

TIEMPO Y FILOSOFÍA

Gustavo E. Romero

Si el viaje al futuro o al pasado es posible, es porque, en algún sentido, el pasado y el futuro existen. De no ser así no habría dónde viajar. Esto, sin dudas, tiene implicaciones filosóficas profundas. ¿Dónde está el niño que fui a los 6 años? ¿Cómo puedo afirmar que ese niño es la misma persona que quien escribe estas líneas, si casi todas sus propiedades son diferentes? Las respuestas a estas preguntas y otras similares están en el concepto mismo de espacio-tiempo, que matemáticamente se representa por medio de una variedad diferenciable 4-dimensional, esto es, un conjunto de puntos que pueden representarse por medio de 4 números reales y sobre los cuales puede establecerse como cambian los valores de cualquier función sobre variaciones muy pequeñas, ‘infinitesimales’, de los valores de las variables numéricas. Los puntos de la variedad representan los eventos o sucesos que ocurren a las cosas que forman el universo. La teoría general de la relatividad postula una variedad única para el espacio-tiempo. Esto significa que los eventos se consideran dados. A esto se le suele llamar determinismo ontológico, que no debe confundirse con el determinismo epistemológico, o capacidad de predecir de una teoría. Si los eventos son fijos, la respuesta a la pregunta “dónde está el autor de este libro a los 6 años de edad” es simplemente “está en la ciudad de La Plata, Argentina, en el año 1970”. Cada evento o sucesión de eventos está fija en el espacio-tiempo. Decir que alguien ha nacido, vivido y muerto, es simplemente decir que su existencia está confinada entre tal y tal fecha y en tal región espacial.

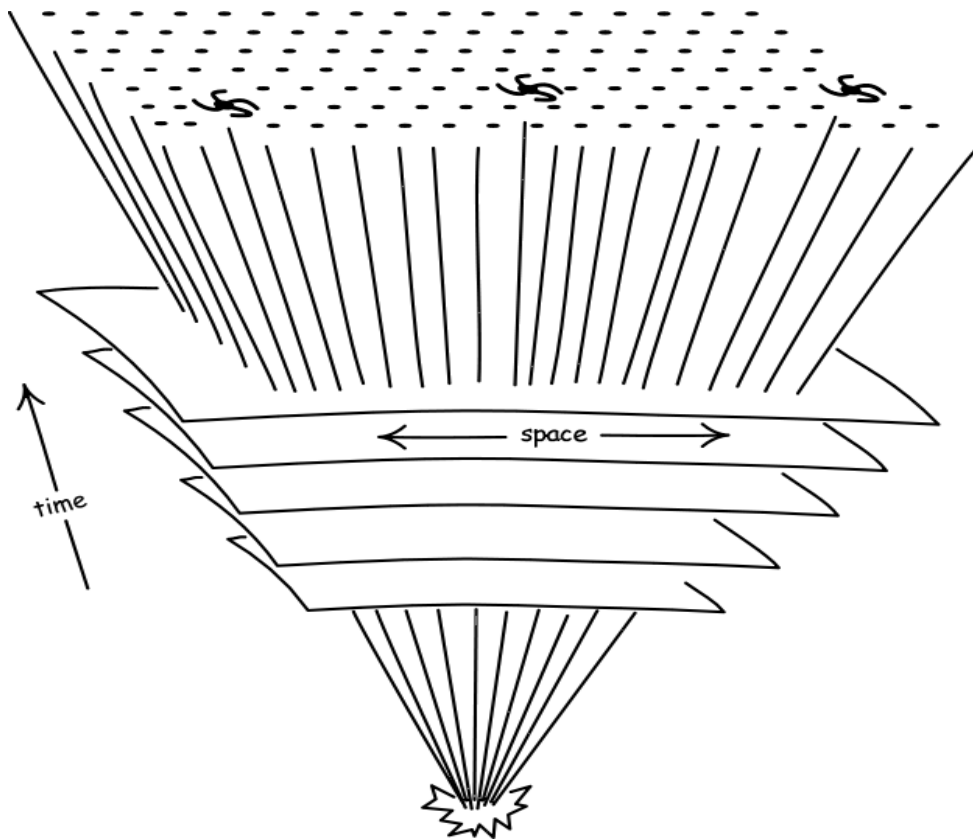


Figura 1. Diagrama del espacio-tiempo. Los cortes transversales son secciones de espacio, y la dimensión temporal está indicada por las líneas o trayectorias de las galaxias. Este modelo particular de espacio-tiempo se llama "orientable en el tiempo" ya que no contiene curvas temporales cerradas.

