



Física y filosofía

El presente y nada más

Una noche estrellada en el campamento a fines de la década de 1970. El fogón panóptico crepita. La guitarra no está afinada y aparece el: "Una que sepamos todos". Gargantas a tope:

*Cuanta verdad hay en vivir
Solamente
el momento
en que estás
sí, el presente...
el presente y nada más*

Vox Dei. Presente (El momento en que estás)

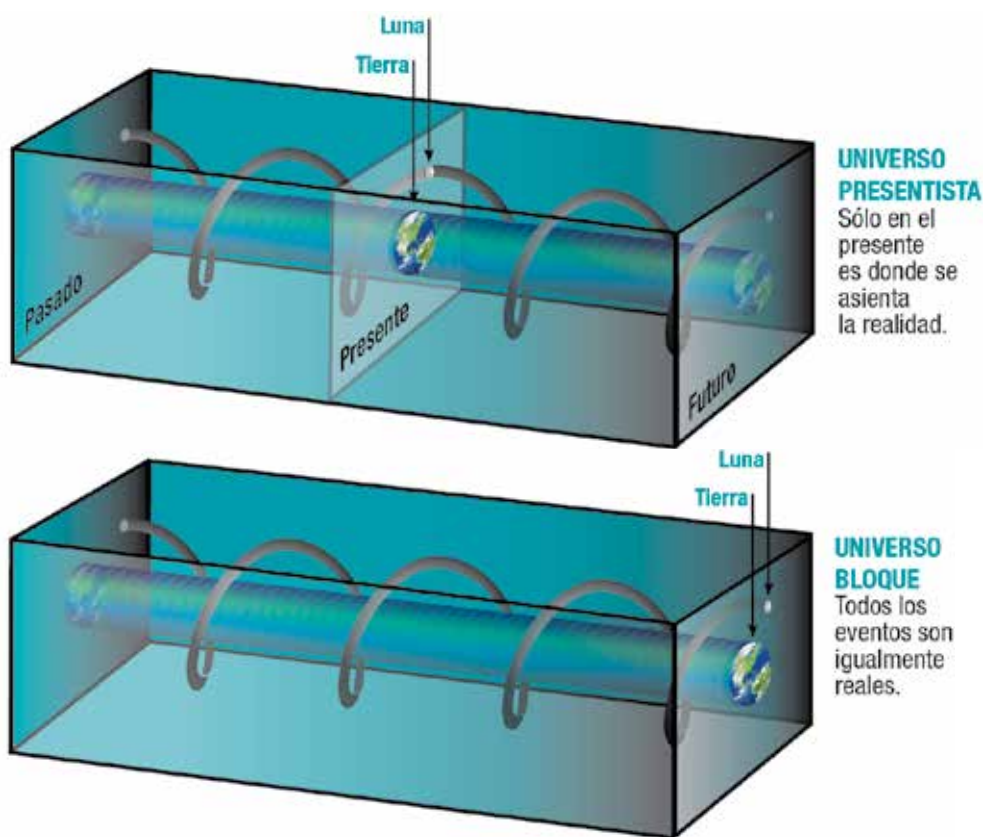
Si Ricardo Soulé, guitarrista de Vox Dei, hubiera estudiado Teoría General de la Relatividad (TGR) como Brian May, guitarrista de Queen, habría sabido que el presente podría ser solo una ilusión neurológica. Pero entonces, ¿la vida no fluiría a través de la membrana del presente? Las presuntivas aguas del tiempo borgeanas, ¿no correrían? La sensación humana de acumulación de pasado ¿no lo confirmaría? Quizás, no.

Entre los dos eventos del espaciotiempo dados por el corte del cordón umbilical y por la última señal peritanática que recorre algunos axones, la vida sería un hipervolumen o bloque similar a un silobolsa de cuatro dimensiones con todos nuestros eventos pasados, presentes y futuros bien determinados en su interior.

