agustín hablaba de la mutabilidad de los cuerpos dejando de ser lo que habían sido y comenzando a ser lo que no eran, considerando que el tránsito de forma a forma debe verificarse por medio de algo informe, no enteramente nada. Ciertamente este pensamiento constituye una manera de condensar la doctrina de los cambios sustanciales que ni los escolásticos ni la filosofía moderna han podido superar. Y añadía San Agustín: *“La mutabilidad misma de las cosas mudables es capaz de todas las formas en que mudan las cosas mudables. Pero, ¿qué es ésta? ¿Es acaso alma? ¿Es tal vez cuerpo? ¿Es por fortuna una especie de alma o cuerpo? Si pudiera decirse “nada algo” y un “es no es”, yo lo llamaría así”*.¹³ Mutabilidad, tránsito y la forma que se adquiere son, pues, las palabras y conceptos claves.

Volveremos más adelante a considerar otros aspectos referidos al tiempo y que adquieren en San Agustín un especial significado. Pero antes de cerrar este paréntesis queremos traer a colación lo que nos dice el profesor Agustín Alonso en el excelente artículo que publicara en el año 2009 y, en concreto, en el apartado que lleva por título *·Ser en el tiempo: En pos de la idea de la medición del tiempo, Agustín se ha explayado en el tiempo psicológico, el tiempo humano, en el que el alma distenta sus modos. Por lo tanto, no ha definido el tiempo en sí. Ello le ha valido la acusación de defender una teoría subjetiva del tiempo, y de que el tiempo es para Agustín algo mental, un tanto al estilo de las formas a priori de Kant”*.¹⁴

A este respecto es preciso aclarar dos cuestiones esenciales, con independencia de que aquí no proceda profundizar en el desarrollo de las mismas. La primera se refiere al hecho de que defender una teoría subjetiva del tiempo no constituye motivo alguno para alarmarse “intelectualmente”, y sobran los argumentos para sostener nuestra afirmación; la segunda porque en sus obras principales,

¹³ SAN AGUSTÍN (1987): p. 375.

¹⁴ ALONSO, Agustín (2009): Tomo 1. p.151.

Confesiones y La Ciudad de Dios, se percibe y comprueba con claridad que San Agustín parte en busca del tiempo objetivo, del tiempo en sí, del origen del tiempo, y del principio del tiempo en relación a la siempre existente eternidad. Cuando lleguemos al último de los apartados, que trata Sobre el Infinito, tendremos ocasión de retomar el rico legado que nos dejó el que fuera Obispo de Hipona, y de profundizar hasta donde sea necesario para encontrar una concepción del tiempo capaz de responder a cuestiones de gran trascendencia.

Pero ahora, hablando del Ser y el Estar, seguimos pendientes de contestar al segundo de los interrogantes planteados, es decir, a qué es lo que sucede cuando se deja de “estar en”, aunque nos quede la salida de ese espíritu uniforme y errante del que nos habla en su obra *“Cabala del caballo Pegaseo”* el siempre genial Giordano Bruno. Puestos a buscar una solución aproximada y provisional, vamos a recurrir a algunos pasajes de las obras de un selecto grupo de escritores y/o poetas del pensamiento que, desde su óptica profunda e inspiradora, abordaron o se ocuparon de materia tan sensible y compleja. Brevemente, y sin solución de continuidad, haremos referencia a James Joyce, Stéphane Mallarmé, Fernando Pessoa, Charles Baudelaire, Paul Valéry, Marcel Proust y Oscar Wilde, retornando finalmente a la figura de Heidegger.¹⁵

Si a estos grandes escritores y poetas desesperadamente estamos recurriendo, no olvidemos para empezar los versos que en 1887 escribía Mallarmé en su *Toast Fúnebre*: *“Nous sommes la triste opacité de nos spectres futurs”*. En esta frase pesimista e incluso un tanto tenebrosa se produce sin duda una especie de superposición cuántica, pues vida y muerte coexisten o se dan a la vez, disfrazada esta última por la opacidad o materia que nos conforma. Por su parte, el gran poeta Fernando Pessoa, en un momento de desesperación rayano en el pavor decía que *“vivimos en enfermedad crónica, en anemia calenturienta, siendo nuestro destino el de no morir por habernos adaptado al estado de perpetuos moribundos”*, palabras que de hecho reconocen que vivimos muriendo progresivamente, y que la muerte forma parte de la vida. En uno de los poemas que agrupa bajo la denominación “De Primer Fausto”, Pessoa se plantea si no habrá algo más allá de la muerte, aunque termina aceptando que el corto vuelo del entendimiento nos obliga a detener nuestro pensar. Triste renuncia intelectual

¹⁵ En varios de los textos, artículos y ensayos que hemos escrito a lo largo de los últimos años, y que se recogen en el apartado de REFERENCIAS, podemos encontrar con más extensión y detalles algunos de los pasajes más relevantes de estos escritores y poetas del pensamiento que florecieron, principalmente en Francia, durante el siglo XIX.

protagonizada por un hombre que quizás estaba demasiado obsesionado con la muerte, por una parte, y que mantenía una cierta ambigüedad respecto a la creencia de la existencia de Dios.

Continuando con el pensamiento de los célebres poetas y escritores elegidos, encontramos una visión más reconfortante en Baudelaire, que para escribir su poema "*L'Amour et le crâne*" se inspira en una leyenda en versos latinos de un grabado de Hendrick Golzius que dice: ¿Por qué no aprender a morir nosotros mismos antes del día? Resulta curioso que esta sea la forma de pensar del también autor de "*Les Fleurs du Mal*", obra condenada en su edición de 1857, "*en raison d'un réalisme grossier et offesant pour le pudeur*". Y siguiendo con nuestro breve recorrido recordemos, por una parte, la fina intuición de Paul Valéry, que nos habla del tiempo como "*instante instantáneo*", que es polvo de eternidad, o del tiempo como átomo de silencio, como instante fecundo, y por otra, el tiempo de Marcel Proust, incorporado y reencontrado en la sensación, un tiempo que se toca, caso sensual: "*tout Combray est sorti d'une tasse de thé*".