Dadas las consideraciones anteriores, la pregunta sobre la identidad personal se puede responder en forma sencilla. Todo ser u objeto existente es una entidad de cuatro dimensiones extendida en el espacio-tiempo. De esa forma, el niño que fui es una parte temporal de un objeto más extenso, que soy yo. El niño es diferente de quien escribe hoy, pero aún así se trata de misma persona, porque ambos son sólo *partes* de algo más vasto, en forma análoga a cómo mi mano es diferente de mi cabeza, pero ambas son partes del mismo ser.

Existir, entonces, es ocupar una región del espacio-tiempo. Nacimiento o muerte, no son otra cosa que límites de esa región. A esto se refería Einstein cuando en 1955 escribió a la familia de su antiguo amigo Michele Besso, poco antes de su propia muerte: "El se ha adelantado ahora un poco a mí en decir adiós a este extraño mundo. Esto no significa nada. Nosotros, devotos físicos, sabemos que la distinción entre el pasado, el presente y el futuro

no es más que una ilusión. Aunque una muy tenaz”. Y a lo mismo se refería el gran Hermann Weyl cuando escribió: “El mundo objetivo simplemente *es*, no *transcurre*. Sólo a través de mi conciencia, arrastrándose a lo largo de la línea de mi vida, una sección de este mundo cobra vida como una imagen fugaz en el espacio, que cambia continuamente en el tiempo”.