¿Vemos Australia? No, pero Australia está con solo navegar a oriente. ¿Vemos a Pedro de Mendoza fundando Buenos Aires? No, pero Pedro de Mendoza está enarbolando su espada a orillas del Río de la Plata. ¿Vemos al Sol en su próximo solsticio? No, pero el Sol está ahí pasando lentamente. Todo está guardado en el silobolsa cuadrimensional. *Universo Bloque o Eternalismo* de este lado de la grieta.

Universo presentista vs. Universo bloque

Representación del espaciotiempo en los modelos de Universo Presentista y Universo Bloque.



Tibia mañana nublada en Waterloo (Canadá). Junio de 2016. Organizado por el Instituto Perimeter de Física Teórica, sesenta físicos junto a algunos filósofos y otros científicos se reúnen con el solo propósito de testear a fondo la distinción entre pasado, presente y futuro, la presunta unidireccionalidad del tiempo, su carácter fundamental o emergente y nuestra percepción de flujo temporal frente a la contundente inmutabilidad del universo que prescribe la TGR. Según relata el blog *Quanta Magazine* de julio de 2016, uno de los asistentes –Akshalom Elitzur, físico y filósofo de la Universidad de Bar-Ilan (Israel)– exclamó: “¡Estoy cansado del Eternalismo! No creo que el próximo jueves tenga el mismo estatus que este jueves. El futuro no existe. ¡No es así! El próximo jueves no está allí”. Así habla el *Presentismo*, al otro lado de la grieta.

A bloquear mi amor, vamos a bloquear mi amor

Gustavo Esteban Romero, profesor de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de la Plata e Investigador Científico del CONICET en el Instituto Argentino de

Radioastronomía, no solo es uno de los físicos más importantes de Argentina sino, además, experto en filosofía de la ciencia. El 30 de septiembre de 2015, en el Seminario de Filosofía de la Ciencia de Exactas-UBA, a cargo de Mario Bunge, en su presentación “Einstein y la metafísica del tiempo”, Romero introdujo: “Para Aristóteles, el tiempo era una medida del movimiento”. En contraste, para Platón el tiempo no tenía que ver con el mundo sensible de la transformación sino con el mundo abstracto, perfecto, eterno e incorruptible de las ideas. Una mera y finísima sombra de la eternidad. Para la época en que Einstein comienza a sacudir las ideas previas de espacio y de tiempo ese debate de 2300 años adoptó la forma de puja entre dos posiciones filosóficas: *relacionismo* versus *substancialismo*.

En el *relacionismo*, el tiempo surge de las relaciones espaciales entre las cosas y las temporales entre sus cambios. En el *substancialismo*, el espacio y el tiempo existen de manera independiente de las cosas y gozan de materialidad propia. Romero agrega a esa puja –por completitud histórica– al *idealismo* kantiano para el cual el espacio y el tiempo solo son proyecciones en las

mentes de los sujetos. Imagen esta que Einstein y su geometría no euclidiana, derrumbaron sin piedad.

Específicamente sobre la noción de tiempo, de la controversia anterior se desprenden dos posturas: una *atemporal* para la cual pasado, presente y futuro existen concretamente, y otra *temporal* que privilegia al presente como entidad dominante.

Romero profundiza: “En la actual postura llamada *Eternalismo* o *Universo Bloque* existen momentos presentes, pasados y futuros o –en la jerga filocientífica– *eventos*. Estos eventos forman una hipersuperficie o *bloque* cuadridimensional del espaciotiempo y están ordenados por relaciones anteriores, posteriores o simultáneas entre sí que son inmutables. En realidad, la razón por la que no pueden cambiar es que el tiempo es una de las cuatro dimensiones del bloque. En el *eternalismo* el espaciotiempo es una entidad emergente del sistema de todas las cosas y no cambia; solo las cosas cambian. Antitéticamente, en el *Presentismo*, solo los eventos que tienen lugar en el presente son reales y el espaciotiempo es solo una ficción útil”.

