



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS

FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

**VIAJE(ROS) TEMPORAL(ES) *à la* LEWIS:  
ESPACIO-TIEMPO Y PERSISTENCIA**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRA EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

PRESENTA

ANGÉLICA MARÍA PENA MARTÍNEZ

DIRECTOR: DR. ALESSANDRO TORZA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS, UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, Cd. Mx., AGOSTO 2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# Agradecimientos

Antes que nada, quiero agradecer el apoyo que me ha otorgado CONACyT a lo largo de toda la maestría (2016-2018). Gracias a este estímulo me es posible el día de hoy presentar este trabajo para concluir este ciclo que espero sea el comienzo de una gran carrera. Sin lugar a duda, el apoyo de esta beca ha sido fundamental para comenzar y concluir mis estudios a nivel de maestría.

También quiero agradecer al Dr. Alessandro Torza, quien ha sido el director de este trabajo, por sus valiosos comentarios y observaciones. Igualmente, me encuentro agradecida con mis lectores de tesis: Dr. Elías Okon, Dr. Ricardo Mena, Dr. Eduardo García y Dr. Cristian Gutiérrez por sus comentarios de gran ayuda. Por otra parte, estoy realmente agradecida con Moisés Macías-Bustos, con quien discutí alegremente todo el contenido de este trabajo. A Moisés no sólo le agradezco haber estado ahí para tratar estos temas, como colega, pues también quiero darle las gracias por estar ahí siempre como amigo y como una de las personas que considero más valiosas.

Me encuentro totalmente agradecida a mis padres y hermanos por estar siempre pendiente de lo que he necesitado durante toda la vida. Pero sobre todo he de decir que me llena de orgullo la confianza y apoyo que he recibido durante este periodo por parte de ellos. Sin duda ellos han sido una gran motivación y esto es algo que aprecio mucho. Además, estoy muy agradecida con Miguel Ángel Sebastián, quien ha sido una parte muy importante en mi vida personal y académica; alguien del que siempre he recibido apoyo, confianza y motivación; y sé que siempre será así.

Finalmente, quiero dar gracias a los amigos que han estado presentes y me han apoyado en distintas cuestiones, de alguna u otra forma, a lo largo de esta etapa. Agradezco a la comunidad Veramendi. Gracias: Simón, Uriel, Miguel y Luz por ser más que vecinos. Agradezco también a Diego Tapia, Samuel Alejandro, Oliver Nava, Federica Scopsi y Johan Sebastian Mayorga por su compañía, amistad y apoyo.

*A mis padres, hermanos, amigos, colegas y viajeros temporales...*

# Índice

<b>Agradecimientos</b>	<b>II</b>
<b>Índice</b>	<b>IV</b>
<b>Introducción General</b>	<b>1</b>
<b>1. Viaje(ros) Temporal(es) à la Lewis y la Estructura Metafísica del Espacio-Tiempo</b>	<b>2</b>
1.1. Viaje Temporal Lewisiano . . . . .	2
1.1.1. Definición Lewisiana de Viaje en el Tiempo . . . . .	4
1.1.2. ¿Discrepancia en Orden y Duración de los Eventos?: Dos Modelos	7
1.1.2.1. Modelo Bi-Dimensional del Tiempo . . . . .	7
1.1.2.2. Modelo Uni-Dimensional del Tiempo: Tiempo Externo y Tiempo Personal . . . . .	8
1.2. Presupuestos Metafísicos del Viaje en el Tiempo Lewisiano . . . . .	10
1.2.1. Metafísica y Ontología del Espacio-Tiempo . . . . .	11
1.2.2. Persistencia a Través del Tiempo . . . . .	13
1.2.3. Causalidad . . . . .	14
1.2.3.1. Retrocausalidad y la Posibilidad de Bucles Causales . .	14
1.2.3.2. Paradoja: La Paradoja del Abuelo . . . . .	15
1.3. Viajeros Temporales Lewisianos . . . . .	16
<b>2. Viaje(ros) Temporal(es) à la Lewis y la Estructura Física del Espacio-Tiempo</b>	<b>19</b>
2.1. Estructuras Físicas del Espacio-Tiempo . . . . .	20
2.1.1. Estructuras Fundamentales . . . . .	20
2.1.2. Dos Experimentos Clásicos a favor del Sustantivismo . . . . .	21
2.1.2.1. El Experimento de la Cubeta . . . . .	21
2.1.2.2. El Experimento de las Esferas . . . . .	22
2.2. Espacio-Tiempo Pre-Relativista . . . . .	23
2.2.1. Espacio y Tiempo Newtoniano . . . . .	23
2.2.2. Espacio-Tiempo Galileano . . . . .	25
2.3. Argumentos Leibnizianos a favor del Relacionismo . . . . .	27
2.3.1. Identidad de los Indiscernibles . . . . .	27
2.3.2. Dos Experimentos Mentales: Mundos Desplazados y Mundos Im- pulsados . . . . .	28
2.3.2.1. Mundos Desplazados y Posiciones Relativas . . . . .	28
2.3.2.2. Mundos Impulsados y Velocidades Relativas . . . . .	28

2.4.	Espacio-Tiempo y Viaje(ros) Temporal(es) . . . . .	29
2.4.1.	Viaje en el Tiempo, Espacio-Tiempo y Gusanos Discontinuos . . . . .	30
2.5.	Viaje en el Tiempo, Espacio-Tiempo y Mundos Exóticos . . . . .	33
2.5.1.	Viaje en el Tiempo en Mundos Desplazados . . . . .	33
2.5.2.	Viaje en el Tiempo en Mundos Impulsados . . . . .	35
2.5.3.	Una Posible Objeción: Consideraciones Epistemológicas . . . . .	36
2.5.4.	Idealización de los Escenarios . . . . .	38
2.6.	Viaje en el Tiempo en Mundos Newtonianos y Diferencias Empíricas Detectables . . . . .	39
<b>3.</b>	<b>Viaje(ros) Temporal(es) à la Lewis y el Problema de la Persistencia</b>	<b>41</b>
3.1.	Persistencia a Través del Tiempo . . . . .	42
3.1.1.	Tridimensionalismo . . . . .	42
3.1.2.	Tetradimensionalismo . . . . .	43
3.2.	Un Argumento contra el Tridimensionalismo y la Posibilidad del Viaje en el Tiempo . . . . .	44
3.2.1.	Respuesta del Tetradimensionalismo . . . . .	44
3.2.2.	Respuesta del Tridimensionalista . . . . .	45
3.3.	Otro Argumento Contra el Tridimensionalismo: Porque Las Cosas Pudieron Haber Sido Distintas... . . . .	46
3.3.1.	Respuestas del Tetradimensionalista . . . . .	46
3.3.1.1.	Propiedades y Partes Temporales . . . . .	46
3.3.2.	Respuesta del Tridimensionalista . . . . .	47
3.3.2.1.	Relativización de Propiedades a Espacios-Tiempos . . . . .	47
3.3.2.2.	Relativización al Tiempo Personal y Tiempo Externo . . . . .	48
3.4.	Razones Independientes a Favor del Tridimensionalista . . . . .	49
3.4.1.	Relativización de Propiedades en el Espacio-Tiempo Galileano . . . . .	50
3.4.2.	Los Puntos Endurantes del Espacio Newtoniano . . . . .	50
	<b>Referencias</b>	<b>52</b>

“El propósito de este libro es para que sea usado como una simple y directa guía en un tiempo de gran peligro. Rezo para que éste sea simplemente un trabajo de ficción. Si no es así, entonces rezaré por ti, el lector de este libro. Si estoy aún viva cuando los eventos presagiados en estas páginas tengan lugar, espero que me encuentres antes de que sea demasiado tarde.”

Roberta Sparrow, 1944, *La Filosofía de los Viajes en el Tiempo*, “Prólogo”.

“El Universo Primario está cargado de gran peligro. Guerras, plagas, escasez y desastres naturales son comunes. La muerte viene a todos nosotros. La Cuarta Dimensión del tiempo es una construcción estable, la cual no es impenetrable. Los incidentes cuando el tejido de la Cuarta Dimensión llega a ser corrompido son increíblemente raros. Si tiene lugar un Universo Tangente, será altamente inestable, manteniéndose por no más de unas semanas. Finalmente colapsará él mismo, formando un agujero negro con el Universo Primario capaz de destruir toda existencia.”

Roberta Sparrow, 1944, *La Filosofía de los Viajes en el Tiempo*, Cap.1 “El Universo Tangente”.

# Introducción General

En el presente trabajo trataré el problema del viaje en el tiempo desde una perspectiva filosófica. Específicamente, me concentraré en el modelo que Lewis ofrece en su *Paradoxes of Time Travel*. La idea general de este modelo, de acuerdo con David Lewis, es que el viaje en el tiempo involucra una discrepancia entre el tiempo personal del viajero y el tiempo real o, como él lo llama, el tiempo externo. En este trabajo voy a exponer con detalle la teoría de Lewis para ver si ésta resulta filosóficamente coherente. Además trataré de mostrar el vínculo entre el problema de la posibilidad del viaje en el tiempo y dos problemas clásicos en la filosofía del tiempo: el problema de la naturaleza física del espacio-tiempo y el problema de la persistencia.

La investigación que desarrollaré a continuación estará dividida en tres partes. En el primer capítulo quiero presentar de manera detallada el modelo lewisiano de viaje en el tiempo. Primero, comenzaré explicando en qué consiste la tesis principal de la teoría de Lewis, a saber, que el viaje en el tiempo involucra una discrepancia entre tiempo y tiempo. Aquí presentaré, además, algunos de los presupuestos de la metafísica lewisiana detrás de la propuesta de David Lewis.

Posteriormente, en el segundo capítulo, argumentaré que de ser el viaje en el tiempo posible, es necesario dar cuenta de qué tipo de estructura física puede estar de fondo. En este capítulo voy a exponer dos teorías físicas acerca de la naturaleza del espacio-tiempo: la newtoniana y la galileana. Trataré de mostrar que por medio de la noción de viaje temporal lewisiano podemos extraer algunas consecuencias filosóficamente interesantes para el debate acerca del espacio-tiempo. De manera más concreta, diré que si consideramos los viajes temporales de acuerdo con Lewis, podremos distinguir ambas estructuras de una manera original.

Finalmente, en el tercer capítulo, que será muy breve, intentaré mostrar la relevancia del problema de la persistencia para el problema de la posibilidad de viajar en el tiempo. Aquí presentaré de modo breve el debate entre dos teorías de persistencia con la finalidad de ver el tratamiento que éstas hacen de escenarios intuitivos de viaje en el tiempo. Siguiendo a Sider (2010), mostraré cómo es que de un primer vistazo deberíamos preferir una teoría tetradimensional de la persistencia para tratar escenarios de viaje en el tiempo sobre una teoría tridimensional. Señalaré, aunque no entraré en detalle acerca de esto, que plausiblemente debamos tomar lo anterior con más cuidado, pues un tridimensionalista podría defenderse tomando en cuenta algunas de las ideas que pueden extraerse del debate pre-relativista acerca de la estructura física del espacio-tiempo. Así pues, la idea de que el tetradimensionalismo debería ser preferible para dar cuenta de algunos escenarios de viaje en el tiempo puede ponerse en cuestión.



# Capítulo 1

## Viaje(ros) Temporal(es) *à la* Lewis y la Estructura Metafísica del Espacio-Tiempo

### Introducción

En su “The Paradoxes of Time Travel” (1976), David Lewis expone uno de los modelos más conocidos dentro de la literatura de viaje en el tiempo. Aunque existen otros modelos, éste será en el único modelo en el que me concentraré a lo largo de este texto. El objetivo principal de este capítulo, que pretende ser más que nada expositivo, será presentar de manera detallada el modelo lewisiano de viaje en el tiempo. Lo anterior tendrá la finalidad de mostrar su coherencia.

Para lograr el objetivo principal, este capítulo estará dividido en tres secciones. En la primera sección expondré qué es lo que Lewis entiende por “viaje en el tiempo”. Aquí me concentraré en desarrollar dos conceptos fundamentales para entender el viaje temporal lewisiano: la noción de *tiempo personal* y la de *tiempo externo*.

En la segunda sección voy a exponer, sin entrar mucho en la discusión, cuáles son los presupuestos metafísicos que subyacen al modelo de Lewis. En esta sección hablaré de qué estructura metafísica espacio-temporal requeriríamos del mundo para posibilitar el viaje temporal de acuerdo con Lewis. De manera muy breve, señalaré dos problemas relacionados con el problema del viaje en el tiempo: el de la persistencia y el de la causalidad. Finalmente, y con ayuda de lo que discutiré a lo largo del texto, en la tercera sección señalaré cuáles serían las condiciones de posibilidad que un objeto debería cumplir para ser considerado un viajero temporal lewisiano.

### 1.1. Viaje Temporal Lewisiano

Mikkel, un niño de 11 años originario de Winden, un pueblo de Alemania, desaparece en el año 2019. Su desaparición es algo extraña, pues él entra a un agujero que lo obliga a viajar en el tiempo. Sale del año 2019 y llega, gracias a este agujero, al año 1986: 33 años atrás en el pasado. Por más que lo intenta, Mikkel no puede regresar a casa con sus padres biológicos y queda atrapado en el año 1986. Inés, una enfermera de Winden, en

este mismo año adopta a Mikkel y le cambia el nombre a “Michael”, quien crece, forma una familia y continua su existencia hasta que un día del año 2019, poco antes de la desaparición de Mikkel, decide terminar con su vida.

La historia anterior<sup>1</sup> parece ser un caso que la mayoría de nosotros consideraría como un escenario intuitivo de viaje en el tiempo: Mikkel viaja al pasado, se queda atrapado ahí y continua su vida hasta convertirse en un adulto que acabará muriendo el mismo año en el que inicialmente comenzó su viaje. Pero aunque intuitivamente la mayoría de nosotros acepte este caso como un caso de viaje en el tiempo, podemos destacar algunos aspectos problemáticos a los que cualquier buen modelo de viaje en el tiempo debería atender.

Podríamos preguntarnos, en primer lugar, si acaso la historia descrita es *coherente*. Esto es, si detrás de ella no hay algún hecho inconsistente, como por ejemplo, que Mikkel y Michael (quien es una y la misma persona) coincidan o existan en algunos instantes de tiempo pero en distintas regiones del espacio. En otras palabras, ¿cómo sería posible explicar, sin contradicción alguna, que una misma persona exista en el mismo momento en dos lugares distintos?

Otro aspecto que debería llamar nuestra atención es que, de acuerdo con la historia que presenté, parece haber una *discrepancia en el orden* en el que Mikkel ordena los eventos, como viajero temporal, y la manera en el que los eventos están ordenados en la historia. Consideremos el siguiente conjunto de eventos.

- (a) Mikkel aterriza en el año 1986.
- (b) En 1986 Mikkel es adoptado por Inés.
- (c) En el año 2019 Mikkel muere poco antes de iniciar su viaje al pasado.
- (d) Mikkel viaja al pasado.

Ahora bien, de acuerdo con *cómo es la historia*, el orden de los eventos (cronológicamente hablando) podría verse, más o menos, de la siguiente manera:

1. Mikkel aterriza en el año 1986.
2. En 1986 Mikkel es adoptado por Inés.
3. En el año 2019 Mikkel muere poco antes de iniciar su viaje al pasado.
4. Mikkel viaja al pasado.

Pero para Mikkel, *como viajero temporal*, el orden de los eventos es distinto:

1. Mikkel viaja al pasado.
2. Mikkel aterriza en el año 1986.
3. En 1986 Mikkel es adoptado por Inés.
4. En el año 2019 Mikkel muere antes de iniciar su viaje al pasado.

---

<sup>1</sup>Baran bo Odar y Jantje Friese (productores). (2017). Dark [serie de televisión]. Lugar: Alemania. Netflix.

Si los dos órdenes anteriores pueden ser extraídos de nuestra historia, debemos cuestionarnos ¿cómo es que podemos fundamentar la diferencia entre el orden de los eventos en el tiempo colectivo y el orden de los eventos para el viajero?

Otra preocupación que puede salir a raíz de nuestra historia tiene que ver con cómo podemos explicar la idea de que *la duración del viaje, para el viajero, es distinta de la duración entre el punto de partida del viajero y el de llegada en el tiempo real*. Supongamos que el tiempo que a Mikkel le toma llegar del 2019 a 1986 es de una hora; pero la cantidad de tiempo entre 1986 y 2019 es de 33 años para el resto del mundo. Y 33 años representa una cantidad de tiempo mucho más grande que una hora. Así que, de nuevo, ¿cómo podemos dar cuenta de este asunto de manera consistente?

Si bien hay más preocupaciones que pueden surgir al considerar casos que intuitivamente cuentan como casos genuinos de viaje en el tiempo, parece que necesitamos, en primer lugar, dar una definición de lo que sería el viaje en el tiempo para poder enfrentarnos a este tipo de escenarios y a los problemas que emergen de ellos. Si la definición que damos de lo que es viajar en el tiempo es satisfactoria, entonces, podremos aclarar las preocupaciones anteriores. Para poder tener una buena definición que nos sirva para explicar aspectos como los que he mencionado, tal caracterización deberá tener una teoría filosófica que la respalde. A continuación veremos cómo es que Lewis intenta ofrecer una definición de viaje en el tiempo, con una teoría filosófica de trasfondo, que sea útil para poder tratar casos como el de Mikkel para responder las inquietudes que hemos resaltado de casos como ése.

### 1.1.1. Definición Lewisiana de Viaje en el Tiempo

Como sugiere Smith (2018), aunque no hay una definición totalmente satisfactoria acerca de lo que es el viaje en el tiempo, una de las *caracterizaciones* más populares dentro de la literatura filosófica es la de Lewis. De acuerdo con Lewis (1976):

¿Qué es el viajar en el tiempo? Inevitablemente, involucra una discrepancia entre tiempo y tiempo. Un viajero parte y después llega a su destino; el tiempo transcurrido entre partida y llegada (positivo, o quizás cero) es la duración del viaje. Pero si es un viajero en el tiempo, la separación temporal entre partida y llegada no es igual a la duración de su viaje. Parte; viaja durante, digamos, una hora; entonces llega. El tiempo al que llega no es el tiempo de una hora después de su partida. Si ha viajado al futuro, es más tarde; si ha viajado al pasado, más temprano. Si ha viajado muy lejos hacia el pasado, es incluso anterior a su partida. ¿Cómo es posible que los mismos dos sucesos, su partida y su llegada, estén separados por dos cantidades desiguales de tiempo?

Estrictamente hablando la cita anterior no es una definición, en el sentido estricto de la palabra, de lo que es el viaje en el tiempo<sup>2</sup>. El párrafo anterior sólo nos dice de manera intuitiva qué es lo que *involucra* el viaje en el tiempo. Pero a continuación quiero argumentar que con la cita anterior podemos llegar a una definición prometedora de lo que es viajar en el tiempo de manera lewisiana. Sólo habrá que hacer algo de trabajo extra que nos permita ver con claridad cómo es que del pasaje de arriba podemos extraer

---

<sup>2</sup>Agradezco a Ricardo Mena y Alessandro Torza por llamar mi atención sobre este punto.

una caracterización útil de viaje en el tiempo, esto es, una caracterización que nos dé las condiciones de posibilidad para viajar en el tiempo. Antes de mostrar cómo es que podemos lograr lo anterior, vale la pena mencionar algo acerca de qué es lo que deberíamos considerar una buena definición filosófica.