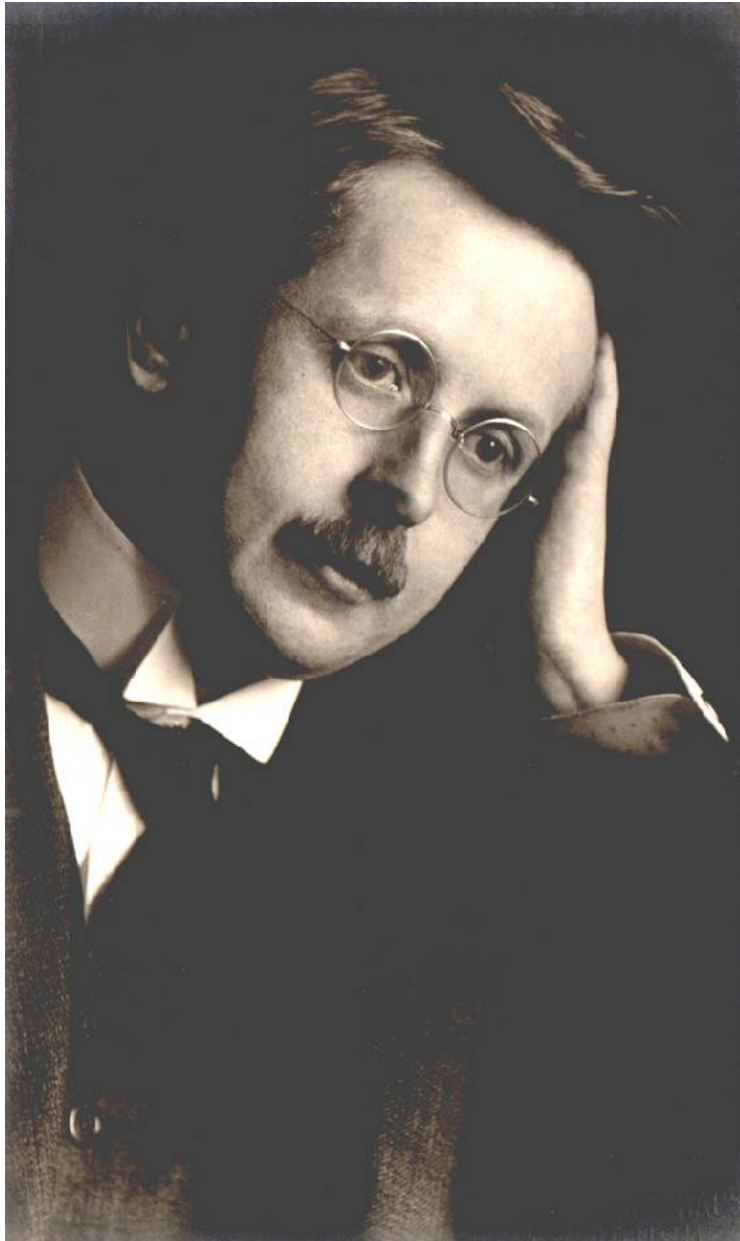
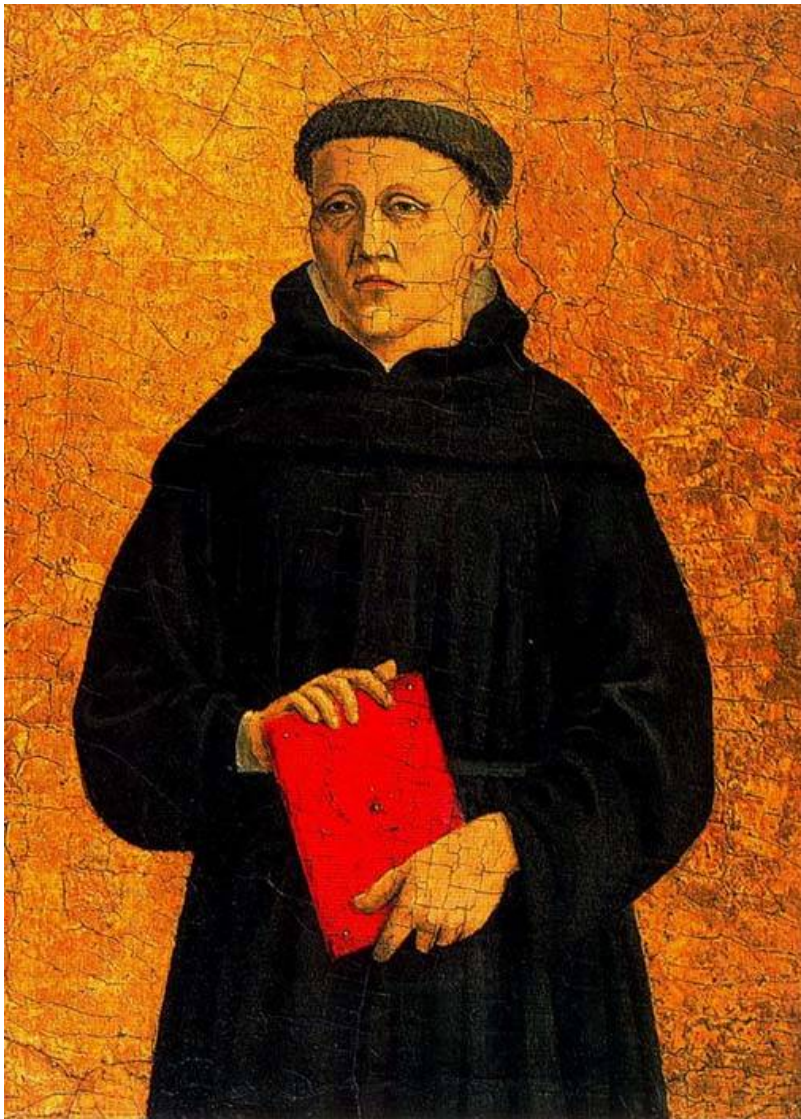


Figura 2. Hermann Weyl.

El universo, como entidad de 4 dimensiones, no cambia. Sólo cambia relativamente si comparamos sus partes. Lo que llamamos ‘cambio’ es la propiedad de los elementos del universo de no permanecer idénticos a lo largo de una dirección del mismo. Esta es la visión que san Agustín pensaba tiene Dios de la creación. Dios no contempla el universo en forma sucesiva, sino *sub specie aeternitatis*, ‘desde el punto de vista de la eternidad’. Así como un hombre puede ver una caravana en su conjunto desde una colina, mientras que alguien en el camino ve sólo la sucesión de personas y animales, así Dios, según san Agustín, percibe el tiempo: en su totalidad.