En el año 1890, Oscar Wilde, escritor, poeta y dramaturgo de origen irlandés, publicaba su famosa obra *El retrato de Dorian Gray*, una obra que traemos a colación en las reflexiones que estamos haciendo en torno a la dualidad ser y estar y su relación con el tiempo. La razón de acudir a esta joya de la literatura reside en el hecho de que Dorian Gray, a manera de un nuevo doctor Fausto, permanece eternamente joven, violando la segunda ley de la termodinámica a la que en repetidas ocasiones nos hemos referido. Pero esta anómala situación se corrige o atenúa en la medida en que el retrato, en su progresivo deterioro, va incorporando el avance de la "entropía" que correspondería al devenir del personaje quien, en sus postreros momentos, toma la decisión irrevocable de destruirlo al comprobar que en realidad había sido su conciencia. En todo ello hay una mutación, un tránsito, un dejar de ser algo para convertirse en otra cosa. El último párrafo de la obra lo refleja bien claro: "Cuando entraron, encontraron colgado en la pared un espléndido retrato de su amo como lo habían visto la última vez, en toda la maravilla de su exquisita juventud y belleza. Tirado en el suelo había un hombre muerto, en traje de etiqueta, y con un cuchillo en las manos. Estaba ajado, arrugado y de odioso aspecto. Hasta que no examinaron sus anillos no reconocieron quién era."¹⁶ Parece claro que en el final de tan hermosa narrativa se

¹⁶ WILDE, Oscar (1995): p. 344.

advierde la mutación que se produce recorriendo el camino en sentido contrario, pues es el equilibrio dinámico del cuerpo inerte el que permite el retroceso del desorden entrópico a sus niveles iniciales, en consonancia con el esplendor del retrato, lo que nos conduce a la conclusión que hemos venido manteniendo hasta el momento en el sentido de que se “sigue siendo” aunque no se esté o estemos de “otra forma”.

Y llegamos al último de los autores mencionados, el grande, heterodoxo e indiscutible James Joyce, un irlandés cuya obra *Ulises*, publicada en 1922, constituye un hito señero de la literatura universal y de la mente humana. Hay un pasaje o encuentro que tiene como marco la Biblioteca Nacional de Dublín en el que el Sr. Best, dirigiéndose a Stephen hace unos comentarios sobre los poemas en prosa de Mallarmé en su particular versión de un Hamlet francés. La respuesta del personaje no se hace esperar: ¿Qué es un fantasma?-dijo Stephen con vibrante energía-. Uno que se ha desvanecido en impalpabilidad a través de la muerte, a través de la ausencia, a través de un cambio de modos... ¿Quién es el fantasma que viene del limbo patrum, regresando al mundo que le ha olvidado? ¿Quién es el rey Hamlet?¹⁷ De nuevo vuelve Joyce, como hiciera en el último relato de *Dublínenses*, con la acertadísima palabra “desvanece”, en un contexto en el que se recogen tres términos o expresiones que dicen más de lo que parece: “impalpabilidad”, “ausencia” y “cambio de modos”. Cualquiera de los tres es lo suficientemente ilustrativo y permite intuir que se está asumiendo la eterna permanencia del ser aunque no se esté, no haya materia o se esté de otra forma. El lector juzgará hasta qué punto las inspiradas, y en ocasiones sorprendentes, reflexiones de este grupo de célebres pensadores contribuyen a encontrar una respuesta a la segunda cuestión que planteábamos al inicio de este apartado. En todo caso hay que tener en cuenta que aunque fundamentalmente se refieren al Ser y Estar, el tiempo se halla implícito en todos los interrogantes, supuestos y manifestaciones.¹⁸

Como ya anunciábamos, volvemos a la figura de Heidegger y con ella cerramos este apartado. Su tratado *Ser y Tiempo* apareció por primera vez en 1927 en el

La versión de Ediciones Cátedra se titula “El cuadro de Dorian Gray”. No estamos de acuerdo con el traductor, y aunque así figure en la referencia bibliográfica, sustituimos la palabra cuadro por retrato, que es sin duda más adecuada y significativa.

¹⁷ JOYCE, James (1990): pp. 223-224.

¹⁸ FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2008): pp. 13-26.

FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2013_a): pp. 259-272.

anuario que sobre filosofía y fenomenología editaba Husserl, y constituye una obra de obligada referencia en el tema que nos ocupa. Para Heidegger la tesis fundamental de la interpretación del tiempo es que éste consiste en una sucesión continua de los “*ahoras*”, extendiéndose dicha secuencia sobre el Dasein de forma enigmática. ¿Por qué decimos “el tiempo pasa” y no afirmamos con igual énfasis que “el tiempo surge”? Considerando la pura esencia de los “*ahoras*”, Heidegger piensa que ambas cosas podrían decirse con igual razón, y deja claro que cuando se habla del pasar del tiempo se da expresión a la “experiencia” de que el tiempo no se deja detener. Pero el Dasein conoce este tiempo fugitivo desde el “fugitivo” saber de su muerte. El modo de hablar que enfatiza el paso del tiempo es como el reflejo de la futuridad finita de la temporeidad del Dasein. Y como la muerte puede permanecer encubierta incluso cuando se habla del paso del tiempo, el tiempo se muestra como un pasar “en sí”.¹⁹

En el complejo y no siempre claro tratamiento que Heidegger hace de esta interpretación del tiempo y de su relación con el “ser el ahí” o “existencia” (o cualquier otra traducción que se quiera dar del Dasein), el filósofo alemán habla del tiempo “vulgar” y del tiempo del “mundo”, de secuencia continua y densa de los *ahoras*, y de secuencia discontinua o con agujeros y, por ende, de infinitud y de finitud, contemplando también la dualidad “reversibilidad” e “irreversibilidad”. Lo manifestado en este párrafo final lo tendremos muy en cuenta más adelante.²⁰

El tiempo en la Física

Al abordar el apartado que se ocupa de la trascendental noción conjunta de espacio-tiempo hemos tenido que referirnos forzosamente a cuestiones que se ubican en el campo de la Física. En este apartado vamos a tratar del tiempo, nuestro principal y auténtico objetivo, dentro ya clara y definitivamente de las parcelas de la Física más cercanas de nuestra variable fundamental y con las que mantiene una estrecha relación. Comenzamos con una sucinta visión de conjunto y, posteriormente, nos iremos deteniendo en las teorías y problemas concretos. Ya hemos dicho en este y otros libros y artículos que en las tres primeras décadas del siglo XX tuvo lugar un espectacular avance de la Física que, en cierta medida y,

¹⁹ HEIDEGGER, Martin (2003): pp. 438-439.