Uno podría pensar que hay, por lo menos, *tres condiciones* que toda buena definición en filosofía debe satisfacer. En primer lugar, podemos pensar que una buena definición debería permitirnos rescatar ciertas *intuiciones pre-teóricas* que tenemos acerca de cierto fenómeno para poder tener una idea más precisa acerca de la naturaleza de lo que queremos definir. En segundo lugar, sería deseable que mediante ésta podamos *distinguir casos* que caen dentro de la definición de los casos que no satisfacen la definición. Finalmente, deberíamos poder dar *condiciones suficientes y/o necesarias* para aquello que queremos describir. En palabras de Brennan (2017): “Una herramienta práctica en la búsqueda de definiciones precisas es la especificación de condiciones suficientes y/o necesarias para la aplicación de un término, el uso de un concepto o la ocurrencia de algún fenómeno o evento.” Si bien podría haber algunas otras características de lo que debería ser una buena definición, por ahora sólo trataré de mostrar que si la intuición lewisiana de lo que es el viaje en el tiempo, expresada en la cita que presenté, puede ayudarnos a establecer una definición satisfactoria con base en los criterios que acabo de mencionar.

Asumiendo, quizá sólo pre-teóricamente, que el caso de Mikkel es un caso genuino de viaje en el tiempo, tenemos que ver cómo es que la intuición de Lewis puede rescatar tal idea mediante herramientas filosóficas más sofisticadas, es decir, con ayuda de una teoría filosófica robusta que lo respalde. Del caso de Mikkel, sugerí que podemos extraer algunos problemas. Uno de ellos es que parece que Mikkel, como viajero temporal, acomoda de cierta manera distinta el orden de los eventos a como estarían ordenados en el tiempo colectivo. A grandes rasgos, Lewis nos dirá que tal discrepancia se podrá analizar en términos de una diferencia entre el tiempo objetivo y el tiempo subjetivo del viajero. Más adelante hablaré más de esto, por ahora es suficiente notar que la idea de Lewis sugiere ciertas herramientas teóricas para poder salvar la intuición pre-teórica de que el caso de Mikkel es un caso genuino de viaje en el tiempo mientras da cuenta de cómo evitar uno de los problemas que pueden surgir a raíz de éste. El mismo razonamiento puede emplearse para el problema de la discrepancia entre la forma de medir la duración del viaje para el viajero temporal y la duración entre el punto de partida del viajero y el de su llegada.

Y no sólo lo anterior puede acomodarse dada la caracterización lewisiana, sino que además, con ella podemos explicar cómo es sería posible que Mikkel pueda ocupar dos regiones espaciales distintas al mismo tiempo, aunque por el momento no entraré en detalle<sup>3</sup>. Así que, finalmente, podemos concluir que la idea de Lewis acerca de que el viaje en el tiempo involucra cierta discrepancia entre tiempo y tiempo parece satisfacer uno de los criterios para extraer, de ese pasaje, una definición satisfactoria de viaje en el tiempo.

La segunda condición que se debería satisfacer es que podamos distinguir casos genuinos de viaje en el tiempo de los que no lo son. Desde la perspectiva de Lewis, el caso de Mikkel claramente contaría como un caso de viaje en el tiempo pues es un escenario en el que hay una discrepancia del orden y duración de acuerdo con el tiempo que nos da la estructura del mundo y el tiempo que Mikkel mide con su reloj. Así que la historia de

---

<sup>3</sup>El tercer capítulo estará dedicado a este punto. Mi intención por ahora sólo es mencionar que uno de los presupuestos teóricos de la metafísica lewisiana hará el trabajo para explicar en qué sentido es que Mikkel puede estar múltiplemente localizado en distintas regiones del espacio en un mismo tiempo.

Mikkel es un escenario claro de viaje temporal lewisiano.

En contraste, un caso que no contaría genuinamente como viaje en el tiempo, de acuerdo con la intuición de Lewis, sería un escenario en el que, a causa de alguna sorpresa que la vida me esté guardando, entro en estado de coma justo después de presentar este trabajo para graduarme de la maestría. Supongamos que permanezco en estado de coma durante un año, y posteriormente despierto un año después en el futuro. La razón por la que mi caso no sería un viaje temporal desde la óptica de Lewis es sencilla. Yo no podría ser un viajero temporal si despierto del coma después de un año, pues tanto el tiempo personal como el objetivo estarían emparejados. Aunque hablaré de esto más adelante, el tiempo que ha transcurrido para mí es igual al tiempo transcurrido para los demás: un año. La duración de todos los procesos físicos que ha atravesado mi cuerpo y el orden de ellos es exactamente el mismo que en el tiempo objetivo. A manera de énfasis, es muy preciso tener en cuenta que para Lewis (1976, p. 2) la atribución de cierto orden o duración de los eventos se puede hacer desde un marco externo para el tiempo personal. Más adelante diré más sobre este punto.

Hasta el momento, hemos visto cómo es que la idea de viaje en el tiempo que tiene Lewis parece satisfacer dos de las condiciones que hemos requerido para tener una buena definición. Para empezar, su caracterización salva nuestras intuiciones pre-teoréticas acerca de qué escenarios cuentan como genuinos al mismo tiempo que evitamos o tenemos herramientas para tratar algunos de los problemas que a simple vista pueden surgir de los casos de viaje en el tiempo. Pero también hemos visto que con la noción de viaje temporal de Lewis tenemos forma de poder distinguir los escenarios genuinos de viaje en el tiempo de los que no lo son. Finalmente, nos quedaría revisar si su concepción de viaje en el tiempo nos puede ayudar a buscar condiciones suficientes y necesarias para el viaje en el tiempo. Con el trabajo que he hecho hasta el momento, esta tarea no será muy complicada, aunque más adelante diré más acerca de este punto.

Considerando el caso de Mikkel, tenemos un pequeño problema. La manera en la que los eventos están ordenados en el tiempo y la duración de los eventos difieren en el tiempo real y para el tiempo de Mikkel. De acuerdo con Lewis, este problema puede resolverse si apelamos a dos nociones de tiempo: el tiempo objetivo y el tiempo subjetivo. Posteriormente voy a exponer en qué consiste esta distinción. Pero ahora sólo quiero mencionar que lo anterior formará parte de una de las condiciones de posibilidad que cualquier objeto debe satisfacer para ser considerado un viajero. Y esto ayudará a los propósitos de esta sección, pues tal condición, junto dos condiciones derivadas de la caracterización lewisiana, son las que permitirán definir y considerar la posición de Lewis como una de las mejores caracterizaciones de viaje en el tiempo con las que contamos.

De acuerdo con Lewis, entonces, diremos que el viaje en el tiempo es posible si y sólo si es posible que exista un  $x$  tal que:

1. Hay una discrepancia entre el tiempo objetivo y el subjetivo de  $X$ .
2.  $X$  es tal que está compuesto de distintas partes temporales causalmente conectadas en cuanto al tiempo subjetivo.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup>Esta condición junto como la siguiente no se siguen de la cita de Lewis ni de la discusión anterior. No obstante, pienso que es importante considerarlas como condiciones de posibilidad del viaje en el tiempo. Tanto esta condición como la siguiente pueden derivarse del paquete de la metafísica lewisiana. En la siguiente sección espero dejar más claro este punto. Agradezco a Alessandro Torza por haberme hecho notar este punto.

3. Si un determinado evento o proposición es verdad en un tiempo anterior o posterior al viaje temporal de  $X$ , entonces,  $X$  no puede hacer nada que haga que la negación de tal proposición sea verdadera.<sup>5</sup>

Como mencioné, hasta ahora sólo hemos hablado muy a grandes rasgos de algunos problemas que surgen al considerar escenarios de viaje en el tiempo. Dije, sin entrar en detalle, que la propuesta de Lewis consiste en apelar a dos “tipos” de tiempos: el personal y el externo. Esta estrategia, junto con algunos otros presupuestos dentro de la metafísica lewisiana, son los que dan pie a las condiciones de posibilidad del viaje en el tiempo. Por el momento, y por mor del argumento, pido que se consideren las tres condiciones anteriores como condiciones de posibilidad y a lo largo de este texto iré hablando con más detalle de cada una de estas condiciones. La idea que quiero destacar hasta aquí es que si todo lo que en esta sección hemos visto es el caso, entonces, tenemos buenas razones para concluir que puede extraerse una definición satisfactoria de viaje en el tiempo a la luz de la idea lewisiana de que éste involucra inevitablemente una discrepancia entre tiempo y tiempo. A continuación diré más sobre este punto para posteriormente desarrollar las otras dos condiciones.

### 1.1.2. ¿Discrepancia en Orden y Duración de los Eventos?: Dos Modelos

De acuerdo con Lewis, cualquier teoría que pretenda decirnos algo acerca de la naturaleza del viaje en el tiempo tiene que enfrentarse a algunas de las preguntas que mencioné en la sección anterior. Uno de los problemas que surgen al pensar en el viaje en el tiempo es que éste involucra cierta discrepancia entre la manera de ordenar los eventos y la duración de los eventos. Así que, para dar cuenta de tal discrepancia, podemos apelar a dos modelos. De acuerdo con uno de ellos, hay *dos dimensiones de tiempo fundamentales*. De acuerdo con el otro sólo habría una dimensión temporal fundamental y, gracias a ella, podemos dar cuenta del tiempo personal. Lewis asumirá el segundo modelo, pero antes de ver cómo es que éste debe entenderse, pasaremos a revisar el primero para poder visualizar con más claridad el contraste entre ellos.

#### 1.1.2.1. Modelo Bi-Dimensional del Tiempo

Una manera de entender en qué consiste la discrepancia entre la manera de ordenar los eventos y la duración de estos es sosteniendo que hay algo así como dos dimensiones temporales fundamentales (Meiland, 1974). De esta manera, el tiempo no tendría la estructura de una línea recta, sino la estructura de un plano tal que los dos ejes corresponden a dos dimensiones de tiempo separadas. Ambas dimensiones de tiempo están ahí en el mundo de alguna manera, pero parece que nosotros no podríamos darnos cuenta de la otra dimensión temporal a menos que viajáramos en el tiempo. Podríamos, por ende, distinguir en este modelo cómo se vería la trayectoria de las personas comunes y corrientes de las trayectorias de los viajeros. La trayectoria de un objeto normal correspondería a una línea recta diagonal tal que obtenemos la misma distancia entre puntos en cada eje: cada que pasa una hora en uno de los ejes de tiempo, pasa una hora en el otro eje. La trayectoria

---

<sup>5</sup>Énfasis en la nota anterior.

de viajeros temporales sería parecida a una curva con inclinación variable. En palabras de Lewis (1976):

Es tentador responder que deben existir dos dimensiones de tiempo independientes; que para que sea posible viajar en el tiempo, el tiempo no ha de ser una línea, sino un plano. Así dos sucesos pueden tener dos distancias desiguales si están más separados en una de las dos dimensiones de tiempo que en la otra. Las vidas de la gente común son líneas diagonales rectas a través del plano del tiempo, inclinándose a razón de exactamente una hora de tiempo por hora de tiempo. La vida de un viajero en el tiempo es una línea curva, de inclinación variable.

Pero si esto fuera así, a manera de intuición, Lewis sostiene que no es claro cómo acomodar historias de viaje en el tiempo como la de Mikkel o cualquier otra historia clásica de viaje en el tiempo. La razón es la siguiente. Si hay dos dimensiones de tiempo separadas, cuando Mikkel viaja a 1986, él viaja a un punto del plano temporal distinto. Uno esperaría que Mikkel se encontrara, como en nuestra historia, con sus padres de jóvenes y gente conocida del año 1986. Pero si el modelo de dos dimensiones es el caso, entonces, Mikkel realmente no se encontraría con ellos: Mikkel no sólo estaría separado de ellos en una de las dimensiones temporales (en uno de los ejes), sino en ambas. Mikkel viajaría a una dimensión distinta de tiempo y esto genera el conflicto anterior.

Como se puede notar, el costo del modelo bi-dimensional para responder la cuestión de cómo explicar la discrepancia entre tiempo y tiempo es algo cara. Nos pide, en primer lugar, aceptar que hay dos dimensiones *fundamentales* de tiempo y, con ello, requerimos dar cuenta de qué tipo de estructura física y metafísica espacio-temporal sería consistente con esta idea. En segundo lugar, de acuerdo con el modelo, los viajeros temporales no sólo estarían separados de los objetos de otros tiempos en su misma dimensión temporal; también estarían separados en una segunda dimensión temporal. Y a simple vista, no es obvio cómo dar cuenta de lo anterior. Si bien Lewis *no* rechaza ni da un argumento contundente contra el modelo bi-dimensional para modelar el viaje en el tiempo de manera que podamos explicar la discrepancia entre tiempos de manera intuitiva, él considera que una mejor alternativa sería apelar a un modelo uni-dimensional de tiempo.

### 1.1.2.2. Modelo Uni-Dimensional del Tiempo: Tiempo Externo y Tiempo Personal

Una de las preguntas que llamaban nuestra atención al inicio del texto consiste en cómo poder explicar la diferencia entre la manera que los eventos se ordenan con respecto al tiempo colectivo o el tiempo real, si lo queremos poner así, y la manera en la que la duración del viaje para el viajero difiere de la duración del tiempo transcurrido en el tiempo real. Para responder estas cuestiones, Lewis opta por un modelo uni-dimensional. De acuerdo con él, el mundo es una variedad tetra-dimensional<sup>6</sup>. Para Lewis, el tiempo es una de las cuatro dimensiones y las otras tres dimensiones son las espaciales. Aquella dimensión temporal es la que corresponde a lo que él llama "*tiempo externo*".

Sólo hay un tiempo y éste es el tiempo externo. El tiempo externo es el que establece cierto orden cronológico de eventos en el tiempo real. La estructura métrica del tiempo

---

<sup>6</sup>Más adelante diré más sobre este punto.

externo es isomorfa en orden y cardinalidad a la de los reales, por lo que habría un número infinito de instantes de tiempo y además, cada uno de estos instantes de tiempo estarían ordenados de la misma manera que los números reales. El tiempo externo para Lewis, *grosso modo*, es aquél que nos da la estructura temporal que nos rodea y éste tendría la estructura de una línea recta, no a la de un plano.

Si tenemos un viajero temporal, la trayectoria de éste a lo largo del tiempo será distinta a la de los objetos comunes y corrientes. Esta trayectoria especial será tal que si, de acuerdo con Lewis, un viajero viaja al pasado, entonces, su trayectoria será una línea que se dobla sobre sí misma. Si viajara al futuro sería como una línea que se expande. Y si viajara instantáneamente, su trayectoria sería representada por una línea discontinua que terminaría en el momento en el que inicia el viaje y luego retomaría de nuevo su trayectoria en algún otro punto del espacio-tiempo: ya sea en el futuro o ya sea en el pasado. Las trayectorias de los viajeros se dan siempre con respecto al tiempo externo. Pero entonces, ¿cómo es que podemos dar cuenta de la discrepancia que nos interesa?

El tiempo externo nos ayuda, según Lewis, a dar sentido a la noción del *tiempo personal* de un viajero. El tiempo personal de un viajero temporal es el tiempo que mide con su reloj. Para ilustrar un poco la idea del tiempo personal, regresemos al caso de Mikkel. Mikkel viaja en el 2019 al pasado (1986) y al comenzar su viaje su reloj marca las 12pm. El viaje de Mikkel dura exactamente una hora, por lo que cuando llega a 1986 su reloj sólo marca la 1pm. No obstante, en el tiempo externo será mucho más temprano: exactamente, treinta y tres años antes. La duración del viaje para Mikkel, por ende, es de una hora con respecto al tiempo personal; el lapso de tiempo transcurrido entre el punto de partida y llegada del viaje en el tiempo es distinta con respecto al tiempo externo: treinta y tres años.

Sin embargo, hay un sentido, que será importante más adelante, en el cual sí hay cierta coincidencia en términos de duración. Este punto ayudará a ver por qué el tiempo externo juega un papel importante para el tiempo personal (Lewis, 1976:2). Si, por ejemplo, al llegar a 1986 Mikkel tiene una charla con Inés que dura tres horas, esto será el caso tanto en el tiempo externo como en el tiempo personal de Mikkel. En este sentido, entonces, las duraciones de las experiencias de un viajero coincidirán en ambos tiempos. Y no sólo eso, sino que lo anterior nos permite asignar duraciones a las experiencias de un viajero en el tiempo personal con respecto a las duraciones de los eventos en el tiempo externo.

En relación con lo anterior, es preciso aclarar que, para Lewis, es posible determinar, con respecto al tiempo personal, la duración y el orden de los eventos desde un marco externo. Supongamos, por ejemplo, que yo inicio un viaje temporal al futuro (10 años después) ahora y éste dura una hora. Yo no llevo un reloj puesto ni nada parecido. Pero mi máquina temporal trae un reloj integrado que, de alguna manera, aunque yo no puedo verlo envía la hora a quien se quedará en el momento del que partí dirigiendo el experimento. Si bien yo no sé cuánto tiempo transcurrió para mí (quizá tan sólo puedo darme una idea), él sí lo sabe. Él sabrá que mi viaje duró una hora y que, por ende, la duración de mi viaje, con respecto a mi tiempo personal es de una hora; pero con respecto al tiempo externo habrán transcurrido 10 años. Si le preguntan a Moisés qué edad tengo, por ejemplo, él podrá decir correctamente que tengo la misma edad que tenía antes de iniciar el viaje más una hora<sup>7</sup>. De nuevo, esto nos sirve para ver por qué el tiempo personal no es una segunda dimensión del tiempo externo aunque éste juegue un rol muy importante para el primero.

---

<sup>7</sup>Agradezco a Moisés Macías Bustos por discutir y llamar mi atención sobre este punto.



## Viaje(ros) Temporal(es) à la Lewis y la Estructura Metafísica del Espacio-Tiempo

Ahora bien, la distinción entre tiempo externo y tiempo personal también es, siguiendo a Lewis, útil para explicar la discrepancia entre el orden de los eventos en casos de viaje temporal sin apelar a una segunda dimensión de tiempo. Supongamos, por ejemplo, que estamos en el 2019 a punto de que el viaje en el tiempo de Mikkel se dé. Mikkel viaja al pasado y después de un tiempo conoce a Inés, con quien se quedará charlando durante tres horas para tratar de convencerla de que él es un viajero que viene del futuro. Como Mikkel no logra regresar ni convencer a Inés de su historia, Inés lo adopta. El tiempo pasa, Mikkel crece (con el nombre de Michael), forma una familia y muere un poco antes de iniciar su primer viaje. En el *tiempo externo*, el orden cronológico de los eventos es:

1. Ines trabaja en un hospital en el año 1986.
2. Mikkel aterriza en el año 1986 desde el año 2019.
3. Mikkel e Inés se conocen en 1986 y platican durante tres horas.
4. Inés adopta a Mikkel en el año 1986.
5. Mikkel crece y se suicida en el año 2019, antes de su primer viaje.
6. Mikkel viaja al pasado, al año 1986.

Pero en *el tiempo personal* de Mikkel, el orden de los eventos es distinto. De acuerdo con cómo él ordena los eventos, tenemos el orden siguiente orden a nivel de su tiempo personal:

1. Ines trabaja en un hospital en el año 1986.
2. Mikkel viaja al pasado, al año 1986.
3. Mikkel aterriza en el año 1986 desde el año 2019.
4. Mikkel e Inés se conocen en 1986 y platican durante tres horas.
5. Inés adopta a Mikkel en el año 1986.
6. Mikkel crece y se suicida en el año 2019, antes de su primer viaje.

Como puede verse con este ejemplo, la manera de ordenar los eventos no son las mismas, por lo que es en este sentido es en el que decimos que ambos tiempos difieren *en orden*. Y no es que al comenzar el viaje en el tiempo se genere un evento con la llegada de Mikkel a 1986. Más bien, el evento ya estaba ahí en el mundo, con respecto al tiempo externo. No es que existan dos dimensiones temporales: una que contenga la llegada de Mikkel y otra en la que no. Sólo hay una dimensión temporal y ésta incluye la llegada de Mikkel.