Pietro de Benedetto dei Franceschi, S. Agostino, XV sec., Collezione Frick, New York

Figura 3. San Agustín, según una pintura del siglo XV.

La idea de que el presente es algo en lo que habitamos y avanza hacia un futuro que no existe parece tener, sin embargo, una enorme fuerza en nuestra imaginación. ¿Qué es, pues, el presente? No se trata ciertamente de algo que esté en las ecuaciones que representan las leyes de la física. Estas describen los procesos que sufren las cosas, pero ningún evento descrito por las leyes que parecen regir el universo tiene la propiedad de ser ‘presente’. Las únicas relaciones objetivas entre los eventos son las de ‘anterior a’, ‘posterior a’ y ‘simultáneo con’. Así, es una propiedad de la caída de Constantinopla el de ser posterior a la caída de Roma. Pero no hay nada que diga que alguno de esos eventos es ‘presente’. Eso sólo se puede decir respecto a algún estado mental. Por ejemplo, puedo decir que la escritura de esta línea es ‘presente’ para el estado mental que yo tenía el 25 de octubre de 2011 a las 18:25 a.m. El presente, pues, parece sólo poder definirse respecto a cierto estado de conciencia. No es una propiedad de las cosas, ni una cosa, sino una relación entre ciertos cambios (eventos) en cosas y un estado de conciencia que los registra. El presente una propiedad secundaria, emergente, como lo son un color, un aroma, o una pena. Si no hubiese seres conscientes en el universo, no habría colores, olores o dolor. Esas propiedades surgen de la interacción de un organismo dotado de conciencia con un mundo donde hay eventos externos a esa conciencia.

La idea de que el universo, en cierta forma esta ‘dado’, es fijo, plantea serios problemas a la teología. Un universo fijo parecería poner límites a la omnipotencia de Dios. El teólogo italiano del siglo XI Pietro Damian expuso en su libro *De Omnipotentia Dei* que el pasado no puede ser un obstáculo a la divina omnipotencia, y que si Dios quisiese podría cambiarlo. Santo Tomás de Aquino, en cambio, sostuvo que la omnipotencia implica que Dios puede hacer todo lo que no va en contra de su naturaleza y que no es contradictorio. Cambiar el pasado implica un contradicción, similar a cambiar un triángulo para que tenga cuatro lados: es algo que simplemente no puede ser realizado porque es absurdo. Un triángulo tiene 3 lados por definición; si demandamos que tenga 4 lados, ya no será un triángulo. De la misma forma, si el pasado se cambiase, ya no sería *nuestro* pasado.

Un problema más grave para la teología es, no la existencia del pasado, sino del futuro. La teoría especial de la relatividad implica que el futuro existe, en el sentido de que está de-

terminado y es inmodificable. Si esto es así, entonces aparecen problemas relativos al libre albedrío, o la supuesta capacidad de los seres humanos de actuar libremente. También aparecen problemas, una vez más, con la omnipotencia divina.

El problema del libre albedrío puede ilustrarse con un ejemplo. Supongamos la inverosímil y ridícula situación en la cual un colega de quien escribe, llamémosle el Dr. F., se convence de que las investigaciones que el autor realiza nada tienen que ver con la astronomía, la astrofísica o ciencias afines, y decide detenerlas. Habiendo fracasado en sus intentos, el Dr. F., presa de la desesperación, y acaso de la locura, se propone matar al autor, ejecutando su pérfido acto el 1 de enero del año 2013 (futuro respecto al momento en que escribo). El Dr. F. no logra escapar de la justicia, y en su ulterior juicio, utilizando conceptos extraídos de este artículo, manifiesta que es inocente ya que todos los eventos del universo están fijados en el espacio-tiempo y por tanto *no es físicamente posible* que él no asesinara al autor de estas líneas. Luego, si no asesinarme es algo imposible, no debería haber castigo para él, el homicida confeso. ¿Qué debería determinar el juez? Si le da la razón al Dr. F. sentaría, casi seguramente, un antecedente para que luego sean liberados criminales de toda clase, algunos, acaso, peores que el propio Dr. F. Si lo condena, por otro lado, parecería que el Dr. F. tiene alguna propiedad fuera del espacio-tiempo que no obedece a las leyes de la física; en otras palabras, el Dr. F. tendría libre arbitrio y sería plenamente responsable de sus actos.