²⁰ Un análisis de gran interés sobre Martin Heidegger y en particular sobre su obra *Ser y Tiempo* puede verse en:
QUESADA, Julio (2011): pp. 374-383.

como ya vimos, sin fundamento, supuso un cierto alejamiento de la Filosofía que algunos científicos no acertaron a interpretar. En efecto, a partir de una combinación de la ecuación de Planck y la de Einstein correspondiente a su teoría especial nos encontramos con una densa etapa hasta 1932 en la que Planck, Einstein y Bohr sientan los fundamentos y principios de la Física cuántica, de Broglie, Heisenberg, Schrödinger y Born desarrollan la mecánica cuántica, Pauli establece su principio de exclusión, Uhlenbeck y Goudsmith descubren el espín del electrón, y Dirac se introduce en la mecánica cuántica relativista. En el año 1932 Chadwick descubre el neutrón y Anderson y Neddermeyer el positrón, sin olvidar la teoría de la desintegración beta propuesta por Fermi dos años después.

A partir de ese momento cobra un brío especial la moderna Física de partículas, al tiempo que avanzan las aportaciones de la Física de estructura nuclear, en el campo de la Física estadística, en la Física moderna del estado sólido, en la incipiente Física de líquidos, en la Astrofísica moderna y más recientemente en la Física de plasmas. Las investigaciones sobre partículas fundamentales van progresando con nuevos descubrimientos (neutrino, muón, pión, kaón, gravitón, etc.) hasta llegar a identificar 50 partículas de vida extremadamente corta llamadas resonancias. Por otra parte, como Murray Gell-Mann ya puso de relieve, todas las partículas fundamentales están compuestas de ciertas unidades o partículas superfundamentales, conocidas con el nombre de “quarks”(denominación tomada de una obra de Joyce)²¹, que parece poseen algunas propiedades nuevas, como la de tener una carga fraccionaria. A todo ello sigue todas las “teorías tentativas”, como aquellas del tipo “Kaluza-Klein”, la de la supersimetría o supergravedad, cuerdas o supercuerdas, entre otras, que tratan de llegar a la Grand Unified Theories, o Teoría del Todo.

Dicho cuanto antecede, y de forma general, puede afirmarse que en las diferentes ramas de la Física nos encontramos con el tiempo como variable esencial y determinante. Lo encontramos cuando estudiamos la duración de los movimientos de rotación de la Tierra alrededor de su eje, y de traslación alrededor del sol, cuando calculamos con motivo de la detección por primera vez en febrero de 2016 de una onda gravitatoria procedente de la gran nube de Magallanes que dista 1330 millones de años-luz de la Tierra, y cuando analizamos el importantísimo concepto de “entropía” en el campo de la Termodinámica. Asimismo lo hallamos en la

²¹ Los quarks, que sirven para designar propiedades específicas, se agrupan en tres pares: (up y down), (charm y strange), (top y bottom).

Cinemática, con sus movimientos rectilíneo y curvilíneo (velocidad y aceleración), en la dinámica de una partícula y en el concepto de fuerza, en la energía cinética y en la energía potencial, en la propagación del movimiento ondulatorio, en los campos electromagnéticos dependientes del tiempo, en la teoría especial y en la teoría general de la relatividad, en la mecánica cuántica, y más recientemente, en la compleja Física de plasmas.

De este amplio panorama vamos a detenernos en un área que consideramos básica y esencial, y que además constituye el marco de referencia del propósito central de nuestra reflexión: nos referimos al tema clave de la asimetría o flecha del tiempo, expresión esta última que fue acuñada en el año 1927 por el astrónomo, físico y matemático británico Sir Arthur Eddington, quien la utilizó para distinguir una dirección en el tiempo en un universo relativista de cuatro dimensiones. Por otra parte la asimetría del tiempo y el origen y evolución del Universo tal como se considera en la Astrobiología podría decirse que son dos caras de la misma moneda, o al menos que forman parte de un mismo problema.

La teoría standard que trata de explicar el origen del Universo parte del Big Bang como una singularidad en el principio de los tiempos, hace aproximadamente 13.700 millones de años, consistente en un punto infinitamente pequeño e infinitamente denso, en donde la curvatura del espacio-tiempo es también infinita. La misma teoría standard considera la posibilidad de que el Universo, en vez de expandirse de forma continuada, se contraiga y se haga cada vez más pequeño, más caliente y más denso a medida que nos desplazamos hacia el Big Bang. En el instante cero, cuando el tamaño del Universo desaparece y también es cero, la temperatura y la densidad suben hacia infinito. La posibilidad de que se produzca este colapso que debe terminar en una nueva singularidad recibe el nombre de Big Crunch y supone, evidentemente, un cambio en la dirección de la flecha cosmológica del tiempo. Pero para que ello suceda se tendría que cumplir que la densidad media de la materia fuese superior a la densidad crítica, que es igual a 10^{-29} gramo por centímetro cúbico, o dicho de otra manera, a 5 átomos de hidrógeno por metro cúbico de Universo. Si esta condición se cumpliera, entonces una fuerza gravitatoria suficientemente grande permitiría al cosmos detener e invertir la expansión.

Durante los tres minutos siguientes a la gran explosión el Universo se fue enfriando hasta alcanzar una temperatura de unos mil millones de grados, y transcurridos 300.000 años la temperatura había descendido a unos pocos miles de grados y los

electrones fueron frenando su velocidad hasta el punto de que algunos núcleos atómicos, en su mayoría de hidrógeno y helio, pudieron capturarlos, formando los primeros átomos eléctricamente neutros. A partir de ese instante el universo, en general, se volvió transparente, los fotones procedentes del Big Bang han estado desplazándose sin obstáculos y se ha hecho visible la plena expansión del universo.²² Mil millones de años después las galaxias, las estrellas y los planetas comenzaron a emerger como conglomerados que se formaron por la acción de la gravedad a partir de los primeros elementos fundamentales.

La joven ciencia de la Astrobiología, concebida como un puente entre el Big Bang y la Biología aplicando el método científico, se pregunta si la vida es una consecuencia de la evolución del Universo, si surgió en la tierra por casualidad, o si se trata de un fenómeno frecuente. En España contamos con un Centro de Astrobiología creado en el año 1999 bajo los auspicios del INTA y del CSIC, y está asociado al NASA Astrobiology Institute con el que mantiene una estrecha colaboración.²³

La Astrobiología nos enseña que la vida sólo puede aparecer cuando determinados elementos (carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno) eran abundantes. El Universo, en su fase temprana, estaba formado casi exclusivamente por hidrógeno y helio, dado que fueron los elementos básicos que se produjeron en la condensación de la materia tras el Big Bang. Cuando a lo largo de millones de años las primeras estrellas quemaron su hidrógeno y helio en reacciones termonucleares, fueron apareciendo elementos más pesados, como el carbono, nitrógeno y oxígeno, seguidos de los demás elementos de la tabla periódica. Por supuesto, para la formación de la vida hay que contar con otros elementos esenciales en un segundo nivel, como es el caso del azufre, que es un componente importante de las proteínas, y el fósforo, que desempeña funciones en el metabolismo energético y en la estructura de los ácidos nucleicos.