### **1.2. Presupuestos Metafísicos del Viaje en el Tiempo Lewisiano**

A modo de resumen, en la sección anterior he presentado de manera general la posición de Lewis con respecto a la naturaleza y condiciones de posibilidad para el viaje en el tiempo. Comencé exponiendo una historia de viaje en el tiempo que la mayoría de nosotros aceptaríamos como un caso de viaje temporal. Al considerarlo como tal, mencioné algunos de los problemas que pueden salir a la luz de éste. Con el fin de solucionar tales

inconvenientes, empecé revisando cómo es que podríamos extraer una definición de viaje en el tiempo a partir de las intuiciones de Lewis. Mostré que esta definición es satisfactoria, pues con ella podemos rescatar ciertas intuiciones pre-teóricas del viaje en el tiempo evitando algunos problemas que surgen de ellas; distinguir casos genuinos de viaje en el tiempo y; dar condiciones suficientes y necesarias para la posibilidad de éste.

Tomando en cuenta lo anterior, en este capítulo me concentraré en cómo debería ser el mundo para poder dar cuenta, metafísicamente hablando, de la posibilidad del viaje en el tiempo y los viajeros temporales *à la* Lewis. De esta manera, en esta sección expondré algunos de los presupuestos de la metafísica lewisiana detrás de su idea de viaje en el tiempo. La manera en la que procederé, por cuestiones de claridad, consistirá en mencionar en primer lugar los presupuestos metafísicos de Lewis y luego expondré en qué consiste cada uno de ellos y contrastarlos *grosso modo* con algunas teorías rivales.

### 1.2.1. Metafísica y Ontología del Espacio-Tiempo

Dentro de la metafísica lewisiana del viaje en el tiempo podemos destacar las siguientes tesis centrales acerca del espacio-tiempo:

1. Sustantivismo.
2. Espacio-Tiempo como colección de puntos simples.
3. Conexión entre puntos del espacio-tiempo.
4. Teoría-B.
5. Eternalismo.

Las primeras tres tesis son acerca de la estructura metafísica del espacio-tiempo, esto es, acerca de cuál es la naturaleza del espacio-tiempo. La última de ellas es una tesis ontológica acerca del espacio-tiempo, es decir, una tesis acerca de qué objetos hay en nuestro espacio-tiempo. A continuación discutiré cada una de ellas.

A grandes rasgos, de acuerdo con el *sustantivismo*, el espacio-tiempo existe de manera independiente de los objetos que existen en él (Lewis, 1986; Sider, 2001; Balashov, 2010; Dasgupta, 2015). En oposición a esta teoría tenemos la posición *relacionista*, según la cual el espacio-tiempo existe en virtud de las relaciones espacio-temporales que hay entre los objetos. Como dije arriba, Lewis acepta la primera de estas teorías. Así que el asumirá que el espacio-tiempo existe de manera independiente de los individuos que existen en él.

Pero si esto es así, debemos decir algo acerca de qué estructura tiene el espacio-tiempo. De acuerdo con Lewis, el espacio-tiempo está constituido por una colección de *puntos simples*, es decir, puntos que no tienen partes propias. Todos los puntos del espacio-tiempo, de acuerdo con él, estarán *conectados*. Y para explicar qué quiere decir que haya conexión entre los puntos del espacio-tiempo es preciso recordar que de acuerdo con Lewis un mundo es una suma mereológica de individuos espacio-temporalmente relacionados. A los individuos que pertenecen a un mismo mundo les llamamos, dentro del *realismo modal lewisiano* “compañeros de mundos”. De esta manera, para cualesquiera dos compañeros de mundos *a* y *b* diremos que habrá un camino espacio-temporal ininterrumpido entre ellos (Lewis, 1986; Macías-Bustos, MS, 2017).

Dados los objetivos de este texto, no es necesaria una discusión más detallada acerca de las tesis anteriores. Por esta razón procederé con las siguientes. Una de las cuestiones

relacionadas con la metafísica del espacio-tiempo consiste en preguntarse si el paso del tiempo y el ahora son cuestiones objetivas de la realidad o no lo son. Hay dos posiciones centrales con respecto a esta discusión. Por un lado tenemos la *Teoría-A del tiempo*, que es la tesis de que el paso del tiempo y el ahora son aspectos objetivos de la realidad. Por otro lado, tenemos la *Teoría-B del tiempo*: la tesis de que ni el paso del tiempo ni el ahora son aspectos objetivos de la realidad, es decir, únicamente son aspectos relacionados con nuestra experiencia. Como dije, el modelo lewisiano de viaje en el tiempo asumirá que la Teoría-B es el caso.

Como teorías ontológicas acerca del espacio-tiempo, y en relación con lo anterior, tenemos de igual manera por lo menos dos teorías (Rea. M, 2003). La primera de ellas es el *presentismo*, que sostiene que sólo el presente es real y que sólo existen los eventos del presente. Los eventos y objetos del pasado y el futuro no existen. Para un presentista, por ejemplo, *la muerte de Mikkel* es un evento que no es presente y, en este sentido, no existe. Las únicas propiedades de los objetos que pueden cambiar son las presentes.

La segunda posición con respecto a la ontología del espacio-tiempo es el *eternalismo*. De acuerdo con esta teoría, tanto el pasado, el presente y el futuro existen así como los objetos y eventos presentes, pasados y futuros. Esta es el presupuesto ontológico detrás del viaje temporal lewisiano. Si bien hay muchas posturas con respecto a la teoría eternalista, aquí consideraré la que tiene las siguientes tres características. La primera es que no hay algo así como un tiempo privilegiado: el presente, dirá un eternalista, no es privilegiado con respecto al pasado o al futuro. La segunda característica es que los eventos y objetos no tienen propiedades (intrínsecas) tales como ‘ser pasado’, ‘ser presente’ o ‘ser futuro’. Esto quiere decir que el evento ‘la crucifixión de Cristo’ no tiene la propiedad intrínseca de ‘ser pasada’. La tercera característica, relacionada con la anterior, es que los objetos y eventos tienen un orden temporal.

Dentro del debate clásico acerca de la metafísica y ontología del espacio-tiempo se suele asociar la Teoría-A del tiempo con el presentismo y la Teoría-B del tiempo con el eternalismo. Aunque las asociaciones que acabo de mencionar no son las únicas posibles, es preciso decir que éstas son las más naturales. Dados los fines de este texto, consideraremos sólo la segunda de estas asociaciones. Y no está de más decir que la unión de la tesis sustantivista, la teoría-B del tiempo y el eternalismo es lo que se conoce como *Teoría del Universo Bloque*. El modelo de Lewis con respecto al viaje en el tiempo supone esta unión de teorías.

Ahora bien, esto que acabo de decir es muy importante para cuestiones acerca del viaje en tiempo. La razón de esto es que aparentemente, un requerimiento fundamental para la posibilidad del viaje en el tiempo es que exista el destino del viaje, es decir, un punto temporal de llegada después del viaje (Grey, 1999). Esto quiere decir que, por ejemplo, para viajar al pasado debemos, de alguna forma, suponer que el pasado es real. Lo mismo aplica para viajar el futuro. Si el destino del viaje no es real, entonces, no es claro cómo alguien podría viajar en el tiempo. Por lo tanto, si lo anterior es un requisito fundamental para el viaje en el tiempo, entonces, parece que el eternalismo es preferible (y no el presentismo): pues el eternalismo nos dirá que, en efecto, el destino del viaje existirá. Por su puesto hay algunas objeciones a lo anterior. Sin embargo, no hablaré de ellas aquí y asumiré el modelo del Universo Bloque (eternalismo + Teoría-B del tiempo) para abordar el problema del viaje en el tiempo.

### 1.2.2. Persistencia a Través del Tiempo

Si bien existe una variedad de familias de persistencia a través del tiempo, en esta sección sólo mencionaré la que es relevante para entender la posición de Lewis con respecto al viaje en el tiempo. Para Lewis, la manera en la que los objetos persisten es perdurando, por lo que la posición perdurantista es uno de los presupuestos metafísicos de trasfondo en su teoría. De acuerdo con el perdurantista, los objetos *perduran* si y sólo si tienen distintas partes temporales en distintos tiempos y nunca una misma parte temporal en más de un tiempo.

Aunque podemos distinguir entre dos teorías tetradimensionales, la versión estadio [*stage*] y la versión gusano [*worm*], por ahora sólo debemos enfocarnos en la segunda, que es la versión que Lewis defiende. De acuerdo con el tetradimensionalismo, versión gusano, los objetos de nuestro día a día deben ser identificados con las sumas mereológicas de sus partes temporales. A esta suma es a la que llamaremos “gusano espacio-temporal” de un objeto. Las partes temporales son objetos tridimensionales, distintos entre sí y el objeto que perdura es el gusano espacio-temporal. Los gusanos espacio-temporales son, por tanto, objetos tetradimensionales que se extienden en cuatro dimensiones, una de ellas, la temporal.

Para Lewis, cada una de estas partes temporales están conectadas causalmente. Así, si un viajero persiste a través del tiempo, podremos identificar su trayectoria a través del espacio-tiempo como un gusano que se se dobla sobre sí (en caso de viajar al pasado), se extiende hacia el futuro (si viaja al futuro) o se vuelve discontinuo para volver a continuar en algún otro instante en cualquier dirección (si el viaje temporal es instantáneo, ya sea al pasado o al futuro). Ahora bien, la conexión causal relevante para el caso de la persistencia, en el caso de los viajes temporales, será con respecto al tiempo personal del viajero:

[...] Lo que une los estadios de un viajero en el tiempo es el mismo tipo de continuidad y conexión mental, o mental en su mayor parte, que une a cualquier otro. La única diferencia es que mientras una persona común es continua y conexas respecto al tiempo externo, el viajero en el tiempo es continuo y conexo sólo con respecto a su propio tiempo personal. Tomando los estadios en orden, el cambio mental (y corporal) es generalmente gradual, más que repentino, y nunca cambian de repente muchos aspectos diferentes a la vez. [...] Finalmente, la conexión y la continuidad no son accidentales. Tienen una explicación; más aún, son explicables por el hecho de que las propiedades de cada estadio dependen causalmente de las de aquellos estadios inmediatamente anteriores en el tiempo personal, la dependencia tiende a dejar las cosas como están en el tiempo es continuo y conexo sólo con respecto a su propio tiempo personal. (Lewis, 1976)

Por ahora no diré mucho más al respecto, pues el tercer capítulo de este trabajo está dedicado justamente al problema de la persistencia a través del tiempo y su conexión con los viajes temporales. Y, en relación con lo anterior, a continuación hablaremos de uno de los requisitos detrás de la propuesta de Lewis.

### 1.2.3. Causalidad

El papel de la causalidad es de vital importancia para poder entender el viaje en el tiempo. Dentro de la metafísica lewisiana, la causalidad debe ser entendida en términos de condicionales contrafácticos. De acuerdo con Lewis (1973:16), en un mundo  $w@$  el *condicional contrafáctico*  $p \Box \rightarrow q$

1. *Vacuamente verdadero* si no hay un mundo donde  $p$  sea verdad.
2. *No vacuamente verdadero* si entre los mundos donde  $p$  es verdad, algunos mundos donde  $q$  es verdad son *más cercanos* a  $w@$  que a cualquier otro mundo en donde  $q$  no sea verdad.
3. *Falso* en cualquier otro caso.

Como puede verse, para entender la causalidad en términos contrafácticos, necesitamos apelar a la noción de “*cercanía*” entre mundos. En la metafísica lewisiana la cercanía entre mundos es entendida en términos de la relación de *similaridad* entre mundos posibles con respecto a las *leyes de la naturaleza*<sup>8</sup>. Esta relación impone cierto *orden* en el espacio de posibilidad: nos permite decir que un determinado mundo es más cercano a otro en tanto similares. Un mundo posible, por ende, será más cercano al mundo actual en la medida en que éste sea más similar nomológicamente hablando con el mundo actual. Ahora bien, la noción de similaridad al ser distinta de la noción de identidad permite ciertas variaciones de las leyes naturales.

Cabe mencionar que hay una diferencia entre el concepto de causalidad y el de dependencia causal. Siguiendo a Lewis (1973: 165-167), diremos que un evento  $E$  *depende causalmente* de un evento  $C$  si y sólo si el conjunto de eventos  $\{E, \neg E\}$  depende contrafácticamente del conjunto de eventos  $\{C, \neg C\}$ , es decir:

$$(C \Box \rightarrow E) \leftrightarrow (\neg C \Box \rightarrow \neg E)$$

Y que un evento  $C$  sea la causa de  $E$  significa que existe una cadena de dependencia causal entre esos dos eventos. De esta manera, como  $C$  y  $E$  son eventos actuales, el condicional  $(C \Box \rightarrow E)$  es trivialmente verdadero, por lo que  $(\neg C \Box \rightarrow \neg E)$  resulta la clausura transitiva del primer condicional. En palabras de Lewis (1973:167), “la dependencia causal entre eventos implica causalidad. Si  $C$  y  $E$  son dos eventos actuales tales que  $E$  no hubiera ocurrido sin  $C$ , entonces,  $C$  es una causa de  $E$ ”.

#### 1.2.3.1. Retrocausalidad y la Posibilidad de Bucles Causales

Intuitivamente, cuando pensamos en la causalidad, solemos asumir que de alguna manera si un determinado evento  $C$  causa otro evento  $E$ , entonces, o bien  $C$  y  $E$  son simultáneos o bien  $C$  es anterior en el tiempo a  $E$ . La intuición anterior parece ir de la mano con la idea de que los eventos del futuro no tienen poder causal sobre los eventos del pasado. Sin embargo, si el viaje en el tiempo es posible, uno podría pensar que hay escenarios coherentes en los cuales los eventos del futuro pueden tener algún tipo de poder causal

<sup>8</sup>Agradezco a Alessandro Torza por señalarme que hay otros criterios, por ejemplo, dependencia causal. Sin embargo, para los propósitos de este trabajo creo que es suficiente hablar de similaridad con respecto a las leyes naturales.

sobre los eventos del pasado y, por tanto, estos eventos del futuro serían causa de eventos pasados.

Y si este tipo de escenarios son coherentes, también tendría sentido pensar en la posibilidad de *bucles causales*: pues un evento bien podría ser causa y efecto de sí mismo. La posibilidad de los bucles causales pone en apuros la posibilidad física y metafísica del viaje en el tiempo, puesto que tendríamos una paradoja: hay cosas que vienen de ningún lugar y eventos que son causa y efecto de sí mismos.

Consideremos el siguiente escenario. Supongamos que en el año 2052 Jonas ( $J_f$ ), quién es hijo de Mikkel, viaja al año 2019 para encontrarse con su yo del pasado ( $J_p$ ). Hasta aquí no hay nada especialmente extraño. Ahora imaginemos que  $J_f$  tiene una larga charla con  $J_p$  acerca de cómo construir una máquina del tiempo. Luego,  $J_p$  aprende cómo construir una máquina del tiempo en su juventud, pues su yo futuro,  $J_f$ , le dio toda la información acerca de la construcción de una máquina de tiempo. Este escenario nos hace pensar que  $J_f$  es la causa de que  $J_p$  sepa construir una máquina; pero si esto es el caso, la causa de que  $J_f$  sepa hacer una máquina es que  $J_p$  lo sabía ya. Esto es contraintuitivo, pues parece que no es claro de dónde viene la información sobre la construcción de la máquina del tiempo y en segundo lugar porque hay un círculo causal entre los eventos del pasado y el futuro.

El caso anterior, en sentido estricto, sugiere que si el viaje en el tiempo es posible, entonces, los bucles causales podrían ser posibles y podríamos tener información que no tiene una aparente causa u origen. Pero algunos sostienen que no puede haber tal cosa como un bucle causal o información sin causa u origen. De lo anterior se seguiría que el viaje en el tiempo no es posible. A este argumento Lewis responde diciendo que de hecho, puede haber bucles causales, pues no hay nada lógicamente incoherente en ellos. Él dirá que aunque quizá no podamos explicar la totalidad del bucle, las partes de él sí pueden ser explicadas.

Más extraño aún, si hay regresos causales locales -y sólo locales- también podría haber bucles causales: cadenas causales cerradas en las que algunos de los vínculos causales ocurren en la dirección normal y otros en la inversa. [...] Cada suceso en el bucle tiene una explicación causal, siendo causado por sucesos que están en algún lugar del bucle. Esto no significa que el rizo como un todo sea causado o explicable. Puede que no lo sea. Su carácter inexplicable es especialmente notable si se forma por el tipo de proceso causal que transmite información. (Lewis, 1976)

El argumento de Lewis, en defensa de lo anterior, correrá por analogía, pues él mencionará que, por ejemplo, podríamos pensar que eventos como el Big Bang no pueden ser explicados (en su totalidad) ni parecen ser causados. Sin embargo, parece que del hecho de que el Big Bang no pueda ser explicado o tener una causa, no se sigue que tales hechos brutos sean inconsistentes, incoherentes o paradójicos. Por esta misma razón, concluirá Lewis, el viaje en el tiempo es posible.

### 1.2.3.2. Paradoja: La Paradoja del Abuelo

De la posibilidad de que pudiera haber retrocausalidad o escenarios de bucles causales, alguien podría sugerir, tenemos cabida a casos paradójicos que pondrían en apuros la

posibilidad de viajar en el tiempo. Una de las paradojas que analiza Lewis es la famosa ‘paradoja del abuelo’. La idea general de esta paradoja es la siguiente. Supongamos que el viaje en el tiempo es posible. Supongamos además que en el 2019 Jonas, después de su charla con su yo del futuro, viaja a 1986 para matar a Urlich, su abuelo (antes de que Mikkel naciera). En principio, no hay nada demasiado extraño en la historia anterior. No obstante, parece que si Jonas mata a su abuelo, entonces, Mikkel no hubiera nacido y por ende Jonas tampoco existiría. Si él no existiera, entonces, no podría viajar al pasado para matar a su abuelo. Lo anterior indica que Jonas no puede matar a su abuelo. Por lo tanto, si el viaje en el tiempo es posible, entonces, tenemos una paradoja: Jonas puede y no puede matar a su abuelo. Esto último es, por supuesto, una contradicción lógica.

La solución de Lewis, para este caso, será decir que el razonamiento anterior incurre en una falacia. Esta falacia consiste en hacer un uso equivocado del término ‘*puede*’. Ciertamente, dirá Lewis, Jonas puede matar a su abuelo (esto es posible de acuerdo con un determinado conjunto de hechos que mantienen fijos sólo los eventos del pasado). Pero en otro sentido Jonas *no puede hacerlo*: pues hacerlo implicaría que él pudiera cambiar los eventos del pasado y esto, definitivamente, es imposible. El mundo contiene ya los hechos pasados y estos no pueden modificarse: el mundo contiene el hecho de que el abuelo de Jonas, Urlich, no fue asesinado antes de que naciera Mikkel, su padre.

Si Jonas viajara al pasado y matara a su abuelo, entonces, el mundo contendría el hecho de que su abuelo fue asesinado antes de que su padre naciera (y esto sería verdadero). Si lo anterior es el caso, entonces, sería verdadero que su abuelo fue asesinado antes del nacimiento de su padre y también sería verdadero que su abuelo no fue asesinado antes del nacimiento de mi padre. Esto es una contradicción. Sin embargo, el mundo no puede hacer verdaderos a ambos hechos. Por esta razón, dirá Lewis, no hay ni inconsistencia ni paradoja en el hecho de que Jonas pueda y no pueda matar a su abuelo: en un sentido él puede matar a su abuelo pero en otro (el que nos interesa aquí) no puede hacerlo. Lewis concluirá que, por tanto, el viaje en el tiempo es posible.