¿Qué es, pues, este libre albedrío? ¿Es compatible con la determinación del universo? Supongamos por un momento, que el libre albedrío, como algunas personas piensan, es una facultad humana no sujeta a leyes deterministas. Entonces, el propio individuo no podría determinar su comportamiento. Si alguien repentinamente empezase a saltar, hablar en forma inconexa, agitar los miembros, etc, difícilmente pensaríamos que la persona está haciendo uso de su libre albedrío. Más bien, llamaríamos a un médico porque pensaríamos que ha perdido el control de sus actos. De hecho, pensamos que alguien actúa en forma responsable cuando lo hace en concordancia con su historia previa. Si alguien es un padre modelo por 10 años, consideramos razonable que lo siga siendo en el futuro cercano. Si en un acto repentino asesinase a sus hijos, pensaríamos que enloqueció y no está haciendo uso

de su libre albedrío, o si actúa libremente, que nunca le conocimos verdaderamente. El libre albedrío, lejos de ser incompatible con las leyes de la naturaleza, parece presuponerlas. De otra forma, sería imposible para nosotros controlar nuestra conducta y ser responsables de nuestros actos. El libre albedrío, pues, parece ser la capacidad de un sistema biológico de comportarse determinado por sus condiciones internas e iniciales y no por las externas o de contorno. El libre albedrío es una medida de la influencia de los factores circunstanciales en el comportamiento de los sistemas biológicos: a mayor influencia, menor libre albedrío.