Causalidades

En el espacio ordinario de tres dimensiones, la geometría indica cómo se calcula la distancia entre dos puntos cualesquiera. Sin embargo, los espaciotiempos de la Teoría Especial y General de la Relatividad no se construyen con el simple agregado de una cuarta coordenada espacial. La cuarta componente incluye al parámetro temporal de una manera muy especial. De este modo, las nuevas distancias entre puntos o *eventos* en ese nuevo espacio cuadrimensional consisten en una mezcla particular de coordenadas espaciales y temporales que incluyen a la constante dada por la velocidad de la luz y a coeficientes geométricos. Esto determina que los cuadrados de estas distancias puedan ser positivos, negativos o nulos, y así los puntos, entre los que se calculan las mismas se llaman —en la jerga relativista— separados de forma espacial, separados de forma temporal o separados de forma nula respectivamente. Esta clasificación agota todas las posibles relaciones causales entre eventos.

En el caso positivo, la distancia que separa ambos eventos es menor que la que recorre un rayo de luz en el tiempo que transcurre entre el primero y el segundo; por lo tanto, un cuerpo masivo viajando a la velocidad necesaria podría conectar el primer evento con el segundo. El segundo evento está en el futuro o en el pasado del primero. Ejemplo: eventos que están ambos a un mismo tiempo pero en lugares diferentes.

En el caso negativo, la distancia que separa ambos eventos no puede ser cubierta por ningún cuerpo masivo ni por un rayo de luz en el tiempo que separa al primero del segundo, por lo tanto es imposible que el segundo evento esté conectado causalmente con el primero. Ejemplo: eventos que están en un mismo lugar pero en tiempos diferentes.

Los puntos separados de forma nula son aquellos que solamente pueden conectarse entre sí por rayos de luz.

La distancia entre eventos del espaciotiempo es inmutable. O sea, la existencia o no de conexión causal entre un evento y otro no depende del sistema de referencia desde donde se describan los fenómenos. Si bien los intervalos temporales y las distancias espaciales entre eventos dependen del sistema de referencia considerado, la causalidad no es relativa sino absoluta.

Todo es relativo: no. Algunas cosas son invariantes: sí. ¿Mejor hubiera sido llamar Teoría de la Invariancia a la Teoría de la Relatividad?

Un dato fáctico: en 2015 fueron detectadas experimentalmente las ondas gravitatorias predichas por Einstein cien años antes. “Las ondas gravitatorias demandan que el espaciotiempo se curve de una manera muy precisa, dictada por la TGR y, no solo eso, la curvatura del espaciotiempo en ausencia de materia solo es compatible con un número de dimensiones mayores o iguales a cuatro. Luego, considerando que el *Presentismo* es incompatible con un mundo cuadrimensional, ya que en él no existen eventos en el pasado o en el futuro, el *Presentismo* es falso”,

concluye contundente Romero. Las ecuaciones no mienten. Jaqué mate.

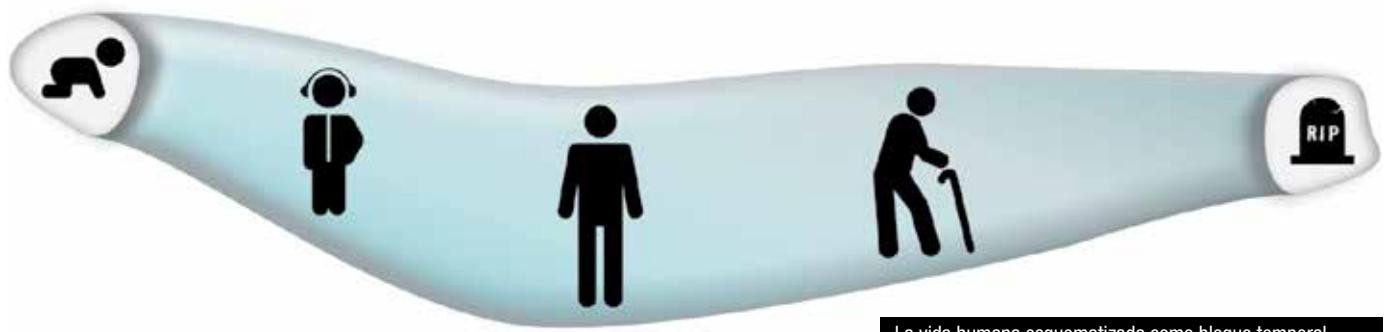
En la TGR los eventos pueden ser de tres tipos: *nulos*, de *tipo temporal* y de *tipo espacial* (ver recuadro *Causalidades*). En los dos primeros los eventos pueden —aunque no es necesario— tener un orden causal que no puede revertirse pero en el tercero no existe ningún tipo de ordenamiento temporal. Eventos que son pasado y futuro en un sistema de referencia pueden ser simultáneos en otro. “Si alguien postula que un par de eventos de tipo espacial son presente, debe necesariamente aceptar que hay