Hace 1500 millones de años aparecen en el registro fósil los primeros eucariotas, células con núcleo diferenciado, envuelto por una membrana y con un citoplasma organizado, y posteriormente (hace 600 y 700 millones) florecerían los seres

²² GREENE, Brian (2005): pp. 376-377
FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2013_a): pp. 74-77.

²³ El autor de estas líneas fue cofundador y miembro del Consejo Rector del Centro de Astrobiología en el período 1999-2009. (Ver nota siguiente).
FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2013_b): pp.5-8.

pluricelulares camino de la consolidación de la vida, surgiendo el ser humano como su última manifestación.²⁴

Llegado a este punto, dentro del mismo apartado, es preciso llamar la atención en el hecho de que hemos empleado repetidas veces los términos “**tiempo**” y “**universo**”, especialmente en los últimos párrafos dedicados al Big Bang como una singularidad en el inicio, como ya vimos y explicábamos, y a la presencia imprescindible o inevitable del tiempo en los diferentes campos de la Física. Esta destacable dualidad nos plantea un interrogante que, al menos en una primera aproximación resulta necesario aclarar. Nos referimos a la necesidad metodológica de no “identificar” ni “condicionar” tiempo con universo, pues ello nos conduciría a planteamientos y conclusiones discutibles, como es el caso del “didáctico juego”, relacionando causas y efectos, que lleva a cabo Stephen Hawking en el libro que lleva el título de “*Breves respuestas a las grandes preguntas*”, y que resuelve afirmando tajantemente que...“*En el instante del Big Bang, algo maravilloso sucedió con el tiempo. El tiempo mismo comenzó*”. Pero sobre ello volveremos con detalle más adelante.²⁵

Las matemáticas y el tiempo

Las matemáticas, sea en su vertiente pura o teórica, como en su vertiente aplicada, se hallan presente en todos los campos de las ciencias empíricas, tanto en el ámbito de las ciencias naturales, como en el marco de las denominadas ciencias sociales en un sentido amplio, constituyendo sin ningún género de duda un valiosísimo instrumento que ha permitido, desde tiempos remotos, el avance del conocimiento y del saber en general. Ni la Física, como una de las ramas más importantes de las ciencias naturales, habría conseguido tan espectacular avance ni abierto nuevos horizontes sin el apoyo logístico de las matemáticas, ni la Economía, como la ciencia más destacada en el grupo de las sociales, se hubiese desarrollado hasta alcanzar las cotas actuales de no contar con la indispensable ayuda de la ciencia formal por excelencia. Pero lo que es aún más relevante, en estos dos ejemplos mencionados como en cualquier otra parcela del conocimiento el tiempo desempeña un papel fundamental, sea en el discreto o en el continuo, tratándose del Análisis Algebraico, de la Geometría Analítica, del Cálculo

²⁴ FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2015): p. 770.

²⁵ HAWKING, Stephen (2018): p.64.

Diferencial, del Análisis Funcional, del Cálculo de Variaciones, de la Topología, de la Estadística Matemática o de las Matemáticas del Caos.

El paso de la estática comparativa a los modelos dinámicos, por una parte, y del análisis de ecuaciones lineales a la incorporación de la no-linealidad, por otra, ha contribuido al rápido avance en algunos campos científicos, pudiendo señalar como casos muy notorios y representativos el cambio espectacular experimentado en la Ciencia Económica y en la moderna Teoría del Caos, ésta última en estrecha conexión con la Física.

Es preciso destacar dos cuestiones básicas en lo relativo a la presencia del tiempo en las Matemáticas. En primer lugar que en la teoría de funciones, el cálculo integral, y las ecuaciones diferenciales, las ecuaciones diferenciales estocásticas y las ecuaciones de difusión, principalmente, el tiempo constituye la variable independiente fundamental y/o de referencia.²⁶ En segundo lugar, que en el amplio campo de la Geometría el tiempo desempeña un papel esencial, especialmente en lo que respecta al paso de la geometría euclidiana o espacio de tres dimensiones, a la geometría de Riemann, en la que el tiempo constituye una cuarta dimensión que ha permitido, entre otras cosas, su aplicación a problemas de topología diferencial, y muy especialmente su contribución a desarrollar el espacio-tiempo curvo de la teoría de la relatividad de Einstein.

Si queremos ser sinceros con nosotros mismos debemos reconocer que tratar la importancia que se le confiere al tiempo dentro de las matemáticas nos produce una cierta incomodidad, por una parte porque, como decía Kant cuando definía la justicia, -“dar a cada uno lo que es suyo” y como es suyo ya lo tiene-, por obviedad y evidente necesidad, y por otra porque aún queda un remanente sobre la estéril polémica, como apunta muy certeramente el distinguido Profesor Ildefonso Díaz, entre la importancia o primacía de la *“matemática pura versus la matemática aplicada”*.²⁷ Ciertamente el problema del tiempo, por su cercanía o conjunción con el pensamiento filosófico, podría considerarse más propio de la vertiente pura, pero es en el campo de la física matemática, es decir en la matemática aplicada, y más concretamente en el capítulo de la cosmología, al estudiar el origen del *tiempo* y del universo, donde adquiere más notoriedad, alcance e interés, dejando claro, por supuesto, que esta rama de la Física goza de plena actualidad y reconocimiento.

²⁶ FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2019): pp. 85-92.

²⁷ DÍAZ, Jesús Ildefonso (1997): pp. 54-56.

Teniendo todo esto en cuenta, demos por zanjado este tema y no nos detengamos por más tiempo en este apartado que, paradójicamente, exigiría un análisis extenso, profundo y detallado.