### **1.3. Viajeros Temporales Lewisianos**

Hasta aquí hemos visto en qué consiste un viaje temporal lewisiano y cuáles serían los presupuestos metafísicos detrás de éste modelo. Con ello, pude mostrar qué es lo que se demandaría de la estructura metafísica del mundo para dar lugar al viaje a través del tiempo. Para concluir este capítulo es necesario decir algo acerca de cuáles serían las condiciones suficientes y necesarias para que un objeto *X* sea considerado un viajero temporal lewisiano. Estas condiciones están fuertemente relacionadas con lo que he mencionado a lo largo de este texto.

A grandes rasgos, diremos que un objeto *X* es un viajero temporal lewisiano si y sólo si *X*:

1. La manera en la que *X* ordena los eventos con respecto a su tiempo personal es distinta de la manera en la que los eventos están ordenados en el tiempo externo. Además, la duración entre el punto de partida del viajero y el de su llegada con respecto al tiempo personal es distinta de la duración entre esos puntos con respecto al tiempo externo.

2.  $X$  es un gusano espacio-temporal que persiste perdurando, es decir, teniendo distintas partes temporales en todos los tiempos en los que existe y nunca una misma parte temporal en más de un tiempo. Para que  $X$  sea un viajero temporal lewisiano sus partes temporales deben estar conectadas causalmente a nivel del tiempo personal de  $X$ .
3. El hecho de que  $X$  viaje a un determinado tiempo, ya sea al pasado o al futuro, no implica que  $X$  pueda cambiar los hechos acerca de ese tiempo. Todo viaje temporal debe ser autoconsistente. Esto simplemente quiere decir que si yo fuera un viajero temporal y viajara a un momento del pasado en el que David Lewis está a punto de escribir *The Paradoxes of Time Travel*, yo no podré hacer nada que cambie el pasado, como por ejemplo impedir que comience a escribir el artículo: David Lewis ha escrito ya este texto y no hay nada que pueda cambiar ese hecho. Lo que ha ocurrido ha ocurrido así y no hay nada o nadie que pueda cambiarlo.

Si las tres condiciones anteriores son satisfechas, entonces, alguien podrá ser considerado un viajero temporal *à la* Lewis. Ahora bien, algo que debe llamar nuestra atención es que la segunda y la tercera condición no son, propiamente hablando, derivadas de la definición de viaje en el tiempo de Lewis que ofrecí en la primera sección de este capítulo. Recordemos que, en un sentido, la definición lewisiana de viaje en el tiempo sólo nos dice que éste involucra una discrepancia entre el tiempo externo y el personal. Esta discrepancia puede verse reflejada en la primera de las condiciones que enuncié arriba. Pero, como vimos, en la segunda sección, dos de los presupuestos de la metafísica lewisiana detrás del modelo lewisiano de viaje en el tiempo son: 1) perdurantismo y 2) causalidad. De esta manera, la segunda de las condiciones que enuncié para ser considerado un viajero temporal se sigue del trasfondo teórico de Lewis y la tercera puede entenderse como un corolario de lo que estamos asumiendo al aceptar el modelo de Lewis<sup>9</sup>.

## Conclusiones

A modo de resumen, para concluir este capítulo, hasta aquí he presentado con detalle en qué consiste el modelo de viaje en el tiempo de Lewis. De acuerdo con él, inevitablemente, el viaje en el tiempo involucra una discrepancia entre el tiempo personal y el tiempo externo. La manera en la que un viajero ordena los eventos al viajar en el tiempo es distinta de la manera en la que los eventos están ordenados con respecto al tiempo real, es decir, al tiempo externo. Además, la duración del viaje para el viajero es distinta de la duración entre el punto de llegada y el de salida en el tiempo externo. Con lo anterior, en la primera sección traté de motivar la idea de que podemos extraer una definición de viaje en el tiempo prometedora a partir de las intuiciones de Lewis.

Posteriormente, pasé a exponer los presupuestos metafísicos de la teoría lewisiana. Aquí me centré en ver cómo es que el mundo debería ser para que el viaje en el tiempo, de acuerdo con Lewis, sea posible. Además, abordé de manera muy superficial cómo es que Lewis trata una de las paradojas clásicas de viaje en el tiempo: la paradoja del abuelo.

---

<sup>9</sup>Agradezco a Alessandro Torza por hacerme notar este punto.



## **Viaje(ros) Temporal(es) à la Lewis y la Estructura Metafísica del Espacio-Tiempo**

Y esto fue importante al presentar uno de los elementos claves en el modelo lewisiano: la causalidad. También mencioné sin entrar en mucho detalle, pues en el tercer capítulo hablaré de esto con cuidado, la relación entre el problema de la persistencia y el viaje en el tiempo. Como indiqué, la posición de Lewis con respecto al problema de la persistencia es la perdurantista. Esta teoría sostiene que los objetos son gusanos espacio-temporales que persisten por tener partes temporales en distintos tiempos y nunca una misma parte en más de un tiempo.

En la tercera sección de este capítulo traté de mostrar las condiciones que un objeto debería satisfacer para contar como viajero temporal. Estas condiciones pueden derivarse de la noción de viaje temporal lewisiano y del trasfondo metafísico detrás de su modelo.

## Capítulo 2

# Viaje(ros) Temporal(es) *à la* Lewis y la Estructura Física del Espacio-Tiempo

### Introducción

En el capítulo anterior he expuesto en qué consiste el viaje temporal lewisiano y cuáles son los presupuestos metafísicos detrás del modelo de Lewis. Pero si el viaje en el tiempo es posible, tendrá que haber una estructura física que lo respalde. El objetivo de este capítulo, por ende, será ver qué tipo de estructura puede estar de fondo en la teoría de Lewis acerca de la posibilidad de viajar en el tiempo. En esta parte del texto revisaré dos estructuras espacio-temporales pre-relativistas con el objetivo de mostrar si podemos extraer algunas consecuencias interesantes para el debate acerca de la naturaleza del espacio-tiempo a partir de la posibilidad del viaje en el tiempo de acuerdo con Lewis. Argumentaré que sí hay consecuencias que pueden llamar nuestra atención.

Este capítulo estará dividido en seis secciones. En la primera de ellas hablaré de qué estructuras espacio-temporales necesitamos para poder hablar del espacio-tiempo newtoniano y galileano, que son las estructuras físicas espacio-temporales en las que me concentraré. Posteriormente, expondré dos experimentos clásicos a favor de la tesis sustantivista de la que hablé brevemente en el capítulo anterior. En la segunda sección voy a exponer de manera muy general en qué consiste el espacio-tiempo de Newton y el de Galileo. En la tercera sección mencionaré algunos de los argumentos leibnizianos en contra del sustantivismo para considerar la posibilidad de mundos impulsados y desplazados. Lo anterior me permitirá llegar al planteamiento de la cuarta y quinta sección, que consiste en ver cómo es que podríamos modelar el viaje en el tiempo lewisiano en mundos como los que mencioné. Esto, para ver a modo de conclusión en la última sección si podemos extraer consecuencias interesantes para el debate sobre la naturaleza del espacio-tiempo.

A grandes rasgos, la idea que quiero motivar es que al considerar la posibilidades de viajes temporales instantáneos, podremos distinguir entre el espacio-tiempo newtoniano y el galileano de una manera original. Esto es, por tanto, una consecuencia que valdrá la pena explorar con más detalle posteriormente.

## 2.1. Estructuras Físicas del Espacio-Tiempo

Hasta este momento sólo hemos visto algunos de los presupuestos metafísicos de la concepción del viaje en el tiempo según Lewis. También hemos visto qué es lo que él entiende por “viaje en el tiempo” y lo que algo debería satisfacer para ser considerado un viajero temporal. Pero para que las ideas anteriores tengan sentido, parece que debe haber una estructura espacio-temporal de fondo que posibilite el viaje en el tiempo de acuerdo con Lewis. Antes de presentar dos posibles estructuras físicas compatibles con el viaje temporal lewisiano, es necesario decir algo acerca de qué es lo que requerimos para hablar de tales estructuras. De esto me encargaré en esta sección. También presentaré dos experimentos clásicos para motivar la tesis sustantivista, que como mencioné en el capítulo anterior es uno de los presupuestos de la metafísica lewisiana y lo será también de las estructuras físicas de las que aquí me encargaré.

### 2.1.1. Estructuras Fundamentales

Para Newton el escenario en el que los cuerpos se mueven es un objeto que él denomina *espacio absoluto*. Las propiedades de este espacio son tres: 1) el espacio absoluto tiene la geometría de  $E^3$ , es decir, es un espacio Euclideo de tres dimensiones; 2)  $E^3$  es infinito en todas las direcciones; y 3) las figuras de  $E^3$  se gobiernan por los axiomas de la geometría euclidea (Maudlin, 2012). De igual manera, siguiendo a Maudlin, hay tres estructuras espacio-temporales fundamentales. Estas estructuras forman una jerarquía tal que cada una de ellas corresponde a uno de los instrumentos utilizados en la geometría: lápiz, regla y compás. La idea es poder definir la geometría que un espacio debe satisfacer para que cada uno de estos instrumentos pueda funcionar. A continuación explicaré en qué consiste cada una de estas estructuras.

La estructura más fundamental del espacio-tiempo es la *estructura topológica*. A grandes rasgos, este nivel de estructura es el que hará que la noción de “continuidad” tenga sentido. La segunda estructura en la jerarquía es la *estructura afín*. Prácticamente, esta estructura nos permitirá discernir entre líneas rectas y curvas, por lo que ésta es la estructura que nos permitirá diferenciar las trayectorias rectas de los objetos y las trayectorias curvas de los objetos a través del espacio-tiempo. La tercera y última estructura en la jerarquía es la *estructura métrica* del espacio-tiempo. Este nivel de estructura es la que nos permite dar cuenta de la distancia o longitud entre los puntos del espacio-tiempo.

Teniendo estas estructuras como las estructuras fundamentales, podemos hacer transformaciones. Hay tres tipos de transformaciones que pueden realizarse en las figuras del espacio euclideo. La primera de ellas es la *transformación topológica* y mediante ella transformamos líneas continuas en líneas continuas. La segunda de ellas es la *transformación afín*, que permite transformar líneas rectas en rectas y líneas curvas en curvas. Como señala Maudlin, si estiramos de manera uniforme el espacio tendremos una transformación afín incluso cuando con este estiramiento la distancia entre los puntos se modifique y las figuras circulares se deformen en elipses. Finalmente, una *isometría* es una asignación de un espacio a sí mismo que conserva las distancias. Esta clasificación de transformaciones nos sirve para ver la jerarquía de las estructuras fundamentales que mencioné anteriormente, pues nos ayuda a notar cómo es que todas las isometrías son transformaciones afines y todas las transformaciones afines son topológicas. La inversa no es el caso.

Con lo que he dicho hasta aquí, tenemos las herramientas suficientes para poder exponer en qué consiste el espacio-tiempo para Newton y Galileo. Sin embargo, antes de hacer esto, quiero motivar la discusión entre ambos espacios-tiempos con dos experimentos clásicos a favor del sustantivismo, que es una tesis fundamental para la teoría newtoniana y galileana acerca de la naturaleza del espacio-tiempo.

### 2.1.2. Dos Experimentos Clásicos a favor del Sustantivismo

En el capítulo anterior hablé de manera muy superficial acerca del debate entre sustantivismo y relacionismo. De acuerdo con la primer teoría, el espacio existe de manera independiente de los objetos que existen en éste. De acuerdo con la segunda teoría, el espacio no existe de manera independiente: sólo existen los objetos materiales y entre ellos hay distintas relaciones espacio-temporales. De esta manera, para el relacionista no hay ninguna estructura extra en la que los objetos estén ubicados, mientras que para el sustantivista sí (Dasgupta, 2015). Así, como señala Dasgupta, una diferencia sustancial entre estas dos teorías es que si bien para el relacionista las relaciones espaciales entre los objetos son fundamentales, para el sustantivista no: él pensará que aquellas relaciones se derivan de hechos acerca de en dónde están localizados los objetos en el espacio sustantivo.

La discusión anterior es importante para los fines de este capítulo ya que aquí he de presentar dos teorías acerca de la naturaleza física del espacio-tiempo. Ambas teorías asumen una posición sustantivista, razón por la cuál hay que revisar las motivaciones a esta teoría. Una manera clásica en la que esto suele hacerse es considerando dos experimentos bien conocidos. A continuación voy a exponer estos dos experimentos para mostrar cómo es que, con base en ellos, podemos tener argumentos a favor del sustantivismo. Presentar estos experimentos nos ayudará a motivar posteriormente la discusión entre la teoría newtoniana y galileana acerca del espacio-tiempo.

#### 2.1.2.1. El Experimento de la Cubeta

Tomemos una cubeta de agua amarrada con una cuerda torcida. De manera obvia, en este momento del experimento podremos observar que tanto el agua como la cubeta se encuentran en estado de reposo y la superficie del agua es plana. Posteriormente la cuerda empieza a desenroscarse y naturalmente la cubeta empieza a girar, por lo que podemos observar que la cubeta rota mientras el agua permanece en reposo. Diremos, en esta etapa del experimento, que entonces hay cierto movimiento relativo: la cubeta se mueve en relación al agua y ésta permanece en reposo con respecto a la cubeta. La superficie del agua en este punto sigue siendo plana. En la tercer etapa de nuestro experimento, tanto el agua como la cubeta giran y por ello se encuentran en el mismo estado de movimiento. En esta etapa no hay movimiento relativo; pero podemos empezar a observar cómo la superficie del agua comienza a hacerse cóncava.

Una de las preguntas que tenemos que hacernos considerando el experimento anterior es la siguiente: ¿qué explica que en la tercer etapa del experimento el agua se haga cóncava? Esto es, tenemos un fenómeno mecánico que es el del experimento de la cubeta. De este fenómeno, un hecho observable es que la superficie del agua pasa de ser plana a ser cóncava. Así que debemos indagar qué es lo que explica o fundamenta este fenómeno.

Un relacionista tiene por lo menos dos respuestas. La primera es decir que la concavidad del agua se explica en términos de cierto movimiento relativo: la superficie del agua es cóncava porque el agua está en movimiento con respecto a la cubeta. Pero esta solución no puede ser satisfactoria pues ya había una etapa en el experimento, la segunda, en la que teníamos un movimiento relativo y la superficie del agua era plana. Así que la concavidad de la superficie del agua no puede explicarse, siendo un relacionista, en términos de los movimientos relativos de las partes de los objetos de nuestro experimento. Otra posible solución relacionista sería la de sostener que la concavidad de la superficie del agua se debe a que las partes del agua y la cubeta se encuentran en el mismo estado de movimiento. De nuevo, esta respuesta no puede ser satisfactoria, pues en la etapa inicial de nuestro experimento teníamos el mismo estado de movimiento (reposo) y en este momento la superficie del agua era cóncava. Recordemos que el relacionista únicamente cuenta con objetos y relaciones espaciales entre ellos, para poder explicar la concavidad de la superficie del agua. Y estos recursos no son suficientes, como he señalado, para explicar lo que queremos. Así que debemos buscar otra alternativa.

Un sustantivista cree que existe algo como un espacio independiente de los objetos que lo ocupan. Esta creencia puede servirle al sustantivista como recurso extra para explicar la concavidad del agua en la última etapa de nuestro experimento: el espacio sustantivo. Newton, al ser sustantivista, sostiene que la superficie del agua cóncava se explica en virtud de que el agua gira y las rotaciones son aceleraciones con respecto al espacio absoluto. Como podemos notar, entonces, esta solución nos ofrece un argumento a favor del sustantivismo.

Ahora bien, para ver la relación que hay entre este experimento y las estructuras físicas fundamentales del espacio, recordemos que una de éstas es la estructura afín. Este tipo de estructura es la que nos permite distinguir entre líneas rectas que corresponden al reposo absoluto, líneas rectas inclinadas que corresponden a movimientos uniformemente acelerados y líneas curvas que corresponden a aceleraciones. Como dije, la respuesta de Newton para la pregunta de qué explica que la superficie del agua se haga cóncava es apelando al movimiento relativo del agua con respecto al espacio absoluto. Pero aunque ésta sea una buena respuesta debe notarse que lo es en tanto que el espacio absoluto o sustantivo nos da cierta estructura que nos permite distinguir, mediante la estructura afín, las líneas rectas de las curvas. Entonces, cuando el agua se hace cóncava por estar girando, la estructura del espacio nos permite decir que ésta está acelerando y, por ende, que su trayectoria es curva. La rotación, por ende, al ser una aceleración muestra una trayectoria distinta que la de otros movimientos (como reposo y velocidad).

### 2.1.2.2. El Experimento de las Esferas

Si bien el experimento de la cubeta de Newton es uno de los más conocidos en defensa de la tesis del sustantivista, vale la pena exponer brevemente otro experimento. Éste es el experimento de las esferas giratorias (Maudlin, 2012) y, a diferencia del de la cubeta, más que ser un experimento empírico el caso de las esferas giratorias apelará a la concebibilidad para argumentar a favor del sustantivismo.

El experimento mental es el siguiente. Imaginemos que en un espacio tenemos dos esferas unidas por un hilo. Lo único que hay en este espacio es el par de esferas, el hilo y nada más. Las esferas comienzan a rotar y uno puede saber que esto es así por la tensión

del hilo. Si las esferas estuvieran en reposo, el hilo estaría flojo. Así como en el caso de la cubeta, tenemos un fenómeno mecánico (la rotación de las esferas) y un hecho observable que surge a raíz de él y requiere ser explicado: la tensión del hilo.

Si somos relacionistas, una manera natural de explicar la tensión del hilo es diciendo que el hilo se tensa porque el sistema está girando (Maudlin 2012). Pero como ya dije en el caso de la cubeta, girar es un tipo de movimiento, así que debemos preguntarnos en relación con qué es que las esferas giran. El relacionista puede insistir en que las esferas giran en relación a la otra, es decir, que las partes de una de las esferas se mueven en relación a las partes de la otra. Pero la distancia entre las esferas siempre será la misma, por lo que una explicación relacionista de este tipo no podría distinguir las esferas en reposo de las esferas en rotación: siempre habrá la misma distancia entre ellas.

El sustantivista tiene otra estrategia para explicar la tensión del hilo. Igual que en el caso de la cubeta, el sustantivista puede decirnos que si bien la rotación no es un fenómeno que se dé en relación a las esferas mismas y sus partes, éste sí puede ser un movimiento relativo, pero al espacio-tiempo. el sistema entero gira en relación al espacio y la rotación es un movimiento distinto del reposo o de alguna velocidad: éste tendrá la trayectoria de una curva. Sabemos que esto es así porque el espacio mismo tiene una estructura afín que nos permite hacer tal distinción.

## 2.2. Espacio-Tiempo Pre-Relativista

Hasta aquí he expuesto en qué consisten las estructuras fundamentales del espacio-tiempo y he motivado, con dos experimentos (uno empírico y uno concebible) la tesis de que el espacio y el tiempo existen de manera independiente de los objetos que se localizan en el espacio-tiempo. Dos teorías físicas pre-relativistas compatibles con la tesis del sustantivismo son la teoría newtoniana y la galileana. En esta sección veremos en qué consiste cada una de estas estructuras espacio-temporales. Una vez que haya hecho esto pasaré a ver cómo es que el viaje temporal lewisiano puede modelarse en ambas estructuras.