pasado y futuro, o negar que la existencia es invariante frente a las transformaciones de coordenadas de sistemas de referencia, lo cual suena difícil de aceptar”, explica Romero y agrega: “La existencia de eventos pasados y futuros es una implicación del *substancialismo*: cualquier *substancialismo* consistente debe ser eternalista; la inversa no es cierta.” La existencia de eventos de tipo espacial no puede ser soslayada por un presentista, pues es la manera en que el presente se propaga como hipersuperficie de este tipo de eventos. Para un eternalista, contrariamente, no hay nada dinámico ligado al presente, que es solo una propiedad relacional local. Cada evento es presente para personas ubicadas en ese momento y en esa locación, pero el mismo evento a su vez es futuro o pasado para observadores ubicados en el pasado o en el futuro de ese evento. No existe un *presentismo* intrínseco asociado a los eventos individuales. Para el eternalista todos los eventos están en pie de igualdad.

El presentista podría objetar que *eternalismo* implica *fatalismo* o la muerte del *libre albedrío*: el futuro ya está escrito. Sin embargo, “el universo presentista puede ser tan fijo, en relación al futuro, como en el universo bloque eternalista”, explica Romero. Esto es así debido a que la inevitabilidad de una ocurrencia depende del carácter de las leyes físicas. Romero agrega: “Si las leyes son deterministas, el futuro del presentista puede ser hoy inexistente, pero necesariamente existirá. Luego el argumento solo puede funcionar si el presentista demuestra que el *determinismo* no existe”. Recurrir a argumentos de la mecánica cuántica tampoco ayuda a los presentistas por cuestiones extremadamente técnicas de detallar. Buen intento presentista, pero fallido.

En su libro de divulgación *¿Es posible viajar en el tiempo?*, Gustavo Romero abunda: “El presente no se trata ciertamente de algo que esté en las ecuaciones que representan las leyes de la física que describen los procesos que sufren las cosas. Las únicas relaciones objetivas entre ciertos eventos de las cosas son las de *anterior a*, *posterior a* y *simultáneo con*. El presente, no es una

La ilusión del presente



La vida humana esquematizada como bloque temporal

propiedad de las cosas, no es una cosa, sino una relación entre eventos y un estado de conciencia que la registra. Algo así como un color, un aroma, o una pena que la conciencia humana percibe”.

Otro embate del *presentismo* contra el *eternalismo* podría ser la falta de sensación humana de flujo del tiempo. “La respuesta está en las neurociencias: el flujo del tiempo es una construcción resultante del ordenamiento de los procesos cerebrales”, opina Romero. “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. Tiempo y cambio están íntimamente relacionados. 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 espaciotiempo, esto es, del sistema de todos los eventos”, detalla Romero y metafórica: “Nuestra propia vida es una sucesión de eventos, es una trayectoria,

un camino en el espaciotiempo. Todos los momentos de ese camino existen y tienen un cierto ordenamiento. A cada uno corresponde un cierto estado cerebral o de conciencia. Como los estados posteriores incluyen registro de los anteriores, el todo nos parece sucesivo a cada instante. Pero no es dinámico ni puede serlo. Dinámico es lo que cambia respecto del tiempo. Y si el tiempo es una dimensión del camino, no hay nada respecto a lo que este cambie. El cambio es intrínseco al espaciotiempo, pero el espaciotiempo mismo no puede cambiar”.