Del Infinito

En la introducción de este artículo-ensayo mencionábamos a dos importantes y conocidos científicos, Steven Weinberg, Premio Nobel de Física, y a Stephen Hawking, astrofísico de indudable prestigio y universalmente conocido. Lo traíamos a colación porque ambos tienen de común su abierto y descarado desprecio por la Filosofía, afirmando el primero que la misma le había infringido graves daños a la Ciencia, y manteniendo el segundo, sin ningún tipo de duda o escrúpulo, que...*“la Filosofía ha muerto”*. Permítanos el lector una breve digresión al respecto para luego conectar y adentrarnos en el contenido de este apartado clave y decisivo para el buen entendimiento de nuestras palabras y reflexiones.

En su libro *“Le rêve d’une théorie ultime” (Dreams of a Final Theory)*²⁸, Steven Weinberg dedica veinte páginas a escribir el capítulo VII con el contundente y desafiante título *“Contre la philosophie”*. Este número de páginas es más que suficiente para que el autor se prodigue en todo tipo de descalificaciones apoyadas en explicaciones que más que razonamientos constituyen en realidad juicios de valor. Elijamos al azar algunas de ellas: *“Il ne s’agit pas de dénigrer la philosophie, dont une bonne part n’a rien à voir avec la science. Je n’entends même pas dénier toute valeur à la philosophie de la science qui, dans ce qu’elle a de mieux, me paraît surtout une agréable glose sur l’histoire et les découvertes des sciences”*.²⁹ Para Steven Weinberg, pues, una buena parte de la filosofía nada tiene que ver con la ciencia. La frase no necesita comentario alguno. Pocos párrafos más adelante añade: *“Je ne connais personne qui, ayant pris une part active aux progrès de la physique d’après-guerre, ait tiré parti des œuvres des philosophes dans ses travaux de recherche”*.³⁰ Perdonen la boutade, pero el hecho de que el Premio Nobel de Física del año 1979 no conozca persona alguna incluso en esas circunstancias no significa que no exista o que no pueda existir. Resulta obvio. Podríamos continuar con otras afirmaciones semejantes a las ya

²⁸ Empleamos la versión francesa porque tuvimos la ocasión de adquirir este libro en una de nuestras estancias en la capital francesa. La lengua de Molière siempre es bienvenida.

²⁹ WEINBERG, Steven (1997): p. 152.

³⁰ WEINBERG, Steven (1997): p. 153.

expuestas, pero nos vamos a contentar con esta última: *“Même quand les doctrines philosophiques ont, autrefois, été utiles aux savants, elles ont généralement survécu trop longtemps, finissant par faire plus de mal que de bien”*.³¹ Nos parece una frivolidad así como un desafío al sentido común criticar sin atenuante alguno las ideas y el pensamiento de Demócrito, Epicuro, o del mismo René Descartes, entre otros, que sentaron las bases del saber en su sentido más amplio y completo. Leyendo estas y otras frases similares viene a nuestra mente la sentencia que Séneca dirigió a Nerón al comprobar que no atendía a razones cuando le aconsejaba que no repudiara a su esposa Octavia para casarse con Poppea: *“Chi ragioni non ha cerca pretesti”*.

Siguiendo la línea crítica que hemos abierto, recordemos ahora que al final del apartado en el que abordábamos el tiempo en la Física hacíamos una referencia al libro de Hawking que lleva por título *“Breves respuestas a las grandes preguntas”*. El célebre astrofísico inglés que, como sabemos, afirmaba que la filosofía ha muerto, plantea con infantil habilidad un juego de palabras que en una secuencia efecto-causa concluye que hay agua, río, montaña, lluvia, mar, sol, hidrógeno y helio, porque hubo como causa primera un Big Bang. Pero aquí acaba todo, ya que antes de esa gran explosión existía la nada, y al mismo tiempo añade que en el instante preciso del Big Bang el tiempo mismo comenzó.³² Dos cuestiones cruciales, que *“nada existió antes del Big Bang”* y que *“tampoco existió el tiempo antes del inicio del Universo”*. La respuesta a la pregunta ¿qué hubo antes del Big Bang involucra necesariamente a la mecánica cuántica y a la relatividad general. A la primera porque en ese momento el tamaño del Universo era comparable al de un átomo, y a la segunda porque las propiedades del espacio-tiempo se rigen por la relatividad general.³³

La afirmación rotunda que hace Hawking respecto al hecho de que no existió el tiempo antes del Big Bang o comienzo del Universo le resulta muy rentable científicamente hablando, pues a continuación de las afirmaciones mencionadas añade... *“Creo que el papel desempeñado por el tiempo en el principio del universo es la clave definitiva para eliminar la necesidad de un gran diseñador y para revelar cómo el universo se creó a sí mismo”*.³⁴ Dicho con otras palabras, el reputado físico inglés se quita de encima el difícil y delicado problema de considerar la

³¹ WEINBERG, Steven (1997): P.153-154.

³² HAWKING, Stephen (2018): pp. 63-65.

³³ PÉREZ MERCADER, Juan (1996): pp. 133-147.

³⁴ HAWKING, Stephen (2018): p. 65.

posibilidad de alguna alternativa a la nada, por una parte, y de abrir paso a plantearse la existencia de un Dios, o en su defecto, de una fuerza superior, cualquiera que sea el nombre que le demos, por otra.

En relación con la posibilidad de una alternativa a la nada, Gabriele Veneziano y Mauricio Gasperini, de la Universidad de Turín, basándose en la cosmología de cuerdas afirman que puede haber existido algo antes del comienzo, aunque suene a contradicción, y que suele interpretarse como una especie de pre- Big Bang, escenario que está dando lugar a un encendido debate en el que la teoría de cuerdas juega un papel decisivo. Si admitimos esta visión de los astrofísicos italianos estaríamos diciendo que el Big Bang que dio origen a nuestro Universo se identifica con el Big Crunch de un Universo anterior y así “in via di seguito”, o lo que es lo mismo, habrían existido sucesivos universos con anterioridad, alejándose cada vez más del universo actual. Si esto fuese así romperíamos la asimetría de la flecha del tiempo, acabaríamos con la irreversibilidad, y abriríamos las puertas a una visión en la que ni el universo ni el tiempo tendrían un principio y un fin.