### 2.2.1. Espacio y Tiempo Newtoniano

Para entender la teoría newtoniana acerca de la naturaleza del espacio y el tiempo es necesario comenzar postulando la existencia del *espacio absoluto* y del *tiempo absoluto*. Como ya había mencionado, el espacio absoluto tiene la estructura geométrica de  $E^3$ . Para Newton, el espacio absoluto es una colección de puntos espaciales y, lo que será muy importante, cada uno de estos puntos espaciales *persiste endureando* (estando totalmente presentes en cada tiempo). Y este aspecto es de vital importancia pues gracias a esto podemos definir en términos newtonianos un tipo de movimiento: el *reposo absoluto*. Gracias a que los puntos del espacio persisten a través del tiempo, decimos que un objeto se encuentra en reposo absoluto si y sólo si éste ocupa exactamente los mismos puntos del espacio absoluto. El movimiento anterior se puede ilustrar en un diagrama espacio-temporal como una trayectoria en línea recta.

Otro tipo de movimiento absoluto es la *velocidad absoluta*. La manera de definir este movimiento es algo similar a la del reposo absoluto. La idea, básicamente, consistió en entender la velocidad absoluta de un objeto en términos de éste recorre la misma distancia

en la misma cantidad de tiempo. Esto nos dará una trayectoria de línea recta pero inclinada con respecto a la trayectoria de los cuerpos en reposo absoluto. Entonces, hasta el momento, tenemos dos tipos de movimientos absolutos: el reposo y la velocidad. Ambos movimientos cobran sentido sólo si presuponemos el espacio y el tiempo absoluto además de la persistencia de los puntos del espacio a través del tiempo.

Como dije arriba, son tres las estructuras geométricas del espacio: la estructura topológica, la afín y la métrica. Pero si las leyes de la mecánica newtoniana presuponen el espacio absoluto y, por otro lado el tiempo absoluto, entonces, parece preciso preguntarnos cuál sería la geometría del tiempo absoluto. Básicamente, para Newton el tiempo es unidimensional. Además, tiene una estructura topológica que es la que nos permite dar cuenta del orden temporal y una estructura métrica que prácticamente nos dice que entre cualesquiera dos instantes de tiempo hay una cantidad de tiempo absoluto que transcurre. Como señala Maudlin, no tiene sentido preguntarse si el tiempo tiene una estructura afín, pues recordemos que ésta es la que nos permite distinguir líneas rectas y curvas.

Entonces, hasta el momento tenemos que para poder enunciar la primera ley de Newton requerimos 1) una estructura topológica, afín y métrica del espacio absoluto que es tridimensional; 2) el tiempo absoluto, que es unidimensional, tiene una estructura topológica y métrica; y 3) las partes o puntos individuales del espacio persisten endurendo a través del tiempo. Con esto, prácticamente, podemos decir cuál sería la naturaleza del espacio y el tiempo newtoniano. A modo de ilustración podemos ver el espacio-tiempo newtoniano como una colección de rebanadas espaciales ordenadas una sobre otra. Cada una de estas rebanadas es un conjunto de puntos espaciales que persiste endurendo. El orden impuesto en esta estructura está dado por la estructura topológica del tiempo absoluto y el tiempo transcurrido entre cada una de estas rebanadas estará dado por la estructura métrica del tiempo absoluto.

Formalmente, la estructura intrínseca del espacio y tiempo newtoniano es (Balashov, 2010):

(1) Entre cualesquiera dos puntos  $p$  y  $q$  hay una distancia espacial *euclídeana* definida como:

$$\Delta r(p, q) =_{def} \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$$

(2) Entre cualesquiera dos puntos  $p$  y  $q$  un intervalo temporal definido por:

$$\Delta t(p, q) =_{def} t_2 - t_1$$

en donde  $x_1, y_1, z_1, t_1$  son coordenadas para el punto  $p$  y  $x_2, y_2, z_2, t_2$  son las coordenadas para el punto  $q$  en un sistema de coordenadas asociado a un marco de referencia.

Uno de los problemas de la posición newtoniana es que ésta postula estructura física redundante. Pero, ¿en qué sentido? Básicamente la teoría de Newton requiere que los puntos del espacio absoluto persistan, pues gracias a este hecho es que podemos definir el reposo absoluto. Además, Newton distingue entre el reposo absoluto y el movimiento

uniforme que es un tipo de velocidad absoluta. Pero el problema es que nosotros no podemos percibir con los sentidos la persistencia de los puntos del espacio absoluto y, como consecuencia, no podemos percibir empíricamente la diferencia entre reposo absoluto y velocidad absoluta. Newton está de acuerdo en esto, y el experimento de la cubeta y el de las esferas justamente son utilizados para mostrar que lo único que podemos observar son las posiciones y movimientos relativos. No obstante, como indiqué, a pesar de esto Newton propone el experimento de la cubeta para dar evidencia empírica a favor del espacio absoluto y con ello los movimientos absolutos. La manera en la que Newton explica la concavidad del agua es en términos de la aceleración absoluta y ésta es entendida, a su vez, en términos algo más fuerte: posiciones absolutas.

El problema, *grosso modo*, de la teoría newtoniana entonces consiste en que para poder explicar fenómenos observables requerimos apelar a estructuras físicas que no son observables y a fenómenos mecánicos que no pueden distinguirse empíricamente. En otras palabras: las leyes de Newton se expresan en términos o nociones absolutas que no son empíricamente observables (Maudlin, 2012; Blashov, 2010; Dasgupta, 2015). Lo único que podemos observar directamente son los movimientos y posiciones relativas de los objetos. Así que, si lo anterior es el caso, parece que no es claro en qué sentido la aceptación del espacio y tiempo absoluto y de los movimientos absolutos son relevantes para la ciencia empírica.

Como ya dije, aunque Newton ofrece el experimento de la cubeta para dar soporte empírico a favor de la existencia del espacio y tiempo absoluto, podríamos preguntarnos si habría otra forma de poder explicar los mismos fenómenos que podemos explicar con la mecánica newtoniana sin aquella estructura física redundante. Esto es: ¿sería posible explicar fenómenos mecánicos sin apelar a nociones absolutas? Afortunadamente hay manera de hacerlo mediante la teoría de Galileo que asume un sustantivismo, aunque más débil que el de Newton<sup>1</sup>. A continuación veremos cómo es que con la teoría galileana podemos quedarnos con la noción absoluta del espacio-tiempo y la aceleración absoluta pero sin requerir hacer una distinción entre reposo y velocidad absoluta.

### 2.2.2. Espacio-Tiempo Galileano

Si bien recordamos, dentro de la teoría de Newton podemos distinguir dos tipos de movimiento: el reposo y el movimiento uniforme. La tesis de que todo experimento que se lleve a cabo en cualquiera de estos dos movimientos arrojará los mismos resultados observables es lo que se conoce como *relatividad galileana* (Maudlin, 2012). Para ilustrar esta idea, podemos pensar en el experimento de los barcos que Galileo propone.

Tomemos dos barcos: uno que está en reposo y el otro en movimiento uniforme. En ambos barcos se lleva a cabo un experimento: arrojamos una pelota al aire, por ejemplo. La idea de Galileo es que los resultados que se obtendrán en los barcos serán indiscernibles, pues lo único que podemos observar directamente son las posiciones y movimientos relativos entre los cuerpos. De esta manera, entonces, no es posible distinguir empíricamente entre los movimientos en cuestión: reposo y movimiento uniforme. Ahora bien, si el barco acelerará o girará, esto sí sería empíricamente detectable. Como he venido diciendo, entonces, la cuestión es cómo sería posible eliminar las velocidades absolutas pero quedarnos con las aceleraciones absolutas. La estrategia de Galileo es la siguiente.

---

<sup>1</sup> Agradezco a Alessandro Torza por hacerme notar este punto.



Mientras que para Newton la propuesta de un espacio absoluto por un lado y la del tiempo absoluto por otro lado es necesaria, con Galileo no se requiere postular dos entidades distintas. Galileo propone que el espacio y el tiempo no deberían considerarse como dos entes distintos; él rechaza esta ontología y la sustituye con una nueva: el espacio-tiempo galileano (Maudlin, 2012). De acuerdo con Galileo un *evento* es un lugar en el espacio en un determinado tiempo. De esta manera, un evento corresponde a un único punto en el espacio-tiempo. Ya que he dicho qué es un evento, falta ver cuál sería la estructura geométrica del espacio-tiempo, como señala Maudlin.

Comencemos con la estructura métrica del espacio-tiempo galileano. Con base en esta estructura podremos decir que hay una cierta cantidad de tiempo transcurrido entre un evento y otro. Dada la métrica del espacio-tiempo podemos seccionar de manera objetiva los conjuntos de eventos que existen en el mismo tiempo. A estos conjuntos de eventos los llamaremos *hiperplanos de simultaneidad*. Y el conjunto de estos hiperplanos de simultaneidad es lo que tomaremos como la foliación espacio-temporal. Gracias a la estructura métrica del espacio-tiempo, podemos decir que entre cualesquiera dos eventos hay un hecho objetivo acerca de cuál de estos eventos ocurre antes que el otro o si estos ocurren al mismo tiempo.

Como queremos rechazar la idea de que los puntos del espacio persisten endureciendo, habrá que definir en cada rebanada la estructura geométrica de ésta. Asumiremos que cada una de estas rebanadas tendrá la geometría de  $E^3$ . Hasta aquí hemos visto cuáles serían dos elementos fundamentales para poder eliminar de nuestra estructura espacio-temporal la persistencia de puntos. Pero como he señalado, hay otras estructuras espacio-temporales que requerimos para poder formular las leyes mecánicas de Newton sin apelar a la persistencia de los puntos individuales del espacio.

La estructura galileana del espacio-tiempo cuenta con una estructura topológica. Esta estructura es la que nos permitirá identificar las líneas continuas: nos mostrará qué conjunto de eventos integran una trayectoria continua. Y la estructura afín nos indicará cuáles de éstas trayectorias continuas corresponden a líneas rectas y cuáles a líneas curvas. Y esto es importante, pues para Galileo no será necesario distinguir entre rectas que corresponden al reposo y rectas que corresponden al movimiento uniforme. Con este detalle podemos sustituir la persistencia de puntos individuales: lo único que necesitamos es distinguir curvas y rectas. El conjunto de líneas rectas es lo que tomaremos en el espacio-tiempo galileano a una *estructura inercial*. De esta manera, entonces, podemos eliminar de nuestra estructura espacio-temporal la noción de velocidad absoluta.

De manera formal, y tomando en cuenta lo que he dicho hasta ahora, podemos representar el espacio-tiempo galileano de la siguiente manera (Balashov, 2010):

- (1) Entre cualesquiera dos puntos  $p$  y  $q$  hay un intervalo temporal definido:

$$\Delta t(p, q)$$

- (2) Si  $p$  y  $q$  son simultáneos ( $\Delta t(p, q) = 0$ ), entonces, hay una distancia espacial definida entre tales puntos:

$$\Delta r(p, q)$$

(3) Para cualquier línea en el espacio-tiempo, hay un hecho acerca de si ésta es recta o curva.

En el espacio-tiempo newtoniano teníamos por un lado el espacio absoluto y por otro lado el tiempo absoluto. Los puntos del espacio persisten en Newton y, por ello, tenía sentido hacerse preguntas acerca de la distancia entre dos puntos en distintos tiempos. Pero en Galileo preguntas como la anterior no tienen sentido: sólo podemos tener hechos objetivos acerca de las distancias espaciales entre dos puntos que sean simultáneos. Gracias a este punto es que podemos eliminar la idea de la velocidad absoluta y quedarnos con la velocidad relativa a un marco de referencia.

### 2.3. Argumentos Leibnizianos a favor del Relacionismo

A modo de síntesis, en las secciones anteriores he expuesto las estructuras básicas del espacio-tiempo y he motivado la discusión acerca de si el espacio-tiempo existe de manera independiente por medio de dos experimentos: el de la cubeta y el de las esferas. También he expuesto de manera muy general en qué consisten dos teorías pre-relativistas: la newtoniana y la galileana. Tanto para Newton como para Galileo tenemos un espacio absoluto y un tiempo absoluto que existe de manera independiente, por lo que es preciso considerar sus teorías sustantivistas; aunque cabe resaltar que el sustantivismo de Galileo es más débil, pues no requiere de la persistencia de puntos individuales del espacio a través del tiempo y, por ende, no necesita apelar a la distinción entre reposo absoluto y movimiento uniformemente acelerado. La estructura física del espacio y el tiempo nos permitirá dar cuenta de hechos observables como las rotaciones (que son aceleraciones). Sin embargo, una de las diferencias sustanciales entre ambas teorías es que mientras para Newton hay una diferencia entre reposo absoluto y movimiento uniforme que empíricamente no es distinguible, para Galileo no existe. Como he dicho, las posiciones de ambos son sustantivistas en el sentido señalado, pues asumen una estructura espacio-temporal independiente de los objetos que existen en ella. Con los experimentos de la cubeta y de las esferas se dieron argumentos a favor de lo anterior.

El objetivo de esta sección es mostrar la otra parte de la discusión: los argumentos relacionistas contra el espacio sustantivo. La estructura de estos argumentos leibnizianos básicamente consiste en mostrar que la tesis del sustantivista implica una proliferación de posibilidades, lo cual es problemático (Dasgupta, 2015). A continuación expondré con un poco más a detalle lo anterior tomando la posibilidad de mundos desplazados e impulsados para ver por qué el relacionista cree que el sustantivismo es problemático.

#### 2.3.1. Identidad de los Indiscernibles

El principio de identidad de los indiscernibles (PII) sostiene que si dos objetos comparten las mismas propiedades, entonces, son idénticos. Leibniz utiliza este principio para ofrecer un argumento contra el sustantivismo. La estructura del argumento es la siguiente (Maudlin, 2012; Dasgupta, 2015; Wuthrich, 2010; Macías-Bustos MS, 2017). Supongamos que el sustantivismo es el caso. De acuerdo con el sustantivismo podríamos imaginarnos mundos posibles en los que la materia que ocupa el espacio-tiempo se encuentre

desplazada o impulsada con respecto a este mundo. En estos mundos posibles las distancias entre los objetos es la misma que las distancias entre los objetos de nuestros mundos: mismas distancias relativas. El sustantivista diría que estos mundos deberían ser mundos distintos al nuestro. Pero estos mundos son indiscernibles al nuestro en el sentido de que comparten las mismas propiedades genuinas con éste: tenemos las mismas posiciones y movimientos relativos entre los objetos. Así que, por PII, tenemos que inferir que aquellos mundos son idénticos al nuestro respectivamente. Lo anterior implica una contradicción y, por tanto, el sustantivismo no puede ser el caso.

### 2.3.2. Dos Experimentos Mentales: Mundos Desplazados y Mundos Impulsados

Básicamente, la idea general que Leibniz quiere defender es la del argumento anterior. Como puede verse he mencionado la posibilidad de mundos desplazados e impulsados para motivar el argumento. A continuación explicaré con más claridad en qué consisten estos mundos como experimentos mentales. La estrategia será aplicar el argumento que he presentado aquí pero con las propiedades relevantes en cada caso: posiciones y velocidades relativas.

#### 2.3.2.1. Mundos Desplazados y Posiciones Relativas

Consideremos a  $w_d$ , un mundo muy similar a  $w_@$ , el mundo actual. Lo único en lo que  $w_d$  y  $w_@$  difieren es que en  $w_d$  toda la materia del universo está desplazada 3 metros a la derecha pero las posiciones y distancias relativas entre los objetos son las mismas. Un relacionista nos diría que estos dos mundos,  $w_d$  y  $w_@$  son idénticos, pues recordemos que para él las relaciones entre los objetos son las relevantes. Pero un sustantivista nos dirá que estos dos mundos son distintos: en  $w_@$  la materia está distribuida en distintos puntos del espacio con respecto a la distribución de materia en  $w_d$ . Si como nos dice el sustantivista entonces  $w_d$  y  $w_@$  son mundos distintos y el PII es correcto, entonces, ambos mundos deberían ser discernibles. Pero, de hecho, empíricamente no podemos discernir estos dos mundos, pues lo único que podemos observar son las posiciones y distancias relativas. Así que el sustantivismo no es coherente.

#### 2.3.2.2. Mundos Impulsados y Velocidades Relativas

Ahora consideremos otra posibilidad: la posibilidad de un mundo impulsado. De nuevo, supongamos que tenemos un mundo  $w_i$  que es muy parecido a este mundo  $w_@$ . La única diferencia ahora será en que en  $w_i$  la velocidad de los objetos es modificada, pero las distancias y movimientos relativos entre los objetos no es alterada. En  $w_@$  la velocidad de los objetos de todo el universo, supongamos, es de 10 metros por hora; en  $w_i$  la velocidad de los objetos es de 20 metros por hora. De nuevo, la misma estrategia. El sustantivista nos dirá que estos mundos son distintos, pues la materia en  $w_i$  tiene una velocidad distinta a la de  $w_@$ , lo cuál quiere decir que la materia ocupa recorre cantidades distintas en el mismo tiempo. Pero si los mundos son distintos, deberíamos poder distinguirlos, lo cuál no puede ser posible: pues la materia mantiene las mismas posiciones y movimientos relativos en ambos casos y esto es lo que podemos detectar. Así que si lo anterior es el caso y el PII es correcto, podemos concluir que el sustantivismo no es el caso.

### 2.4. Espacio-Tiempo y Viaje(ros) Temporal(es)

A modo de resumen, en el capítulo anterior hemos visto cuáles serían las condiciones de posibilidad del viaje en el tiempo y qué es lo que cualquier objeto debería satisfacer para ser considerado un viajero temporal. Además, en el capítulo anterior, he mostrado cuáles son los presupuestos metafísicos del viaje en el tiempo lewisiano. Esto último es importante pues, si el viaje en el tiempo es posible, debe haber una estructura metafísica de fondo que lo sustente. Pero también debe haber una estructura física espacio-temporal que lo respalde, y de este punto me estoy cargando en este capítulo. Hasta aquí he presentado dos posiciones pre-relativistas compatibles con el viaje temporal de acuerdo con Lewis. De esta conexión hablaré a continuación.

El objetivo de esta sección será mostrar cómo es que podemos modelar el viaje temporal lewisiano en un mundo newtoniano y en uno galileano. La idea es ver si habría alguna consecuencia filosófica interesante a partir de introducir la teoría lewisiana de viaje en el tiempo dentro del debate acerca de la naturaleza física del espacio-tiempo. Trataré de motivar la idea de que sí hay consecuencias interesantes. Básicamente, intentaré motivar, con algunos experimentos mentales, que en un mundo newtoniano con viaje en el tiempo aquellas diferencias empíricas (velocidades y posiciones absolutas) que no eran detectables se vuelven detectables para el viajero temporal en mundos exóticos.

Antes de presentar los experimentos mentales con los que trabajaré en esta sección, considero que es preciso exponer cómo es que las trayectorias de los viajeros temporales se pueden describir de acuerdo con Lewis. Recordemos que los objetos son para él gusanos espacio-temporales compuestos de partes temporales. La manera en la que los objetos persisten es perdurando: teniendo distintas partes temporales en todos los tiempos en los que existe y nunca una *misma* parte temporal en más de un tiempo. Ahora bien, en el caso de los viajes a través del tiempo, la persistencia lewisiana deberá ser entendida, tanto para espacios-tiempos newtonianos como galileanos, de la siguiente manera. Si un objeto  $O$  persiste, entonces,  $O$  persiste por tener partes propias tales que éstas existen en distintos hiperplanos de simultaneidad (aunque nunca más de una parte en un mismo hiperplano de simultaneidad) y ellas traslapan todo lo que ocupa el objeto  $O$  en ese hiperplano<sup>2</sup>.