Viuda e hijas del presentismo

Mientras tanto, en Waterloo, dolidos lamentos se escucharon por la aparente agonía del presente. “Hoy el futuro no es real y no puede haber hechos definitivos que tengan que ver con el futuro”, advirtió el polémico físico Lee Smolin desatando el debate.

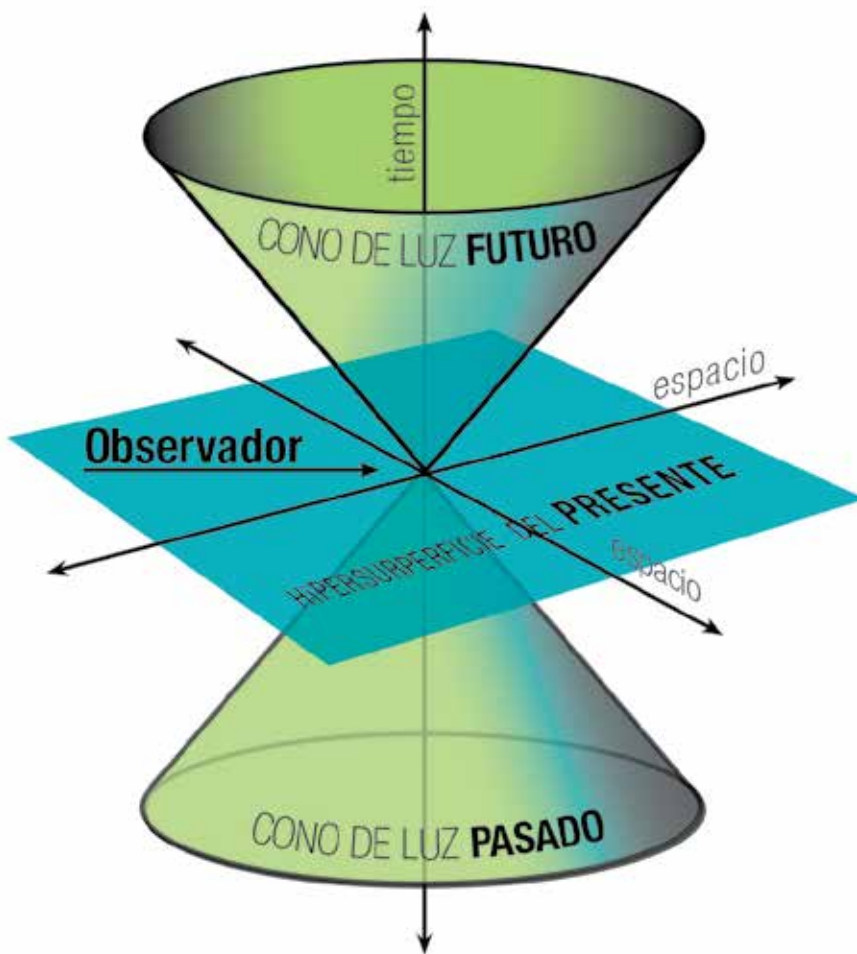
Si las tazas de café se rompen, su contenido se desparrama y nunca se ve lo contrario –pese a que las leyes de la dinámica determinista son temporalmente reversibles– entonces habría una clara direccionalidad en el devenir del mundo. En términos termodinámicos: la (famosa) entropía siempre crece. Para salvar esta aparente contradicción, los físicos postularon que debió haber habido una condición primigenia muy fuerte: el universo nació con bajísima entropía. De ahí en más, cada huevo que hoy pasa al estado frito –y que *nunca* pasa al revés– se lo debemos a la baja entropía del Big Bang hace 13.700 millones de años. Marina Cortés, cosmóloga del Observatorio Real de Edimburgo (Escocia) sostiene: “Si cada vez que no entendemos bien algo se lo adjudicamos a las condiciones iniciales del Universo es como poner más basura debajo de la alfombra”. Sin embargo, algunos le respondieron que las teorías físicas no deben explicar porqué las condiciones iniciales son como son.