Antes de seguir adelante y pronunciarnos sobre este rompecabezas, y en el marco de la confrontación entre la asimetría propia de las leyes de la Física y la asimetría que supone definir una flecha del tiempo, conviene recordar que Boltzmann, en el calvario que le condujo al suicidio, estaba convencido de que entender el Universo significa entenderlo en su carácter histórico, y que la irreversibilidad definida por el segundo principio tenía así un sentido fundamental. Pero como al mismo tiempo era heredero de la gran tradición de la dinámica, se daba cuenta de que ello entraba en conflicto con cualquier tentativa de dar un sentido intrínseco a la flecha del tiempo. Reconociendo dicha incompatibilidad Boltzmann eligió la fidelidad a la dinámica, y definió las evoluciones prohibidas por el segundo principio no como imposibles, sino solamente como improbables.³⁵

Teniendo en cuenta cuanto hemos dicho sobre los universos sucesivos, la ruptura de la asimetría de la flecha del tiempo, y la irreversibilidad, consideramos que el proceso que describe el origen del universo y del tiempo podría plantearse de la siguiente manera o, al menos, así lo entendemos. La posibilidad de que haya habido infinitos universos sucesivos antes del Big Bang con el que se inició el universo actual hace, como vimos, 13.700 millones de años, acaba con la asimetría o flecha del tiempo que avanza y se recupera la simetría al aparecer una

³⁵ PRIGOGINE, Ilya & STENGERS, Isabelle (1988): pp. 24, 25, 93, 94.
FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2008): pp. 39-42.

nueva flecha que retrocede en el tiempo observado, equilibrándose así la evolución temporal. Pero como se dijo en el apartado dedicado al espacio y al tiempo, según la teoría de la relatividad ambos constituyen un todo único que se curva y se deforma, dando lugar a que la geometría del universo ya no sea la de Euclides, con tres dimensiones, sino la de Riemann, que añade una cuarta dimensión, la del tiempo. Entendemos, sin embargo, que ello no obsta para que podamos tratar por separado cada uno de los componentes, espacio y tiempo, como se hiciera antes de la reformulación que realizara Albert Einstein en 1915.

El inconveniente que supone para nuestro planteamiento esa consideración conjunta del espacio y del tiempo podría atenuarse estableciendo una “*correspondencia biunívoca entre universo y tiempo*”, en vez de utilizar dos flechas del tiempo que se mueven en direcciones contrarias: $\leftarrow\leftarrow\bullet\rightarrow\rightarrow$

Ello equivaldría, de hecho, a que la flecha del tiempo se moviese en una sola dirección, pero no a partir del Big Bang, sino desde el origen de los hipotéticos universos sucesivos, lo que supondría que nos estaríamos moviendo entre $-\infty$ y $+\infty$, sin principio y sin fin. Desde un punto de vista geométrico cabría interpretar esa evolución del tiempo como una línea recta, es decir, como un “*conjunto de puntos linealmente ordenado, abierto y denso*”, siguiendo los postulados de Cantor y Dedekind relativos a los conceptos de *densidad* y *cortadura*.

Con el fin de fortalecer nuestro enfoque acudimos, paradójicamente, a los que habitualmente se consideran los padres del Big Bang: el ruso Alexandre Friedmann (1888-1925), y el belga Georges Lemaître (1894-1966), autores de sendas obras en los años 1922 y 1927 que constituyeron hitos fundamentales en la historia de la Cosmología moderna. En el importante congreso de Solvay celebrado en 1927 tiene lugar un interesante encuentro de ambos físicos matemáticos, con Albert Einstein, del que se derivarían escritos y referencias a tres bandas. En efecto, como consecuencia de ello Einstein reconocería definitivamente la importancia de los trabajos de Friedmann por la descripción del universo siguiendo las observaciones de Hubble, a la vez que aceptaba la idea fuertemente defendida por Lemaître de que podemos concebir que el espacio comenzó con el “átomo primitivo”, y que dicho comienzo vino a marcar, asimismo, el comienzo del tiempo.³⁶

³⁶ FRIEDMANN, Alexandre; LEMAÎTRE, Georges (1997); pp. 60-65.

El protagonismo de los dos grandes científicos que realmente se ocuparon del origen y naturaleza del Universo y que dieron tanta importancia a la ciencia cosmológica contemporánea, provocó una reacción en Einstein que, con la valiosa colaboración del matemático holandés Willem de Sitter, publicaron en 1932 un artículo de una sola página donde hacen valer que un universo en expansión es también posible sin introducir la curvatura espacial, ni la presión, ni la constante cosmológica, bastando que la densidad de la materia sea exactamente igual al valor crítico que separa los casos elíptico e hiperbólico.³⁷ Esta condición supone que el tiempo, tanto considerado aisladamente, o como parte integrante del espacio-tiempo curvo, puede representarse como un conjunto infinito de puntos abierto en ambas direcciones. Si el tiempo se considera aislado, geoméricamente se representaría con una línea recta como la que expusimos con anterioridad, y en el caso de considerarlo conjuntamente con un espacio de curvatura negativa, seguiría siendo un conjunto infinito de puntos abierto que tomaría la forma de una rama de hipérbola equilátera.

En otro contexto, prestigiosos pensadores como Illya Prigogine, Premio Nobel de Química, y Martin Heidegger, del que ya nos ocupábamos al abordar el problema del ser y el estar, se pronuncian sobre el tiempo desde unas perspectivas bien distinta de lo tratado hasta ahora en el campo específico de la física matemática. El profesor Prigogine, de origen ruso y nacionalizado belga, afirmaba en su libro “*El nacimiento de nuestro tiempo*” no es el nacimiento del *tiempo* porque en el vacío fluctuante preexistía un tiempo en estado potencial. El tiempo potencial **es un tiempo que está ya siempre ahí**, en estado latente, pero que requiere un fenómeno de fluctuación para actualizarse. **El tiempo no ha nacido con nuestro Universo: el tiempo precede a la existencia y podrá hacer que nazcan otros universos.**³⁸ Ello coincide plenamente con nuestra concepción de un tiempo sin principio ni fin, con independencia de la existencia, a modo de segmento temporal, de un tiempo para cada universo, como se deduce, según vimos, del planteamiento de los astrofísicos de la Escuela de Turín.

En el marco de su analítica existencial, el filósofo Martin Heidegger, al que ya nos referíamos en el apartado Ser y Estar, aborda el *concepto de tiempo*, título de una conferencia que pronunciara ante la Sociedad Teológica de Marburgo en 1924, y que constituyó un anticipo de su obra magna “Ser y tiempo” publicada, como ya

³⁷. EINSTEIN, Albert; DE SITTER, Willem (1932): pp. 213-214.