Asumiendo lo anterior, entonces, hay por lo menos tres formas en las que podemos ver cómo se vería un viaje temporal, de acuerdo con Lewis (1986):

[La trayectoria de] Un viajero en el tiempo, como cualquiera, es una línea a través del el espacio-tiempo, un todo compuesto de estadios situado en varios tiempos y lugares. Pero no es una línea como las demás. Si viaja al pasado es una línea en zig-zag, que se dobla sobre sí misma. Si viaja al futuro, es una línea que se extiende. Y si viaja instantáneamente en cualquier dirección, de forma que no hay estadios intermedios entre el estadio que parte y el estadio que llega y su viaje tiene una duración igual a cero, entonces será una línea discontinua.

La idea es sencilla. Si yo fuera un viajero temporal que viaja al pasado, la trayectoria de mi gusano espacio-temporal se vería como un zig-zag que se dobla sobre sí y continúa existiendo. Si viajara al pasado a hablar con mi yo del pasado, en ese tiempo habría dos

---

<sup>2</sup>Más adelante dirá algo más sobre este punto.

de mis partes temporales distintas interactuando. Si viajara a un tiempo muy muy atrás, antes de mi nacimiento, por ejemplo, mi gusano espacio-temporal se extendería de modo que en el tiempo al que llegaría sólo tendría una parte temporal en el tiempo externo. Pero si yo voy al futuro, la trayectoria de mi gusano espacio-temporal se extendería de modo que cuando llegue al tiempo en el futuro al que quiero ir de acuerdo con el tiempo externo habrían pasado, por ejemplo, cien años en el futuro y de acuerdo con mi tiempo personal, digamos, cinco minutos. Ir a un momento en el que ya no existo quizá no es posible: si lo fuera, yo tendría una parte temporal ahí y por ende existiría. Esto parece contradictorio: no puedo existir y no existir al mismo tiempo<sup>3</sup>. Pero puedo viajar al futuro, no tan lejos, a encontrarme con mi yo futuro. Igualmente, en un caso así habría dos partes temporales que difieren en relación con el tiempo personal, que conviven en el mismo tiempo externo.

Pero el caso que me parece interesante es el tercero: el caso en el que el viaje temporal, ya sea al pasado o al futuro, es instantáneo. La duración de este viaje sería cero: entro a mi máquina de tiempo y de manera instantánea aparezco ya sea en el pasado o ya sea en el futuro. La trayectoria de mi gusano espacio-temporal se vería como una línea que se rompe al iniciar mi viaje y continua su trayectoria en otro tiempo, en el pasado o futuro. Si bien con respecto al tiempo externo mi gusano espacio-temporal sería discontinuo, pues no habría partes temporales en algunos momentos, con respecto a mi tiempo personal mi gusano espacio-temporal sería continuo. Cuando llegue al punto en el espacio-tiempo al que quiero viajar, de manera instantánea, mi estadio temporal será continuo con el estadio que salió. Supongamos que viajo instantáneamente al momento en el que estoy defendiendo esta tesis. Cuando llegue a ese momento, podré ver a mi parte temporal futura exponiendo este trabajo. La parte temporal que salió de la máquina y luego llegó a ese momento es continua en el tiempo personal con la que estará viendo mi defensa. Ahora bien, si yo viajara instantáneamente a un momento en el que no tengo partes temporales en el tiempo externo, podría seguir siendo continua con base en el tiempo personal con la parte con la que llegue a donde esta parte va.

Ya que he mencionado cómo es que podríamos visualizar la trayectoria de los viajeros temporales en distintos casos, a continuación presentaré un experimento mental que iré modificando para lograr los objetivos de esta sección: mostrar que hay consecuencias para el debate sobre la naturaleza del espacio-tiempo si modelamos el viaje lewisiano en dos estructuras pre-relativistas.

### 2.4.1. Viaje en el Tiempo, Espacio-Tiempo y Gusanos Discontinuos

Jonas es un viajero temporal. Su vida comienza en el año 1999 y vive feliz y de manera continua, como cualquier persona, hasta el año 2019: en cada instante de tiempo entre el 1999 al 2019 Jonas tiene una parte temporal y cada una de esas partes están conectadas causalmente. En el año 2019 Jonas descubre, gracias a su yo del futuro, una manera de viajar al tiempo y él decide emprender su viaje al año 2052 para ver cómo es el mundo en aquella época. El tipo de viaje que Jonas hace es instantáneo, por lo que la trayectoria de su gusano espacio-temporal es discontinua<sup>4</sup>. Pero Jonas se encuentra con otro viajero

---

<sup>3</sup>Este punto se me hace interesante y creo que valdría la pena ser explorado con más cuidado. Lo que he dicho ahora no lo tengo del todo claro y me gustaría que se entendería como una simple idea que en algún trabajo posterior me permitiré desarrollar con más cuidado.

<sup>4</sup>Es importante tener muy presente la caracterización lewisiana del viaje en el tiempo, pues ésta nos ayudará a ver que si bien el gusano de Jonas no es continuo a nivel del tiempo externo, sí lo será al nivel

## **Espacio-Tiempo y Viaje(ros) Temporal(es)**

---

temporal: Noah, quien le advierte que en el año 2053 él lo asesinará. La idea de ser asesinado por Noah le asusta a Jonas y decide regresar al 2020, un año después de emprender su viaje. Jonas decide continuar su vida sin viajar más a través del tiempo hasta que en el 2053 muere justo como Noah advirtió. Por cuestiones de claridad, podemos considerar el siguiente conjunto de eventos:

### **Eventos:**

Nacimiento de Jonas.

Jonas viaja del 2019 al 2052.

Jonas aterriza al año 2052.

Jonas se entera de que él será asesinado por Noah en el 2053.

Jonas viaja del 2052 al 2020.

Jonas aterriza al año 2020.

Muerte de Jonas.

Este caso que he presentado parece consistente y parece también ser un caso claro de viaje en el tiempo que involucra a Jonas como viajero temporal. Para asegurarnos de esto veamos cómo se vería este caso a la luz de la definición lewisiana de viaje y viajeros temporales. Si el caso de Jonas es un caso de viaje en el tiempo, entonces, debe haber una discrepancia entre la manera en la que los eventos están ordenados en el tiempo externo y la manera en la que los eventos están ordenados con respecto al tiempo personal de Jonas. Para ver si esta discrepancia es real, veamos cómo se verían ordenados los eventos en cada uno de estos tiempos:

### **Orden de los eventos de acuerdo al tiempo externo:**

Año 1999: Nacimiento de Jonas.

Año 2019: Jonas viaja del 2019 al 2052.

Año 2020: Jonas aterriza al año 2020.

Año 2052: Jonas aterriza al año 2052. Jonas se entera de que él será asesinado por Noah en el 2053. Jonas viaja del 2052 al 2020.

Año 2053: Muerte de Jonas.

El orden anterior es el orden impuesto por el tiempo externo. Pero este orden difiere del orden en el que Jonas, como viajero, ordena sus experiencias:

### **Orden según el tiempo personal:**

Año 2099: Nacimiento de Jonas.

Año 2019: Jonas viaja del 2019 al 2052.

Año 2052: Jonas aterriza al año 2052. Jonas se entera de que él será asesinado por Noah. Jonas viaja del 2052 al 2020.

Año 2020: Jonas aterriza al año 2020.

Año 2053: Muerte de Jonas.

---

del tiempo personal: el orden en el que Jonas acomodará sus experiencias como un viajero será de manera continua.

En virtud de la discrepancia anterior, podemos inferir que nuestro escenario es un caso consistente de viaje en el tiempo. Recordemos que la discrepancia entre la manera de acomodar los eventos en el tiempo externo y el personal era una de las condiciones que necesitamos satisfacer para el viaje temporal lewisiano. Ahora falta ver si Jonas satisface las otras dos condiciones que Lewis establece para contar como viajero.

Para que Jonas sea un viajero temporal, él debe ser un gusano espacio-temporal cuyas partes temporales estén conectadas causalmente en el tiempo personal. Considerando el orden en el que establecimos las experiencias en el tiempo personal de Jonas, parece que él es continuo. Como ya decía, el único sentido en el que, siguiendo nuestro ejemplo, el gusano de Jonas no es continuo es con respecto al tiempo externo: en el intervalo de tiempo del 2019 al 2020 Jonas carece de partes temporales en el tiempo objetivo. Pero esto es irrelevante, pues la continuidad que necesitamos aquí es en términos del tiempo personal de Jonas. Y en este sentido, no importa en dónde estén las partes temporales de Jonas, las experiencias de él tendrán un orden lineal y esto es lo que necesitamos para que haya continuidad. Así que por lo anterior Jonas es continuo y cuenta como viajero temporal en virtud de que sus partes temporales en el tiempo personal están conectadas causalmente.

Finalmente, en nuestro caso, parece que Jonas en ningún momento hace que su viaje sea inconsistente, pues el hecho de que el viaje no cambia el valor de verdad de los hechos que ya ocurrieron o que ocurrirán. Prácticamente y de manera muy intuitiva, Jonas es como un viajero “pasivo”, o tan pasivo como nosotros mismos, que viaja al futuro, se queda observando sin ejercer un cambio que genere inconsistencias, y luego regresa<sup>5</sup>.

Un hecho, relacionado con la persistencia de los objetos, que puede hacernos dudar de lo último que he dicho es si nos fijamos en el Año 2052, cuando Jonas decide regresar al pasado pero al mismo tiempo viene llegando de ahí: ¿cómo podría ser esto posible? Recordemos que Jonas persiste por tener distintas partes temporales en distintos tiempos y nunca una *misma* parte temporal en más de un tiempo. En el 2052 no hay un único Jonas o una sola persona, podría decir el perdurantista: en el 2052 hay dos partes temporales de una persona traslapada, como dos caminos que se intersectan en un punto. La parte temporal que va de regreso al pasado y la que viene del pasado difieren en sus tiempos personales. Por lo tanto, no hay ningún problema de inconsistencia lógica en el escenario que acabo de plantear.

Asumamos, entonces, que el escenario que he propuesto es un escenario genuino de viaje en el tiempo y que Jonas de hecho es un viajero temporal. Sin entrar en mucho detalle parece que si a este escenario lo ponemos bajo una estructura newtoniana o galileana no parece que vaya a haber ninguna diferencia cualitativa ni ninguna diferencia observable para el viajero temporal. Este escenario se vería exactamente igual en la estructura del espacio-tiempo de Newton y en la de Galileo.

Pero quizá existen otros escenarios que, puestos las estructuras espacio-temporales en las que me he concentrado, pueden arrojarnos distintos resultados observables y, por ende, quizá podríamos extraer de ellos una distinción cualitativa entre viajes en el tiempo puesto en ambas estructuras. A continuación mostraré una modificación de este escenario para ver si el viaje de tiempo en un espacio-tiempo newtoniano se ve de manera distinta que en el galileano.

---

<sup>5</sup>Este asunto de la “pasividad” es una cuestión que puede prestarse para revisarla por más cuidado. Aquí sólo utilizo este término para rescatar la idea intuitiva de este viaje temporal.

## 2.5. Viaje en el Tiempo, Espacio-Tiempo y Mundos Exóticos

Tanto la teoría de Newton como la de Galileo presuponen que el sustantivismo, la tesis de que el espacio-tiempo existe de manera independiente de los objetos, es el caso. La diferencia entre ambas teorías es que la de Galileo se desprende de las nociones de posiciones absolutas y velocidades absolutas. Esto era uno de los inconvenientes de la teoría de Newton: su teoría tiene estructura física redundante, es decir, distingue entre dos tipos de velocidades absolutas (reposo y movimiento uniforme), pero esta distinción no es empíricamente detectable. Si ambas posiciones explican los mismos fenómenos pero una tiene más carga teórica que otra, parece que por simplicidad deberíamos aceptar la teoría más sencilla. Con ello, por lo anterior, parece que deberíamos preferir la teoría Galileana.

Ahora bien, como presenté en la sección sobre argumentos leibnizianos contra el sustantivista, podemos considerar la posibilidad genuina de mundos desplazados y mundos impulsados (Maudlin, 2012; Dasgupta, 2015). La idea básicamente era que si el sustantivismo es el caso, entonces, podíamos considerar mundos idénticos a éste pero con la única excepción de que la materia que los compone esté desplazada de manera distinta en cierta dirección (mundos desplazados) o bien mundos en los que la velocidad de la materia que los compone (mundos impulsados) se modifique. Si el sustantivismo es el caso, entonces, esos mundos deberían ser considerados distintos al nuestro, pues la materia estaría ubicada en distintos puntos del espacio o la velocidad de los objetos sería distinta. Entonces, gracias a nuestro principio de identidad de los indiscernibles, si aquellos mundos son distintos, estos deberían ser discernibles. Pero, de hecho, no lo son: empíricamente no podemos detectar las diferencias entre cuerpos en reposo y cuerpos con movimiento uniformemente acelerado.

El objetivo de esta sección es utilizar los mundos impulsados y desplazados para tratar de motivar la idea de que en el caso newtoniano, aquellas diferencias empíricas que no pueden ser detectables en nuestro mundo, sí podrían ser detectadas para un viajero temporal en un mundo newtoniano<sup>6</sup>. En este mundo newtoniano con viaje en el tiempo podríamos detectar las diferencias entre las posiciones absolutas (en el caso de mundos desplazados) y la detectar la diferencia entre velocidades absolutas (en el caso de los mundos impulsados). Es importante destacar que aquí no quiero argumentar a favor de la teoría newtoniana sobre la galileana. La idea principal simplemente es mostrar que con los experimentos mentales que propondré a continuación, se pueden extraer consecuencias interesantes para el debate acerca de la naturaleza del espacio-tiempo.

### 2.5.1. Viaje en el Tiempo en Mundos Desplazados

Tomemos el caso de Jonas que presenté al inicio de esta sección. Todo es igual a excepción de que en el intervalo de tiempo en el que Jonas no tiene partes temporales (entre el 2019 y 2020), ocurre algo en el mundo y toda la materia se desplaza cien metros a la derecha<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup>Agradezco a Moisés Macías Bustos por la retroalimentación que me ha dado al discutir estos escenarios de viaje en el tiempo con el fin de mostrar que distintas estructuras del espacio-tiempo clásicas pueden arrojar diferencias observables y diferencias cualitativas con escenarios de viaje en el tiempo.

<sup>7</sup>La razón por la que es importante que Jonas no tenga partes temporales y, por ende, que sea un viaje temporal lewisiano instantáneo es que si las tuviera, Jonas tendría que ser desplazado con todo el mundo. Si



Jonas aterriza en el 2052 y la historia continúa como la expuse, con lo que en el mismo año Jonas decide regresar al 2020: un año después de su primer viaje temporal. La cuestión es la siguiente: ¿qué es lo que verá Jonas cuando regrese a ese mundo?, ¿será el mismo mundo, en términos de las posiciones de los objetos, que el que dejó? A continuación procederemos a ver cuál sería el análisis newtoniano y galileano del escenario anterior.

### **El Caso Newtoniano**

Tres de las tesis centrales del espacio y el tiempo newtoniano son 1) existe una entidad a la que denominamos “espacio absoluto” que existe de manera independiente de los objetos que se localizan en él; 2) que los puntos individuales del espacio absoluto persisten endureciendo a través del tiempo; 3) gracias a lo anterior, los objetos tienen posiciones absolutas, es decir, posiciones en relación con los puntos individuales del espacio absoluto. Pero de estas posiciones absolutas, en un mundo como el nuestro, no pueden ser detectadas. Sólo podemos detectar las posiciones relativas de los objetos.

Sin embargo, en un escenario como éste que he presentado en donde tenemos un mundo impulsado con viaje en el tiempo, parece que la diferencia entre el mundo antes del desplazamiento y el mundo después de ser desplazado son distintos para el viajero temporal. Siendo newtonianos, Jonas, el viajero, podría distinguir entre esos dos mundos. Esta consecuencia es filosóficamente interesante, pues prácticamente estaríamos diciendo que en mundos newtonianos en los que es posible viajar a través del tiempo, si desplazamos la materia del universo, entonces, el viajero podría detectar el cambio de posiciones absolutas. Por ende, los argumentos leibnizianos a favor del relacionismo, en escenarios como el que he expuesto de viaje temporal, podrían perder algo de fuerza.

### **El Caso Galileano**

El caso galileano nos dará resultados distintos. Recordemos que el espacio-tiempo galileano rechaza la persistencia de puntos individuales del espacio y sustituye este elemento de la metafísica newtoniana con la postulación de eventos. Un evento, como dije en algún momento, es un punto en un lugar en un momento dado del espacio-tiempo. Con ello, podíamos abandonar la idea de los objetos tienen posiciones absolutas. Para Galileo, entonces, no es necesario distinguir entre los reposos absolutos y los movimientos uniformes: posiciones absolutas. Los objetos sólo tendrán posiciones relativas a un marco de referencia. Lo que importará, en este caso, será la posición que Jonas en relación con la materia de este mundo.

Así pues, cuando Jonas regrese al 2020, él llegará al mismo punto en relación con la materia. Por esta razón, Jonas no verá ninguna diferencia entre cómo eran las cosas antes del desplazamiento y después del desplazamiento. Jonas, por ende, no podrá distinguir entre aquellos dos mundos, pues él tendrá exactamente la misma posición relativa con la materia en ambas situaciones.

---

es desplazado con todo el mundo, Jonas no sería capaz de detectar si hubo un desplazamiento o no lo hubo, pues llegaría a la misma posición relativa. Este sería un caso como el nuestro mundo si hubiera un desplazamiento: no seríamos capaces de detectar diferencia alguna. De aquí la relevancia o la utilidad de considerar viajes temporales lewisianos instantáneos para poder distinguir el espacio-tiempo newtoniano del galileano de una manera sofisticada. El mismo razonamiento aplicará para el caso de los mundos impulsados.

### 2.5.2. Viaje en el Tiempo en Mundos Impulsados

De manera análoga a cómo incluimos un desplazamiento en el experimento mental del viaje que realiza Jonas, podemos ahora pensar en impulsos. Supongamos que, en lugar de desplazar la materia, impulsamos toda la materia del mundo en el intervalo de tiempo en el que Jonas no tiene partes temporales. La idea de los “impulsos” prácticamente consiste en que cuando lo aplicamos, modificamos las velocidades de los objetos del mundo. Para definir la velocidad de un objeto, podemos considerar la siguiente fórmula algebraica:

$$v = \frac{d}{t} = \frac{\Delta d_1 - \Delta d_2}{\Delta t_1 - \Delta t_2}$$

Considerar esta expresión es importante porque si lo que hacen los impulsos es modificar las velocidades de los objetos, entonces, a nivel geométrico, podemos verlos como los grados de inclinación de las pendientes de una recta. Entre más inclinada esté la recta diremos que el objeto se mueve más rápido: avanza más en menos tiempo. Y el grado de inclinación de una pendiente puede analizarse en términos de:

$$y = mx + b$$

En donde  $y$  es la pendiente;  $m$  es la velocidad multiplicada por el valor de  $x$  y  $b$  es la ordenada al origen. Entonces, lo que hace un impulso es modificar, duplicar por ejemplo, la velocidad de un objeto. Entre más veloz se mueva un objeto, podremos ver en un diagrama cartesiano que la recta que representa el movimiento del objeto se inclina más con respecto al eje de las  $x$ . Tomando ambas fórmulas algebraica, podremos notar que  $m$  puede tomarse como la diferencia entre la distancia que recorre un objeto y el tiempo que le toma hacerlo. En otras palabras,  $m$  la velocidad, y con los impulsos ésta irá modificando de manera continua los valores de  $x$ .