Pero, ¿pueden los físicos explicar la flecha del tiempo sin necesidad de semejante condición inicial? Tim Koslowski, un físico de la Universidad Autónoma de México responde: “La mismísima gravedad es la que esencialmente elimina la necesidad de la hipótesis del pasado”. En sus modelos, Koslowski demostró que miles de partículas, solo sometidas a las leyes de la gravitación newtoniana, evolucionan de manera de contener un momento de máxima densidad y mínima complejidad. “Gravedad mediante, nosotros hemos evolucionado –respecto a ese punto– a un estado menos denso y más complejo, que es lo que vemos como nuestro pasado”, explica Koslowski. Un universo cada vez más



Vox Dei. la banda de rock grabó a fines de la década de 1960 el tema *Presente* (*El momento en que estás*).

Cono de luz



Representación del espaciotiempo y de las restricciones que impone el valor inmutable de la velocidad de la luz.

complejo implica más información guardada en diversos tipos de registro, desde los fósiles hasta las memorias de los teléfonos celulares o los propios cerebros. “Por eso recordamos el pasado y no el futuro”, sentencia Koslowski.

Un intento por suavizar al *eternalismo* se esbozó en la variante del llamado *Universo Bloque Creciente* del legendario físico George Ellis de la Universidad de Ciudad del Cabo (Sudáfrica). En este modelo, los eventos pasados y presentes efectivamente existen, pero los futuros no. En la interpretación de Romero, la realidad sería un bloque cuatridimensional creciente donde los eventos se van acumulando en el presente y luego en el pasado, pero provenientes de la no-existencia. “La frontera móvil de ese bloque —o el futuro— es el siempre cambiante presente”, explica Ellis. Sin embargo, en las escalas cuánticas esta formulación podría hacer agua, admite el propio Ellis.

Sobre el tiempo y las escalas inimaginablemente pequeñas del mundo cuántico, opinó en Waterloo el renombrado físico Rafael Sorkin de la Universidad de Siracusa (Nueva York, Estados Unidos). En su modelo —en la jerga especializada— de *causets*, Sorkin intenta reconciliar la TGR con la Mecánica cuántica por medio de la idea de las unidades elementales —o *átomos*— de espaciotiempo. El conjunto de esos *átomos* darían lugar, en forma dinámica, a todo el volumen espacial y su secuencia al tiempo. Fay Dowker, una física del Imperial College (Londres, Inglaterra), acerca de la característica no estática de los *causets*, opina: “Este modelo le aporta *el porvenir* al *eternalismo* de la TGR”.

Muchacha (ojos de lince)

Según el periodista científico Dan Falk (*Quanta Magazine*), en la reunión de Waterloo, la más novedosa

defensa del *eternalismo* la dio una filósofa. Cuando la mayoría de los físicos hacían una esforzada terapia de aceptación del *eternalismo*, Jenann Ismael de la Universidad de Arizona (Estados Unidos) describió la manera en la que las leyes convencionales de la física pueden suplementarse con las ciencias cognitivas y la psicología para incluir al flujo del tiempo. En su esquema, el ser humano solo percibe intervalos finitos de tiempo, los cuales conforman su experiencia, mientras recorre su curva vital embebida en el bloque espaciotemporal. Ese movimiento relativo del sistema de referencia personal respecto al bloque, estaría emparentado con la experiencia humana del paso del tiempo. “¡Me quiero pegar la cabeza contra la pared!”, exclamó Elitzur y agregó: “entonces el pronóstico meteorológico del próximo jueves es simultáneamente verdadero y falso”. Ismael, muy preparada para contestar este tipo de exabruptos, respondió: “Los eventos futuros existen, solo que no existen *ahora*. El *eternalismo* no es una pintura cambiante sino una pintura del cambio. Este es un momento —y sé que muchos van a odiar escuchar esto— en el cual la física se puede hacer con algo de filosofía. Y, para los interesados en leer más, recomiendo a Aristóteles...”.