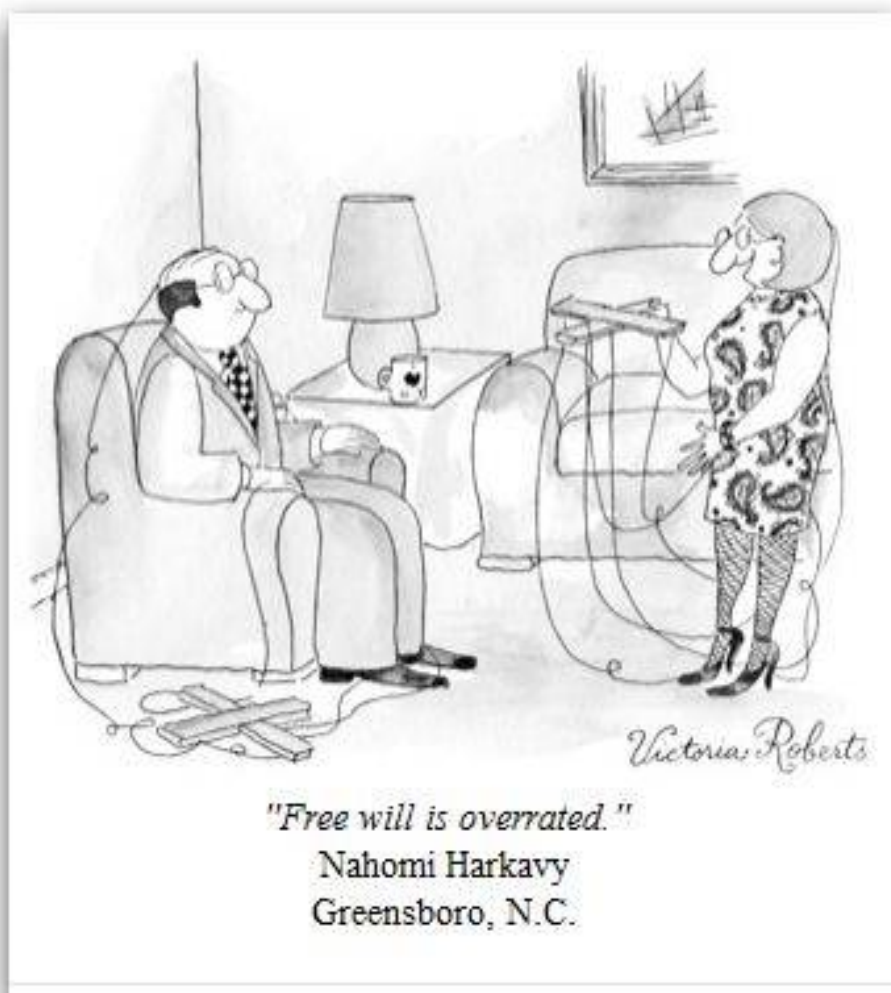


Figura 4. "El libre albedrío está sobrevalorado."

La determinación del futuro, por otro lado, en el marco de la teología, parece ser requerida por la omnisciencia divina. Si Dios es omnisciente, entonces para todo enunciado E , Dios sabe si E es verdadero o falso. Eso incluye a los enunciados acerca del futuro. Por ejemplo, dado el enunciado “mañana lloverá” Dios sabe si es verdadero o falso en cualquier circunstancia que se pronuncie. Si Dios sabe, por ejemplo, que es verdadero, es imposible que mañana no llueva. Esto genera un conflicto con la omnipotencia, otro notorio atributo divino. Si Dios sabe que mañana lloverá, entonces no puede evitar que así sea. De evitarlo, anularía su omnisciencia. Si no puede evitarlo, entonces no es omnipotente. El problema puede generalizarse al punto que como el conocimiento de Dios es completo, se sigue que su impotencia (incapacidad de actuar) también es completa. Eso vuelve superfluas, por ejemplo, las plegarias – no hay forma de Dios cambie lo que sabe sucederá. Una posible solución a este problema es que Dios cree el universo en bloque, *sub specie aeternitatis*, tomando todas las decisiones *a priori*, o mejor aún, fuera del espacio-tiempo. Todas sus acciones en realidad son una sola: el acto de creación. Claro que el problema entonces es dar un claro significado al concepto de existencia fuera del espacio-tiempo.

Un tema relacionado es el de la benevolencia divina. ¿En qué sentido Dios es benévolo si no puede actuar sobre la creación? Se ha sugerido que Dios no puede crear un universo sin mal, ya que debe crear, de todos los universos posibles, aquel que sea más perfecto, y la presencia del mal es necesaria para la manifestación del bien. Mal y bien, sin embargo, parecen ser conceptos relacionados con escalas de valoración, y es difícil entender en qué sentido podrían ser propiedades intrínsecas de las cosas o más bien de las acciones. Si se opta por la solución de que es Dios quien legisla en forma absoluta qué es bueno o malo, surge el problema de que Dios mismo, entonces, no es moralmente calificable, ya que es él mismo el patrón de la escala de valores.

La visión del propio Einstein en estos temas es quizá la que mejor sintetiza la relación entre la religión y un universo determinado: “El misterio es lo más hermoso que nos es dado sentir. Es la sensación fundamental, la cuna del arte y de la ciencia verdadera. Quien no lo conoce, quien no puede asombrarse y maravillarse, está muerto. Sus ojos se han extinguido. Esta experiencia de lo misterioso -aunque mezclada de temor- ha generado también la

religión. Pero la verdadera religiosidad es saber de esa existencia impenetrable para nosotros, saber que hay manifestaciones de la razón más profunda y de la belleza más resplandeciente sólo asequibles en su forma más elemental para el intelecto. En ese sentido, y sólo en éste, pertenezco a los hombres profundamente religiosos. Un Dios que recompense y castigue a seres creados por él mismo que, en otras palabras, tenga una voluntad semejante a la nuestra, me resulta imposible de imaginar. Tampoco quiero ni puedo pensar que el individuo sobreviva a su muerte corporal, que las almas débiles alimentan esos pensamientos por miedo, o por un ridículo egoísmo. A mí me basta con el misterio de la eternidad de la Vida, con el presentimiento y la conciencia de la construcción prodigiosa de lo existente, con la honesta aspiración de comprender hasta la mínima parte de razón que podamos discernir en la obra de la naturaleza.”¹ Para Einstein, como para Espinosa, si la palabra ‘Dios’ se aplica a algo, ese algo es el propio universo “Dios es inmutable o, lo que es lo mismo, sus atributos son inmutables”.²

¹Albert Einstein, *Mi visión del mundo (fragmentos)*, Tusquets Editores, Barcelona, 2006.