³⁸ PRIGOGINE, Illya (2012): p. 76-77.

decíamos en el apartado ya mencionado, en 1927. En el contenido de la conferencia así como en el de la obra posterior, Heidegger aporta a la discusión del tiempo una perspectiva novedosa, como es la de valorar su *dimensión del futuro* por encima del presente y de pasado, afirmando que el fenómeno fundamental del tiempo es el futuro, y que la existencia, tomada ahora desde un punto de vista histórico, está orientada hacia lo por venir, y fundamentalmente a nuestra mortalidad, suponiendo la vida una continua tensión hacia delante. Al respecto, refiriéndose a esta materia, aprovecha para mantener que el problema del tiempo “escapa al dominio de los matemáticos y de los físicos”, una especie de respuesta anticipada en un “tiempo invertido” a lo que Stephen Hawking diría años después relativa al papel secundario y sin relevancia de los filósofos sobre estos mismos temas.³⁹

Al margen de esta absurda y estéril polémica, y dado que la cosmología constituye la disciplina física que guarda una mayor frontera común con la filosofía, creemos conveniente incorporar una referencia a la obra de uno de los hombres más prestigioso y admirado de la época; Giordano Bruno, astrónomo, filósofo, teólogo y matemático italiano, que murió quemado vivo en la pira el 17 de febrero de 1600 en la *Piazza dei fiori* de Roma, condenado por el Gran Inquisidor por su defensa de la concepción astronómica de Copérnico, pero muy especialmente, por sus numerosos y profundos escritos sobre la religión, en los que se percibe claramente la influencia del pensamiento de Averroes, reconocido filósofo y médico de Andalucía en la era de los almorávides. En su obra *“De l’infinito, universo e mondi”*, publicada en 1584, se adelantaba en el tiempo ofreciendo una visión copernicana del universo centrada en una concepción heliocéntrica y en la infinitud del cosmos. Giordano Bruno concibe un universo necesariamente infinito en el espacio y también en el tiempo en tanto que efecto de la infinita potencia divina. El universo infinito es una inmensa región etérea, el espacio inmenso, el seno, el continente universal. Esta obra, junto con *“La cena de le ceneri”* y *“De la causa, principio et uno”*, constituyen el corpus central de la nueva filosofía que, al aceptarse el movimiento de la tierra, la homogeneidad de la materia en la naturaleza, y la existencia de un cosmos infinito, venía a asestar el golpe definitivo a la hipótesis de un universo limitado, o lo que es lo mismo, a realizar el último asalto contra *“De Caelo”* (Tratado del cielo) y *“Physica”* de Aristóteles.⁴⁰

³⁹ HEIDEGGER, Martin (2006): p. 47.

⁴⁰ FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2013_c): pp.10-13

Acercándonos a la conclusión y final de este apartado vamos a detenernos en el pensamiento de San Agustín sobre el tiempo y el infinito, continuando así la breve alusión al mismo que ya hacíamos en las primeras páginas de este trabajo. Pero antes consideramos oportuno intercalar las acertadas e ilustrativas reflexiones que hacía el profesor Ubaldo Nieto de Alba en su excelente *“Historia del Tiempo en Economía”* al plantear que la configuración cíclica del tiempo, un aspecto que no hemos contemplado, constituyó un rasgo general entre las ideas cosmológicas griegas que les llevó a considerar al propio tiempo como circular. *“En esta cultura del eterno retorno, el hombre se hallaba como encadenado a una especie de noria donde su destino era siempre volver a empezar en la comodidad del ciclo de un tiempo en el cual el pasado era el futuro. Va a ser la tradición judeo-cristiana la que establece el tiempo lineal, irreversible de una vez por todas en la cultura occidental”*.

Estas claras y contundentes palabras del ilustre y reconocido economista, matemático y estadístico español, nos sirve de obertura para recuperar el hilo conductor con las profundas y originales ideas sobre el tiempo de San Agustín, referencia obligada en cualquier estudio o análisis que se quiera hacer sobre materia tan trascendental como difícil y compleja.⁴¹ Ya en el apartado dedicado al Ser y Estar recogíamos algunas de las ideas básicas que tienen relación con el tiempo, materia a la que concedió gran atención el hombre providencial nacido en Tagaste, una figura gigante difícil de clasificar, que una vez dijo de sí que su corazón era el corazón humano, un corazón en el que nos encontramos todos, con nuestras debilidades y con nuestros ímpetus generosos de bien. Asimismo, y como ya vimos, en el apartado de referencia el profesor Agustín Alonso (OSA) nos ofrece una enriquecedora síntesis del pensamiento del primer agustiniano, remitiéndonos, para mayor detalle y profundidad, a un artículo sobre la materia escrito en el año 2009.⁴²

La dedicación profunda y estimulante de San Agustín al estudio del “tiempo” deja una brillante estela para filósofos y pensadores a lo largo de los siglos, que encontrarían en ella un rico manantial de ideas y fundamentaciones que terminarían traduciéndose en aportaciones relevantes, tanto en el filosofía, como en los campos de la Física y de las Matemáticas, sin olvidar, por qué no, la propia literatura.

⁴¹ NIETO DE ALBA, Ubaldo (1998): p. 6.

⁴² ALONSO RODRÍGUEZ, Agustín (2009); pp.

Como nos dice el profesor Julio Quesada, con sus Confesiones... "San Agustín nos regala la gran innovación en materia de literatura de pensamiento. Sus reflexiones fenomenológicas son un admirable precedente de Marcel Proust y de Bergson. El problema del tiempo había acompañado a la filosofía desde sus orígenes, pero el tiempo como vivencia aparece en los libros XI y XII de las Confesiones como una gracia de Dios".⁴³ Como sugiere el propio Quesada, aunque no lo dice textualmente, y haciendo un juego de palabras, podríamos contraponer "en busca del tiempo vivido" de San Agustín a... "en busca del tiempo perdido de Proust". Sobre esta base cabe pensar, y así lo reconoce nuestro prestigioso catedrático, que cuando el primer agustino habla del tiempo vivido se refiere a un tiempo anímico, un tiempo interior, un tiempo de verdad, y si ello es así, podemos pensar que está aceptando el concepto de un tiempo "subjetivo", algo que se contrapone a la afirmación que hacíamos en el apartado Ser y Estar en el sentido de que en sus obras Confesiones y La Ciudad de Dios San Agustín buscaba y creía en un tiempo "objetivo". La única explicación que encontramos a esta aparente contradicción, es que el tiempo vivido constituye una concepción más sutil y bien distinta del tiempo general y con existencia propia. Pero la verdadera solución a este dilema estaría en que, además de que el tiempo es primordial e inevitablemente subjetivo, no por ello deja de ser a la vez real y objetivo. Quizás la confusión emana de la distinción básica y exigible, muy importante especialmente en la Física, entre el tiempo "absoluto" y el tiempo "relativo". Pero esta es otra cuestión, y a ella no se refería San Agustín.