Rasguña las piedras filosóficas

Gustavo Esteban Romero hace física con filosofía y leyó a Aristóteles. “De nuevo, *el ahora* que parece enlazar el pasado con el futuro, ¿siempre se mantiene uno y el mismo o es siempre otro y otro? Difícil decidir”, reflexionaba el ilustre macedonio que influyó, nada menos, en los dos milenios que lo sucedieron. “Lo que llamamos *el presente* es una cualidad secundaria emergente que proviene de la interacción de los individuos con percepción autoconsciente y su entorno”, casi que le contestaría hoy Romero al macedonio.

Al decir de Mario Bunge, del mismo modo que los humanos no perciben

el espacio sino las relaciones espaciales entre las cosas, tampoco perciben el tiempo sino los cambios en las cosas o eventos. Y el tiempo no es una cosa. De esta forma, no hay percepción del paso del tiempo sino autopercepción de cómo cambia el cerebro. “Lo que llamamos presente no está en el mundo sino que emerge de nuestra interacción con él”, explica Romero. Según algunos trabajos neurocientíficos, la construcción del presente se basaría en la no instantaneidad de la percepción.

Romero lo puntualiza: “El presente es la clase de todos los eventos simultáneos con un dado estado del cerebro”. Para cada estado cerebral hay un correspondiente presente y cada individuo no necesita ser consciente de todos los eventos que forman el presente. En este esquema hay varios presentes.

La clase de eventos locales que están causalmente conectados a un dado estado cerebral definen el concepto de *presente psicológico*. Por su parte, el *presente aparente* es la longitud del intervalo temporal de los procesos cerebrales necesarios para integrar todos los eventos locales que están, física o causalmente, relacionados con un estado

cerebral determinado. En este caso, diferentes cerebros puedan tener diferentes presentes aparentes e incluso evocar el futuro, como teoriza el renombrado físico de la Universidad de California en Santa Bárbara (Estados Unidos) Jim Hartle, para modelos computacionales de acumulación de información y sistemas utilitarios; o sea, parecidos a seres humanos. Finalmente, el *presente físico*, concepto definido como la clase de eventos que pertenecen a una hiper superficie de tipo espacial (ver recuadro *Causalidades*) en una suave y continua división en cortes de un espaciotiempo temporalmente orientable. “Cada hipersuperficie corresponde a un tiempo diferente y ninguna de ellas es un presente absoluto *moviéndose* hacia el futuro”, explica Romero y concluye: “denominar *futuro* al conjunto de superficies en la dirección opuesta a la del llamado Big Bang es puramente convencional”.

Hoy por hoy, eternalismo y algo más

El presente no se mueve ni fluye. Solo los individuos materiales y sus cerebros pueden cambiar y moverse. En palabras de Romero, el porvenir no es una propiedad de los eventos físicos sino de la



Para ver y leer más

¿Es posible viajar en el tiempo? de Gustavo Romero (Buenos Aires, Ediciones Kaicron: 2010).

A Debate Over the Physics of Time de Philip Cheung, publicado en Quanta Magazine. <https://www.quantamagazine.org/20160719-time-and-cosmology/>

Einstein y La Metafísica del Tiempo. Video de la charla de Gustavo Romero en Exactas-UBA, presentado por Mario Bunge.

<https://www.youtube.com/watch?v=Vo9jQuu6P00>

Gravitación de Susana Landa y Claudio Simeone. Libro de descarga gratuita publicado por el INET, en la colección Las Ciencias Naturales y la Matemática.

conciencia de los mismos o, de otra manera, es la serie de estados de la conciencia asociados con una cierta ilación de cambios físicos. Los eventos del espacio tiempo no acontecen, simplemente *son*.

Apócrifo: “Todo me demuestra/ que al final de cuenta/ termino cada día, empiezo cada día/ pensando en hoy, fracaso mañana”.