²Baruch de Espinosa, *Ética*, Ediciones Orbis, S.A., Barcelona, 1984 (Proposición XX, Corolario 2).

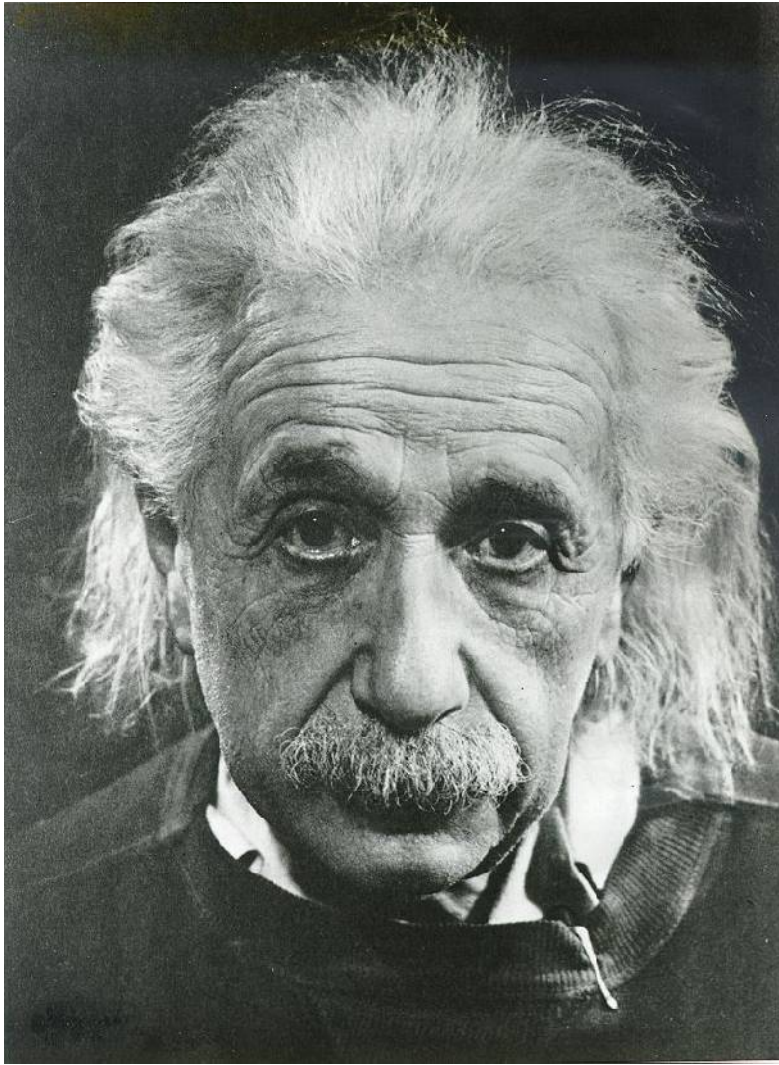


Figura 5. Albert Einstein hacia 1950.

Los filósofos también han mostrado perplejidad ante la aparente contradicción de que el sentido común parece sugerir que el tiempo “fluye” y la imagen de un espacio-tiempo fijo que se impone a partir de la teoría general de la relatividad. La imagen del tiempo como fluido es meramente metafórica y tiene su origen en la observación de procesos, sucesiones de cambios o eventos, que son irreversibles. Esto es, dados dos eventos e_1 y e_2 ordenados por la relación e_1 ‘es anterior a’ e_2 , y otros eventos similares que ocurren en el mismo orden, nunca se observan en el orden inverso. Esto se expresa a través de la llamada segunda ley de la termodinámica, que afirma que la entropía de un sistema aislado tiende siempre a aumentar. La entropía es una medida del grado de desorden de un sistema. Así, por ejemplo, podemos observar que un vaso de cristal se rompe, pero nunca que fragmentos de