Con la explicación anterior, entonces, regresemos al escenario que proponía. Imaginemos que el impulso que aplicamos al mundo cuando Jonas ya no tiene partes temporales duplica las velocidad de toda la materia. Entonces, podemos preguntarnos, como lo hicimos en el caso de los mundos desplazados, lo siguiente: ¿qué es lo que Jonas observará cuando regrese del 2052 al 2020?, ¿será el mismo mundo (con respecto a las velocidades de los objetos) que el que dejó? Pasemos a ver qué tipo de respuesta podríamos dar desde la teoría newtoniana y la galileana.

#### El Caso Newtoniano

Como he dicho, Newton creía en velocidades absolutas. Él distinguía, por ejemplo, dos de ellas: el reposo absoluto y el movimiento uniforme acelerado. La distinción entre estos dos movimientos absolutos está fundamentada en el hecho de que los puntos del espacio persisten. El reposo absoluto corresponderá a los cuerpos que permanecen en la misma posición absoluta a través del tiempo y los que se mueven de manera uniforme corresponden a líneas rectas inclinadas en nuestro espacio y tiempo. Entre más inclinada esté una recta con respecto a uno de los ejes de nuestros diagramas espacio-temporales, la velocidad de ese objeto será mayor (Maudlin, 2012). Esto es, de acuerdo con Maudlin, lo que hoy día se entiende como impulso en la teoría newtoniana.

Así pues, dado nuestro experimento mental, si somos newtonianos, podremos decir que cuando Jonas regrese del año 2052 al 2020, Jonas será capaz de observar que las

velocidades absolutas, es decir, las velocidades relativas al espacio y tiempo absoluto están modificadas. De esta manera, el mundo al que llega Jonas es distinto y él es capaz de percibir esta diferencia.

### El Caso Galileano

En el caso galileano, de manera análoga al escenario de mundos desplazados, cuando Jonas aterriza desde el 2052 al 2020 Jonas no distingue el cambio de velocidades. Y esto es así porque, una vez más, en el caso de Galileo, no tenemos velocidades absolutas (a excepción de la rotación). En la teoría galileana, sólo es posible distinguir entre líneas rectas (que corresponden a movimientos inerciales) de las líneas curvas (que corresponden a aceleraciones). En este caso, como los impulsos sólo modifican las velocidades de los objetos sin modificar las velocidades relativas, cuando Jonas regrese él notará las mismas velocidades relativas a su marco de referencia.

De esta manera, incluso cuando Jonas regrese al 2020 después de haber multiplicado las velocidades de toda la materia del mundo, para él, los objetos tendrán la misma velocidad. Jonas no puede discernir entre el mundo antes de ser impulsado y el mundo después de ser impulsado. Por tanto, en este escenario, si el principio de identidad de los indiscernibles es el caso, entonces, ambos mundos serán idénticos desde la perspectiva del viajero.

### 2.5.3. Una Posible Objeción: Consideraciones Epistemológicas

Una de las objeciones que a simple vista pueden surgir a raíz de los experimentos que presento es de corte epistemológico<sup>8</sup>. Alguien podría argumentar que, para que mi experimento mental funcione, es necesario que se desarrolle más. Por ejemplo, parece que el hecho de que Jonas pueda o no inferir si hay o no hay desplazamiento depende de que él sepa en qué punto aterrizará.

Supongamos que en las cuevas de Winden, nuestro escenario de posibilidad para el viaje en el tiempo, hay sólo tres entradas: 1, 2 y 3. En la entrada 1 es en donde está localizada la máquina del tiempo. Ni en la entrada 2 ni en la 3 hay máquinas temporales. La máquina está diseñada para que, cada que se hace un viaje, Jonas (o cualquier otro viajero) aterrice en el mismo lugar en el que se inició el viaje pero en un momento distinto. Por cuestiones de simplicidad, consideremos sólo el primer viaje instantáneo de Jonas: de 2019 a 2052 y sólo consideremos el escenario de desplazamiento<sup>9</sup>. Por cómo está diseñada la máquina, si Jonas aterriza en el 2052 en un lugar distinto ( $X$ : la posición de la entrada 1) entonces Jonas podrá concluir que el mundo ha sido desplazado. Si Jonas aterriza en  $X$ , entonces, el mundo no habrá sido desplazado. Esto parece apuntar que para que Jonas pueda inferir si hubo un desplazamiento o no Jonas debe saber en dónde aterrizará. Y, supongamos que por evidencia empírica previa y dado el funcionamiento de la máquina, Jonas sabe que cuando viaje al 2052 aterrizará en el mismo lugar en el que

---

<sup>8</sup>Agradezco a Alessandro Torza por haberme señalado esta objeción que requiere de elaborar con más cuidado el experimento presentado. También agradezco a Moisés Macías-Bustos por haber discutido conmigo la objeción que presentaré y algunas posibles alternativas.

<sup>9</sup>Tengo la intuición de que lo mismo que argumentaré a continuación aplicará para el caso de mundos impulsados.

está la entrada 1 en 2019. Pero la cuestión es: ¿qué quiere decir que aterrizará en el mismo lugar? Hay, por lo menos, dos opciones.

“Aterrizar en el mismo lugar” puede querer decir que Jonas, en el 2052 aterrizará en la misma entrada 1 (el mismo lugar material). De acuerdo con esta interpretación, Jonas tendría evidencia para creer que llegará a la misma entrada 1, pero en el año 2052. Esto es: Jonas tendría evidencia que le permita creer que aterrizó en el mismo lugar del que partió pero en un año distinto, pues la máquina funciona de esta manera bajo esta interpretación. Sin, embargo esa evidencia, alguien podría argumentar, no es concluyente ya que el hecho de que Jonas sepa que aterrizará en la entrada 1 en el año 2052 no garantiza que aterrizará en el lugar en el que estaba la entrada 1 en el año 2019. Dicho de otro modo, cuando Jonas aterrice en el año 2052 el inferirá con base en su evidencia que aterrizó en donde estaba la entrada 1 en 2019. Pero él no puede saber esto, de hecho, si el sustantivismo es verdadero: podría ser que el mundo se hubiera desplazado por primera vez y por ende Jonas no está en la entrada 1 (de 2019) en el año 2052 aunque sí está en la misma entrada 1 como lugar material. El asunto interesante como objeción al experimento entonces, básicamente es que la evidencia de Jonas de que está en la entrada 1 en un caso de desplazamiento (en el que no está en la misma entrada 1 que en 2019) o en un caso son desplazamiento (en el que está en la misma entrada 1 del año 2019) no puede distinguirse. Jonas en ambos casos está en la misma entrada 1 (como lugar material) pero no tiene evidencia que garantice que el pueda inferir si el mundo se ha desplazado o no. Esto es así si entendemos “mismo lugar” como mismo lugar material.

Una manera en la que se me ocurre responder a esta objeción es apelando justamente a lo que dije que sucedería en el caso galileano. En efecto, Jonas no puede discernir ambos casos: el caso donde aterriza en la entrada 1 y está en el lugar de la entrada 1 de 2019 o no pues sería un mundo galileano. Sería un mundo galileano en dónde tendríamos posiciones relativas a, en este caso, lugares materiales. Entonces, la objeción de que si “mismo lugar” quiere decir “mismo lugar material” implica que Jonas no puede discernir el escenario con desplazamiento del escenario normal, podríamos responderla apelando a la solución que he dado para el caso galileano.

Ahora bien, asumiendo que hay posiciones absolutas, podríamos pensar que “mismo lugar” quiere decir que la máquina enviará a Jonas a la misma posición absoluta. De esta manera es que Jonas puede inferir si hay desplazamiento o no: si él llega a la misma posición absoluta en la que estaba la entrada 1 en 2019, no habrá habido desplazamiento. Esta es la solución que dí para el caso newtoniano. Pero un punto que puede levantar sospecha sobre esta interpretación consiste en que, de alguna manera tenemos que decir algo acerca de cómo podemos determinar las posiciones absolutas, pues, aparentemente lo estamos haciendo en virtud de la máquina de tiempo. En otras palabras: que podamos determinar si hubo desplazamiento o no dependerá de la máquina del tiempo y no de la posibilidad de los viajes temporales instantáneos.

A la objeción anterior quiero decir dos cosas. Para empezar, no creo que sea un problema decir que la máquina del tiempo puede ser capaz de detectar posiciones absolutas de manera indirecta mediante posiciones relativas. Pensemos en un caso normal, sin desplazamiento. Asumiendo que hay posiciones absolutas, parece que el programar la máquina temporal para llegar a la misma posición relativa nos llevará a la misma posición absoluta. Si la máquina está programada para llevar a Jonas al 2052 y el mundo no se ha desplazado, la entrada 1 de 2052 estará en la misma posición relativa con respecto al espacio-tiempo

que en 2019. Pero en mundos desplazados, la entrada 1 estará en una posición relativa al espacio-tiempo distinta aunque la máquina esté programada de la misma manera. La máquina puede no contar con que el mundo se haya desplazado y por ende enviar a Jonas a la misma posición absoluta. En este caso, él vería las cosas desplazadas.

La segunda cosa que quiero decir es que no creo que el hecho de poder decir si hay desplazamiento o no dependa de la naturaleza de la máquina de tiempo y no por la posibilidad de viajes temporales instantáneos, por lo que mi experimento no hace trabajo alguno. Sobre este punto sólo quiero motivar la idea, pues no la desarrollaré aquí, de que los resultados que he propuesto parecen depender más de la posibilidad de los viajes temporales instantáneos en los que un viajero no tiene partes temporales y, en ese intervalo de tiempo, el mundo es desplazado. Más que poder explicar los escenarios que discuto aquí en términos de la naturaleza de un dispositivo que pueda darnos posiciones absolutas pienso, de manera intuitiva, que la explicación depende de la naturaleza del viaje en el tiempo en distintas estructuras espacio-temporales.

Entonces, detallando mejor el escenario que he presentado, si entendemos “mismo lugar” en términos de posiciones absolutas, Jonas parece poder ser capaz de determinar si el mundo se ha desplazado o no de manera genuina. Esto es una ventaja para el newtoniano, pues el caso en el que “mismo lugar” se entiende en términos de objetos materiales, que puede verse como la solución galileana, no logra discernir los escenarios.

### 2.5.4. Idealización de los Escenarios

Antes de concluir me gustaría decir algo acerca de los experimentos mentales que he elaborado. Alguien podría objetar que estos casos son idealizados. Es decir, que hay elementos relevantes que podría estar ignorando que plausiblemente afectarían el experimento.

Por ejemplo, la tierra se mueve constantemente al rededor del sol; el sol se mueve constantemente en relación a otros cuerpos, etc. Así que alguien podría sugerir que si esto es así, los experimentos planteados podrían no tener mucho sentido. El universo es tan complejo y se mueve constantemente, por lo que en sentido estricto, tanto en el caso newtoniano como en el galileano Jonas jamás llegará al mismo punto del espacio-tiempo después de hacer su viaje y los objetos nunca estarán en la misma posición si consideramos un sistema tan complejo como la totalidad del universo. Pero quiero decir algo al respecto.

A pesar de ser idealizaciones, el objetivo de los experimentos mentales es mostrar que podemos tener consecuencias interesantes para el debate sobre la naturaleza del espacio-tiempo. Si tomamos las posiciones de todos los objetos del universo, o todas las velocidades de la materia del universo, sin duda, los experimentos pueden entrar en conflicto. Pero generalmente, cuando hacemos preguntas como ¿qué observará Jonas? o ¿en qué movimiento está mi mano con respecto a las piezas del teclado en el que escribo? tenemos que contextualizar las preguntas. Así que los experimentos que propongo deben ser tomados de manera contextual. La cuestión es en qué posición está la materia del mundo en el Jonas regresa después de su primer viaje; o cuál es la velocidad de la materia después del viaje. También, si Jonas, como viajero temporal, tiene la capacidad de percibir esas diferencias con respecto al mundo que estamos describiendo en el experimento. Por ende, considero que debemos tomar los experimentos de manera contextual. Tomándolos de este modo, considero, podemos rescatar la intuición que quiero defender: que sí hay diferencias entre

la manera en la que modelamos los viajes temporales en mundos newtonianos y galileanos y si consideramos casos exóticos como los mundos desplazados e impulsados.

Para motivar lo anterior, pensemos en el siguiente caso. Imaginemos un mundo con sólo tres objetos. Estos tres objetos están en el mismo hiperplano de simultaneidad y espacialmente uno de ellos está en medio de los otros dos con las mismas distancias. Luego imaginemos que el objeto de en medio viaja en el tiempo de manera instantánea y mientras se hace el viaje, los objetos restantes son desplazados 10 metros a la derecha. El objeto luego regresa poco después del momento de partida. Podemos preguntarnos, ¿qué es lo que pasará. De acuerdo con Newton, el objeto llegará y verá que la materia se ha desplazado diez metros a la derecha. De acuerdo con Galileo, no habrá ninguna diferencia empírica detectable, pues lo que importan son las posiciones relativas de los objetos; así que cuando el objeto regrese tendrá que hacerlo a la misma posición relativa que tenía con los otros objetos: justo en medio de ellos. En este mundo con sólo tres objetos estamos contextualizando o restringiendo nuestro dominio. No estamos preguntándonos si el objeto que viaja tiene la misma posición con respecto al universo entero. Estamos preguntándonos sobre la posición del objeto con respecto a los otros dos objetos en ese mundo y nada más.

### **2.6. Viaje en el Tiempo en Mundos Newtonianos y Diferencias Empíricas Detectables**

Si el viaje temporal lewisiano es posible, es deseable que haya una estructura física espacio-temporal que lo respalde. Naturalmente, para hacer este trabajo, podemos considerar dos estructuras físicas pre-relativistas: la newtoniana y la galileana. Al inicio de este capítulo comencé hablando de qué estructuras físicas fundamentales tendría que tener el espacio y el tiempo para dar sentido a las teorías de Newton y Galileo. Posteriormente, expuse dos experimentos clásicos (el de la cubeta y el de las esferas giratorias) para argumentar a favor de la tesis sustantivista que es la que está de fondo tanto en Newton, como en Galileo y Lewis.

Una de las razones para preferir el espacio-tiempo galileano, sobre el newtoniano, consiste en argumentar que el primero de ellos tiene estructura física redundante (Maudlin, 2012; Dasgupta, 2015; Macías-Bustos, 2017, MS): Newton distingue entre el reposo absoluto y el movimiento uniforme. Pero esta distinción no es empíricamente detectable en nuestro mundo. Como la teoría de Galileo puede explicar los mismos fenómenos, sin apelar a tal distinción y a la persistencia de los mismos puntos individuales del espacio-tiempo, entonces, la de Galileo es preferible.

El espacio-tiempo galileano no deja de asumir que el sustantivismo es el caso. A modo de reto, presenté el argumento de Leibniz a favor del relacionismo, como tesis opuesta al sustantivismo. El argumento prácticamente sugiere que si somos sustancialistas y consideramos la posibilidad de mundos exóticos, como los mundos impulsados y desplazados, entonces, tendremos que comprometernos con la idea de que no es posible detectar diferencias empíricas. Por lo tanto, el sustantivismo no puede ser el caso y tanto la posición de Newton como la de Galileo están en apuros.

Pero haber expuesto la posibilidad de mundos exóticos como los mundos impulsados y desplazados puede ser útil para ver si el viaje temporal lewisiano puede tener conse-

## **Viaje(ros) Temporal(es) à la Lewis y la Estructura Física del Espacio-Tiempo**

---

cuencias filosóficas interesantes para el debate acerca de la naturaleza del espacio-tiempo. Para ello, propuse dos experimentos mentales que consistieron en mostrar que si tomamos mundos exóticos con estructura espacio-temporal newtoniana en los que el viaje en el tiempo (instantáneo) es posible, entonces, aquellas diferencias que no son empíricamente detectables, se vuelven detectables para el viajero temporal. Esto no es el caso para el escenario galileano.

A modo de conclusión general, entonces, podemos decir que el debate de viaje en el tiempo podría tener implicaciones interesantes para el debate sobre la estructura física del espacio-tiempo. Además, podremos inferir que el considerar escenarios exóticos como los que he propuesto en la última sección, podría debilitarse los argumentos leibnizinos contra el sustantivista.

## Capítulo 3

# Viaje(ros) Temporal(es) *à la* Lewis y el Problema de la Persistencia

### Introducción

Habiendo expuesto los presupuestos metafísicos detrás de la propuesta de Lewis acerca de cómo es el espacio-tiempo y qué objetos son los que existen en él, naturalmente surge una cuestión: ¿cómo es que los objetos persisten a través del tiempo? La relación entre el problema de la persistencia y el problema del viaje en el tiempo resulta natural, pues si viajara al pasado para visitar a mi yo de hace un año, por ejemplo, resulta interesante preguntarse qué relación habría entre mi yo del pasado y la persona que viaja. En otras palabras: la cuestión es ¿cómo es que podemos dar cuenta de este hecho? El objetivo de este capítulo es mostrar que no es trivial dar cuenta de lo anterior.

Así pues, en esta última parte del trabajo quiero mostrar de manera clara el vínculo entre el problema de la persistencia y el viaje en el tiempo para ver si este último tiene consecuencias atractivas para el debate de la persistencia. Argumentaré que esto es el caso y trataré de motivar esta idea con base en algunas consideraciones acerca de la naturaleza física del espacio-tiempo como las que presenté en el capítulo anterior. Para lograr los objetivos de este último capítulo, dividiré mi exposición en cuatro secciones.

En la primera sección expondré dos teorías acerca de cómo es que los objetos persisten a través del tiempo: el tridimensionalismo y el tetradimensionalismo. Posteriormente, en la segunda reconstruiré uno de los argumentos que Sider ofrece en su *Fourdimensionalism* contra el tridimensionalismo. La idea general del argumento de Sider es que si consideramos la posibilidad del viaje en el tiempo, entonces, tenemos mejores razones para privilegiar el tetradimensionalismo sobre el tridimensionalismo, ya que el segundo falla en acomodar algunos escenarios de viaje en el tiempo. En la siguiente sección expondré una modificación del argumento de Sider. En la cuarta sección, que es en la que presentaré el argumento modificado, voy a exponer algunas de las alternativas (tridimensionalistas y (tetradimensionalistas) que Sider ofrece para explicar los casos que se presentarán. Finalmente, trataré de concluir que los argumentos de Sider no son suficientes, o por lo menos concluyentes, para rechazar el tridimensionalismo. Cabe mencionar desde ahora que con esto no quiero defender al tridimensionalismo. Mi único objetivo es mostrar que una de las razones que Sider da para rechazar esta posición puede no ser suficiente y, por ende, puede resultar atractivo desarrollar con más cuidado, aunque no lo



haré aquí, dos motivaciones que expondré como argumentos a favor del tridimensionalista.

### 3.1. Persistencia a Través del Tiempo

Regresemos por un momento al caso de Mikkel que expuse en el primer capítulo. Él viaja al pasado (1986) y se queda atrapado ahí. Continúa su vida bajo el nombre de “Michael”, crece, forma una familia y muere en 2019, poco antes de iniciar su primer viaje. Pero supongamos también que en algún momento del año 2018, Mikkel y Michael se encuentran y tienen una plática larga acerca de Harry Houdini, más conocido como “El Gran Houdini”, quien era un mago e ilusionista de los años 80’s. Nuestra intuición pre-teórica acerca de la situación anterior es que Mikkel y Michael son una y la misma persona. No obstante, de ser lo anterior el caso, ambos deberían tener las mismas propiedades. Pero esto no es así: de hecho, Mikkel y Michael tendrían por lo menos una propiedad distinta como, por ejemplo, estar ubicados en una región distinta del espacio. Así que resulta natural preguntarse cómo es que podemos dar cuenta del fenómeno anterior de manera consistente. Esto es, deberíamos explicar cómo es que Mikkel y Michael son una y la misma persona a pesar de tener distintas propiedades.