El libro Undécimo de Confesiones aparece con el título de "La creación y el tiempo", y abarca treinta y un capítulos, dedicados todos ellos, siendo consecuentes, a la creación y al tiempo, en su mayor parte a este último, constituyendo una fuente generosa de ideas y sugerencias que invitan a la reflexión, por una parte, y que siguiendo la máxima que el propio San Agustín defendía contribuye, por otra, de manera inequívoca a "respaldar la fe con la razón". El capítulo XIII nos atrae especialmente, y algunas de las cuestiones tratadas en el mismo ya han sido objeto de análisis por nuestra parte en otros ensayos y artículos publicados con anterioridad. Ello se debe al hecho de que en su breve pero denso contenido encontramos una frase, la última del capítulo, que respalda enteramente nuestro planteamiento sobre el tiempo y más concretamente sobre el infinito, y por ende, sobre el origen y el futuro del universo. Pero hay otra

⁴³ QUESADA, Julio (2011): p- 99.

razón que justifica nuestro interés, y es precisamente la frase que antecede a esta última, y en la que se plantea la creación del tiempo por parte de Dios. El texto, pues, acaba así: ***“Tu hiciste todos los tiempos, y Tu eres antes de todos ellos. No hubo un tiempo en que no había tiempo”***.⁴⁴

No piense el lector que esta alusión a las dos últimas frases referidas es el producto de una curiosidad malsana que pretende poner en entredicho las sabias palabras y, en definitiva, el pensamiento de San Agustín sobre esta materia. Se trata, en esencia, de hacer notar que consideradas conjuntamente nos deja un tanto perplejo y con la duda de si, de hecho, estamos ante una aporía. Pero no hay que inquietarse, pues cabría hacer dos consideraciones que, con buena voluntad, despejase tan incómoda incógnita. En primer lugar, y desde la vertiente de la geometría analítica y del análisis algebraico, podríamos añadir a nuestra recta abierta, continua y densa, que va de $-\infty$ a $+\infty$, como interpretación de la infinitud del tiempo, otra línea paralela con idénticas características que representa la permanente y eterna existencia de Dios. La segunda consideración parte de unas afirmaciones de San Agustín relativas a la existencia de los ángeles y al tiempo, que se recogen en el capítulo 15, del libro XII de la Ciudad de Dios: *“Pero si digo que los ángeles han sido creados no en el tiempo, sino que ya existían antes de todo tiempo, para salvar una materia de dominio de Dios, que jamás ha dejado de ser señor, se me puede preguntar también **si ha podido existir siempre aquello que ha sido creado**. Pero parece que la respuesta obligada sería esta: ¿Y por qué no?”*.⁴⁵ Resulta digno de admiración la genialidad y capacidad de respuesta desplegadas por San Agustín ante cualquier tipo de problema o cuestión por difícil que fuese.

REFERENCIAS

ALONSO RODRÍGUEZ, Agustín (2009): “Ser en el tiempo”, en *Pensar como un economista, Homenaje al Profesor Andrés Fernández Díaz*, DELTA Publicaciones, Madrid.

⁴⁴ SAN AGUSTÍN (1987): p. 347.

⁴⁵ ALONSO RODRÍGUEZ, Agustín (2009): p. 157.

ČAPEK, Milič (1965): “El impacto filosófico de la física contemporánea”, Editorial Tecnos, Madrid.

DÍAZ DÍAZ, Jesús Ildelfonso (1997): “El mundo de la ciencia y las matemáticas del mundo”, Discurso Leído en el Acto de Recepción como Miembro de Número de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid.

EINSTEIN, Albert; DE SITTER, Willem (1932): “On the Relation between the Expansion and the Mean Density of the Universe”, *National Academy of Sciences Proceedings*, vol. XVIII,

FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (1994): “La Economía de la Complejidad”, McGraw-Hill, Madrid.

FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2000): “Dinámica caótica en Economía”, McGraw-Hill, Madrid.

FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2008): “Un mundo poliédrico”, DELTA Publicaciones, Madrid.

FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2013_a): “Ensayos de Filosofía, Ciencia y Sociedad”, DELTA Publicaciones, Madrid.

FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2013_b): “Nota sobre la creación y evolución del Centro de Astrobiología”, *Revista Española de Física*, Volumen 27, número 2, Real Sociedad Española de Física, Madrid.

FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2013_c): “Giordano Bruno y Galileo Galilei: dos vidas, dos obras”, Seminario de Astronomía y Geodesia, Publicación núm. 206, Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Complutense.

FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2015): “Entre el ser sentiente y el ser pensante”, *Revista La Ciudad de Dios*, Real Monasterio de El Escorial, Vol. CCXXVIII, nº 2 y nº 3, Madrid.

FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (2019): “Chaos Theory: Current and Future Research and Applications”, McGraw-Hill, Madrid.

FRIEDMANN, Alexandre; LEMAÎTRE, Georges (1997): “Essais de Cosmologie”, (Précédé de L’Invention du Big Bang, par Jean Pierre Luminet “), Éditions du Seuil, Paris.

GARCÍA MORENTE, Manuel (2000): "Lecciones preliminares de filosofía", Encuentro Ediciones, Madrid.

HAWKING, Stephen (2018): "Breves respuestas a las grandes preguntas", Crítica, Barcelona.

HEIDEGGER, Martin (2003): "Ser y Tiempo", Editorial Trotta", Madrid.

HEIDEGGER, Martin (2006): "El concepto de tiempo", Editorial Trotta, Madrid.

NIETO DE ALBA, Ubaldo (1998): "Historia del tiempo en economía", McGraw-Hill, Madrid.

PÉREZ MERCADER, Juan (1996): "¿Qué sabemos del Universo?", Editorial Debate, Madrid.

PRIGOGINE, Ilya & STENGERS, Isabelle (1988): "Entre le temps e l'Éternité", Fayard, Paris.

PRIGOGINE, Ilya (2012): "El nacimiento del tiempo", Tusquets, Barcelona.

QUESADA, Julio (2011): "Otra historia de la Filosofía", Editorial Ariel, Barcelona.

SAN AGUSTÍN (1987): "Confesiones", Ediciones Escorialenses, Madrid.

WEINBERG, Steven (1997): "Le rêve d'une théorie ultime", Editions Odile Jacob, Paris.