cristal se junten para formar un vaso; o que un recipiente con agua caliente sobre una superficie fría adquiriera una temperatura similar a la de la superficie, pero nunca que la superficie emita calor y caliente el recipiente quedando ella más fría que al comienzo. La irreversibilidad de los fenómenos está muy probablemente relacionada con las condiciones iniciales de la fase de expansión del universo y con relaciones entre la estructura global del cosmos y los procesos que ocurren localmente. Se trata de un problema complejo que va más allá del alcance del presente artículo. Baste aquí mencionar, sin embargo, que no hay nada incompatible entre la idea de un universo determinado y la presencia de procesos irreversibles. La irreversibilidad no implica un flujo del tiempo. El tiempo no tiene dirección, ya que se describe con números reales, no con vectores. Lo que tiene una asimetría es la dirección según la cual ocurren los procesos irreversibles dentro de la variedad del espacio-tiempo.

Tiempo y cambio están íntimamente relacionados, como sostenía Leibnitz. El tiempo es una propiedad emergente de un sistema de cosas cambiantes. Decir que las cosas cambian significa que sus propiedades no son las mismas en distintos puntos del espacio-tiempo, esto es, del sistema de todos los eventos. Nuestra propia vida, una sucesión de eventos, es una trayectoria, un camino, en el espacio-tiempo. Ese camino puede ser intrincado. Ese laberinto, acaso, puede llegar a ser tan enmarañado que se toque a sí mismo³. Si así fuese, el anciano de mañana tal vez podría mirar a los ojos al niño de ayer. Acaso, entonces, ese viejecito que una vez se me acerco y sin razón me miro y lloró hace 40 años, no sea otro que yo mismo, dentro de 20 años.

León Bloy escribió que ningún hombre conoce su verdadero rostro, nadie sabe quién es realmente, o qué hace en este mundo. Ningún hombre conoce, sin duda, el “laberinto múltiple” que sus “pasos tejieron desde un día perdido” de la niñez. Quién sabe si ese dibujo inimaginable en el espacio-tiempo, en algún caso, no tiene la forma perfecta de un círculo.

³ Ver Gustavo E. Romero, *¿Es posible viajar en el tiempo?*, Ediciones Kaicron, Buenos Aires, 2010, y el artículo publicado en esta misma serie: Gustavo E. Romero, Boletín Radio@astrómico, 21, 2008.



Sobre el autor:

Gustavo E. Romero es Doctor en Física por la Universidad Nacional de La Plata. Actualmente es Profesor Titular de Astrofísica Relativista en la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la UNLP e Investigador Principal del CONICET, con lugar de trabajo en el Instituto Argentino de Radioastronomía. Dirige el Grupo de Astrofísica Relativista y Radioastronomía (GARRA), ha sido Profesor Visitante de las universidades de Barcelona, Paris VII, Campinas y Hong Kong, entre otras, e Investigador Visitante del Max-Planck-Institut für Kernphysik (Heidelberg), el Service d'Astrophysique (Saclay, Francia), el Instituto di Astrofísica Spaziale e Física Còsmica (IASF, Bologna, Italia), etc. Ha recibido los máximos premios a la investigación científica en Argentina: El Premio Bernardo Houssay del MCyT (único argentino en recibirlo en dos oportunidades), el Premio J.L. Sérsic de la Asociación Argentina de Astronomía y el Premio E. Gaviola de la Academia Nacional de Ciencias. Fue Presidente de la Asociación Argentina de Astronomía. También ha recibido varias distinciones internacionales, incluyendo dos menciones de honor de la Gravity Research Foundation. El Dr. Romero ha publicado más de 270 artículos sobre gravitación, astrofísica, filosofía y religión. Entre sus libros se destaca "¿Es Posible Viajar en el Tiempo?" (Ed. Kaicron, BsAs, 2010) e "Introducción a la Astrofísica Relativista" (Publicaciones de la Universidad de Barcelona, 2011). Actualmente es Sub-director de nuestro Instituto.