En su *On the Plurality of Worlds* Lewis ofrece una definición del término ‘persistir’. De acuerdo con esta definición, decimos que un objeto *o* *persiste* si y sólo si *o continúa existiendo, de una u otra forma, a través del tiempo*. El problema con la definición anterior es que ésta es muy débil y por tanto no nos dice mucho acerca de lo que es persistir, es decir, no nos dice cuáles son las condiciones de posibilidad para que los objetos persistan a través del tiempo. La definición en cuestión únicamente nos dice que algo persiste si y sólo si continúa existiendo en varios tiempos. Pero los objetos materiales podrían continuar existiendo de muchos modos. Esta caracterización, por ende, no es capaz de decirnos el modo en el que, de hecho, los objetos podrían continuar existiendo. Por la razón anterior parece que es necesario enriquecer la definición que acabamos de considerar. Afortunadamente hay algunas teorías sobre persistencia que pueden ayudarnos a clarificar este punto. A continuación veremos en qué consiste, de manera muy superficial, cada una de ellas.

#### 3.1.1. Tridimensionalismo

El *tridimensionalismo* (3D) es una teoría acerca de la naturaleza de la persistencia para objetos en general. De acuerdo con esta teoría, los objetos que persisten se expanden a través de tres dimensiones espaciales: largo, alto y ancho. Una de las teorías 3D más conocida es el *endurantismo*. La caracterización clásica de esta teoría (Lewis, 1986), sostiene que:

Endurantismo: Un objeto *o* *persiste endurando* [*endure*], esto es, si y sólo si *o está totalmente presente* en todos los tiempos en los que *o* existe.

El endurantismo tiene, por lo menos, tres características muy importantes. En primer lugar para el endurantista la relación privilegiada entre los objetos que persisten endurando es la identidad numérica. Si un determinado objeto persiste, entonces, podremos rastrear al mismo objeto, numéricamente hablando, en todos los distintos tiempos en los que exista.

Recordemos, por ejemplo, que para Newton, por ejemplo, los puntos del espacio persisten durando. Relacionado con lo anterior, una segunda característica del endurantista es que éste hará énfasis en la noción de “estar *totalmente presente*” en distintos tiempos. Aunque esta noción es un tanto oscura, una de las definiciones consideradas de estar ‘totalmente presente en  $t$ ’, en la literatura sobre persistencia, es la siguiente (Wasserman, 2016):

Totalmente Presente: Un objeto  $o$  está *totalmente presente* en  $t$  si y sólo si  $o$  existe en  $t$ , pero no por estar teniendo una *parte temporal propia*<sup>1</sup> en  $t$ .

Finalmente, como tercer característica, de acuerdo con el endurantista, la relación de ocupación temporal es uno-a-muchos, pues uno y el mismo objeto persistente ocupará distintos tiempos.

Uno de los problemas que se le puede atribuir a al endurantismo, es que la noción que parece fundamental a su postura de “estar totalmente presente” parece oscura. Además, relacionado con este punto, esta teoría puede tener algunos problemas para enfrentarse a *puzzles* clásicos de persistencia. Aunque aquí no mencionaré los problemas de esta teoría, dados los objetivos de este capítulo, sólo será necesario entender el planteamiento del endurantismo, teoría a la que me referiré de aquí en adelante como 3D<sup>2</sup>. A continuación veremos dos alternativas a la posición 3D.

### 3.1.2. Tetradimensionalismo

Otra teoría sobre persistencia a través del tiempo es el (4D) *tetradimensionalismo*. El 4D sostiene que los objetos que persisten a través del tiempo se expanden a través de cuatro dimensiones: tres espaciales y una temporal. Dentro de las teorías 4D de la persistencia existen dos bastante conocidas.

La primera de estas teorías es el *perdurantismo* o *tetradimensionalismo versión gusano* y esta es la tesis que asume Lewis (1976; 1986) para su modelo de viaje en el tiempo como mencioné en el primer capítulo. Según esta posición:

Perdurantismo: Un objeto  $o$  persiste perdurando [*perdure*], esto es, si y sólo si tiene distintas partes temporales en distintos tiempos, y nunca una misma parte temporal en más de un tiempo.

La segunda de estas teorías, es el *exdurantismo* o *tetradimensionalismo versión estadio* (Sider, 2010). Prácticamente, esta posición puede verse como una mezcla entre el 3D y el perdurantismo (Balashov, 2012). Un exdurantista dirá que:

Exdurantismo: Un objeto  $o$  persiste exdurando [*exdure*], es decir, si y sólo si tiene distintos estadios temporales  $o_s$  en tiempos distintos que están relacionados por medio de la relación de *contraparte temporal*.

---

<sup>1</sup>Decimos que  $x$  es *parte propia* de  $y$  si y sólo si  $x$  es parte de  $y$  pero  $x$  no es idéntica a  $y$  en  $t$ .

<sup>2</sup>Para revisar algunos de los problemas de esta teoría, véase: Sider, 2010; Lewis, 1986; Balashov, 2012; Wasserman, 2016. Para algunos de los problemas del endurantismo en relación con el problema de la persistencia de las personas, véase Pena-Martínez, 2016.

La ontología de las teorías 4D mencionadas anteriormente es la misma. Los tetradimensionalistas creen que el mundo está habitado por dos clases de objetos: partes temporales y gusanos espacio-temporales (sumas de partes temporales). Pero hay por lo menos una diferencia entre estas teorías. Para el perdurantista, como Lewis, los objetos del día a día son gusanos espacio-temporales compuesto de partes temporales; mientras que para el exdurantista, los objetos se deben identificar con cada una de sus partes temporales, y la relación que hay entre estas partes temporales es la de contraparte temporal.

Aunque la distinción entre estas teorías es filosóficamente interesante, para los propósitos de este texto no es necesario discutir con profundidad la diferencia entre ellas. Por otro lado, para los objetivos de este trabajo, tampoco será necesario profundizar sobre la distinción entre partes temporales y contrapartes temporales, pues podemos abordar el problema del viaje en el tiempo (desde una visión lewisiana) apelando únicamente a partes temporales (sin mencionar mucho acerca de la relación entre éstas). Por la razón anterior, en este texto entenderé la teoría 4D de la persistencia en términos lewisianos, esto es, en términos perdurantistas.

Así pues, podemos destacar por lo menos tres características básicas del perdurantismo o 4D. Por un lado, la importancia de la noción de parte temporal. De acuerdo con esta teoría, son las partes temporales de los objetos las que tienen propiedades *simpliciter* y no todo el gusano espacio-temporal. La forma en la que los perdurantistas entienden esta noción es de la siguiente manera (Sider, 2010):

Parte Temporal: Decimos que  $x$  es una *parte temporal* de  $y$  en  $t$  si y sólo si (i)  $x$  y  $y$  existen sólo en  $t$  y (ii) la *parte temporal instantánea* de  $x$  en  $t$  es parte de la parte temporal instantánea de  $y$  en  $t$ .

Otra característica muy importante del perdurantismo es que, por ejemplo, la proposición ‘Michael fue un niño’ será verdadera en virtud de que el gusano espacio-temporal de Michael tiene una parte temporal que tiene la propiedad *simpliciter* de ‘ser un niño’. Finalmente, que a diferencia del 3D, la relación de ocupación temporal será uno-a-uno, pues una misma parte temporal sólo podrá ocupar un tiempo.

## 3.2. Un Argumento contra el Tridimensionalismo y la Posibilidad del Viaje en el Tiempo

Consideremos el siguiente escenario (Sider, 2010) con la historia que hemos venido manejando hasta ahora. Mikkel ( $M_1$ ) y Michael ( $M_2$ ) se encuentran en el 2018 en algún lugar para hablar sobre Houdini. Mientras  $M_1$  está sentado en una silla escuchando a  $M_2$ ,  $M_2$  está parado. El sentido común nos dice que  $M_1$  y  $M_2$  son una y la misma persona. Así que, por esta razón, parece Mikkel está parado y sentado al mismo tiempo; es decir, que Mikkel tiene dos propiedades distintas en  $t$ . Pero un momento: ¿cómo puede ser posible que Mikkel esté parado y sentado al mismo tiempo?

### 3.2.1. Respuesta del Tetradimensionalismo

Con base en las teorías que presenté en la primer sección, tendríamos dos alternativas para explicar cómo es que Mikkel y Michael son la misma persona a pesar de tener dos

propiedades distintas: la de estar parado y sentado en un mismo tiempo. Siguiendo a Sider (2010), la teoría que deberíamos preferir para dar cuenta de lo anterior es el 4D. Esta teoría, de acuerdo con él, debería ser preferible sobre el 3D ya que el 4D acomoda de manera sencilla y natural el fenómeno que queremos explicar mientras el 3D no.

Los tetradimensionalistas, como Lewis, nos dirán que el gusano espacio-temporal ( $M$ ) tiene dos partes temporales distintas en  $t$  y estas partes temporales tienen dos propiedades distintas. Pero no hay ningún problema en lo anterior, pues al ser partes temporales distintas, de un mismo gusano espacio-temporal, éstas pueden tener propiedades distintas e incompatibles. Decir algo como “Mikkel está parado y sentado al mismo tiempo”, para el perdurantista como Lewis sólo significa que Mikkel es una gusano espacio-temporal tal, que tiene dos partes temporales  $M_1$  y  $M_2$  tales que  $M_1$  tiene la propiedad de estar sentado y  $M_2$  tiene la propiedad de estar parado. Así pues, no hay ningún tipo de inconsistencia en la respuesta del perdurantista como Lewis.

### **3.2.2. Respuesta del Tridimensionalista**

Pero Sider sostiene que la respuesta del 3D sí tiene inconvenientes. De acuerdo con el 3D, en  $t$  sólo hay una persona totalmente presente que está parada y sentada al mismo tiempo. No obstante, podría argumentar el 3D, de manera análoga al caso anterior, que esa persona tiene dos partes espaciales con distintas propiedades en  $t$ . Las dos partes espaciales deben ser distintas de la persona, pues de lo contrario deberían ser idénticas y esto no tendría sentido. Así como el 4D argumenta que un objeto tiene cierta propiedad en un tiempo en virtud de tener una parte temporal que tiene esa propiedad en ese tiempo, el 3D podría decirnos que un objeto tiene una propiedad en un determinado lugar si y sólo si tiene una parte espacial en ese tiempo que tiene la propiedad en cuestión. Pero si la manera en la que el 3D da cuenta del fenómeno es diciendo que tenemos en el escenario que queremos explicar dos partes espaciales y que en virtud de ello es que podemos dar cuenta como una misma persona está parada y sentada al mismo tiempo, deberíamos cuestionarnos de dónde han salido aquellas partes espaciales.

Con base en la respuesta del 3D, si las partes espaciales son dos personas, tendremos un problema: no estaremos ilustrando bien nuestra situación. Michael en algún momento de la charla podría decirle a Mikkel que él es un viajero temporal y Mikkel sólo podría pensar que Michael está equivocado. No hay ningún objeto futuro con el que Mikkel se pueda identificar en ese momento. Así que con base en ello, no estaríamos describiendo bien el experimento mental. De esta manera, al decir que las partes espaciales son dos personas totalmente presentes hablando, no es una buena alternativa. Siguiendo el análisis de Sider, podríamos decir que la suma de esas dos partes espaciales corresponde a una única persona. Así que la respuesta anterior no es apropiada. El escenario que queremos describir es más que eso: queremos ver cómo es que tenemos una persona que está interactuando con su yo del futuro, esto es, consigo mismo.

Otro intento de parte del 3D puede ser argumentando que en  $t$  sólo hay una persona totalmente presente, digamos  $M$ , tal que está parada y sentada. Pero si  $M$  tiene ambas propiedades en el mismo tiempo que son incompatibles, podemos pensar que estamos en un problema<sup>3</sup>. Y un tridimensionalista simplemente podría decir que, siguiendo a Sider,

---

<sup>3</sup>Una posible manera de evadir este asunto es decir que  $M$  es una única persona con dos partes espaciales  $M_1$  y  $M_2$  distintas con distintas propiedades relativas a regiones del espacio. Más adelante hablaré de esta

quizá el problema anterior sólo es un problema en mundos como el nuestro, pero que en los casos del viaje en el tiempo, las cosas pueden ser raras. Podríamos tener, quizá podría aceptarlo el 3D, hechos como lo anterior en casos tan exóticos como los del viaje en el tiempo. Tales propiedades podrían no ser incompatibles al ser tomadas dentro de los contextos de viaje temporal.

### **3.3. Otro Argumento Contra el Tridimensionalismo: Porque Las Cosas Pudieron Haber Sido Distintas...**

Sider modifica el experimento mental para hacer el asunto más interesante. La propuesta de Sider será motivar que tenemos argumentos aun más poderosos contra el 3D al considerar que el escenario que describimos anteriormente *pudo* haber sido distinto. La modificación del escenario es la siguiente. Tomemos la historia de Mikkel y Michael pero ahora supongamos que los roles de  $M_1$  y  $M_2$  pudieron haber sido distintos. Esto quiere decir que tenemos, por lo menos, las siguientes dos *posibilidades metafísicas genuinas*.

Sean  $S$  y  $P$  dos propiedades distintas e incompatibles, tales que ' $S$ ' es la propiedad 'estar sentado' y ' $P$ ' la propiedad 'estar parado', decimos que:

1.  $S(M_1) \wedge P(M_2)$
2.  $P(M_1) \wedge S(M_2)$

Si una de las teorías sobre persistencia es preferible sobre la otra, sostiene Sider, ésta debe ser capaz de acomodar las distintas posibilidades que surgen del experimento mental y distinguir cada uno de los escenarios. La idea que Sider defiende es que, de hecho, el 3D no puede distinguir entre estas posibilidades mientras que el 4D sí. Así que el 4D es preferible. En esta sección veré con cuidado por qué Sider sostiene que el 3D no es capaz de superar el reto mientras que el 4D logra hacerlo.

#### **3.3.1. Respuestas del Tetradimensionalista**

A continuación voy a mencionar cómo es que, de acuerdo con Sider el 4D puede acomodar las posibilidades que he mencionado al inicio de esta sección. Esto nos ayudará a ver los motivos por los que Sider cree que el 4D es preferible.

##### **3.3.1.1. Propiedades y Partes Temporales**

De acuerdo con el 4D, ' $M_1$ ' y ' $M_2$ ' refieren a dos partes temporales de  $M$  (un gusano espacio-temporal). Estas dos partes temporales son distintas, por lo que no habría nada inconsistente en el hecho de que puedan ocupar una misma región temporal, a saber,  $t$ . Cada una de las posibilidades metafísicas genuinas que estamos considerando involucra a dos partes temporales de una persona. Estas partes, como vimos, tienen propiedades *simpliciter* y, en virtud de que son distintas, no hay problema alguno en que tengan distintas propiedades. Así que el 4D puede acomodar las posibilidades metafísicas genuinas en cuestión de un modo muy fácil y natural.

---

estrategia.

## Otro Argumento Contra el Tridimensionalismo: Porque Las Cosas Pudieron Haber Sido Distintas...

El 4D dirá, por tanto, que en virtud de que  $M_1$  y  $M_2$  son partes temporales distintas de  $M$ , por un lado  $M_2$  puede tener la propiedad  $P$  y  $M_1$  la propiedad  $S$ . Y por otro lado,  $M_2$  puede tener la propiedad  $S$  y  $M_1$  la propiedad  $P$ . Esto quiere decir que el 4D puede acomodar la posibilidad 1 y 2 y distinguirlas, lo cual el 3D no puede hacer, de acuerdo con Sider (2010: 105) El razonamiento anterior aplicará para acomodar las demás posibilidades *mutatis mutandis*. En comparación con los costos del 3D, el 4D parece acomodar mejor las posibilidades metafísicas genuinas. Por esta razón parece que, si el viaje en el tiempo es posible (y este involucra posibilidades metafísicas genuinas como las que hemos visto), entonces, parece que deberíamos preferir la teoría 4D de la persistencia (pues éste logra acomodar mejor las posibilidades genuinas del viaje en el tiempo que el 3D).

### 3.3.2. Respuesta del Tridimensionalista

Habiendo visto la manera natural en la que el 4D puede distinguir los escenarios que expuse al inicio de esta sección, pasaré a mostrar los argumentos que Sider sostiene para defender que el 3D no puede distinguir entre las posibilidades anteriores. Sider distinguirá dos estrategias y explica por qué ninguna de ellas es satisfactoria. A continuación veremos cada estrategia y veremos por qué, según Sider, el 3D falla.

#### 3.3.2.1. Relativización de Propiedades a Espacios-Tiempos

El 3D puede volver a intentarlo, pero ahora utilizando una estrategia parecida a la que suele utilizar esta teoría para solucionar el problema de los intrínsecos temporales<sup>4</sup>. El 3D puede proponer relativizar las propiedades, no sólo a tiempos sino a *espacios-tiempos*. La jugada sería la siguiente.

De acuerdo con el 3D en  $t$  hay un único objeto, digamos,  $M$ . Para poder distinguir las posibilidades que nos interesan, es necesario que relativicemos las propiedades a espacios-tiempos. Supongamos que  $M_1$  está en el espacio  $e$  y  $M_2$  está en la región espacial  $e^*$  que es distinta de la primera. De esta manera, siendo tridimensionalistas, podemos argumentar que podemos distinguir las posibilidades anteriores diciendo que, como las propiedades son relativas a espacios-tiempos, en un caso,  $M$  está sentado en  $t$  en  $e^*$  y parado en  $t$  en  $e$ . En otro caso,  $M$  está sentado en  $t$  en  $e$  y parado en  $t$  en  $e^*$ .

1.  $M$  (tiene  $S$  en  $t$  en  $e^* \wedge$  tiene  $P$  en  $t$  en  $e$ ).
2.  $M$  ( tiene  $S$  en  $t$  en  $e \wedge$  tiene  $P$  en  $t$  en  $e^*$ ).

La solución anterior presenta dos problemas, según Sider. El primero consiste en que de la propuesta 3D se sigue que los objetos no tienen partes espacio-temporales, sino que los objetos tienen *propiedades relativas* a espacios-tiempos. Para el 3D lo anterior no es problemático, pues básicamente es como tener una mesa que es lisa de una parte y arrugada de otra. En este caso, no diríamos que es inconsistente que la mesa sea lisa y arrugada. La mesa es lisa, relativamente a un espacio y lisa relativamente a otro espacio. En esto no hay nada extraño, por ende, diría un tridimensionalista. Pero como respuesta al 3D, alguien podría sugerir que si el 3D no acepta partes espacio-temporales, entonces,

<sup>4</sup>Esta estrategia consiste en relativizar las propiedades a tiempos. De esta forma, una propiedad es tenida siempre de manera relativa a un tiempo. Esto evita algunas contradicciones.

no puede hacer el análisis anterior: no podría decir que una parte de la mesa es lisa y la otra arrugada. Y en efecto, el 3D no nos dice eso: no habla de partes, sino de regiones espaciales tales que con respecto a ciertas regiones del espacio la mesa es lisa y con respecto a otras es arrugada.

El costo de relativizar propiedades a espacios-tiempos es sólo alto si somos humeanos, como Lewis. La idea es que si no hay propiedades intrínsecas, entonces, sólo tendremos propiedades relativas (propiedades extrínsecas). Pero, para un humeano como Lewis, es importante que tengamos propiedades intrínsecas pues él cree que todo superviene de las propiedades naturales del mundo que son propiedades intrínsecas. Entonces, el problema que Sider ve en la respuesta del 3D sólo aplicaría si somos humeanos.

El segundo problema de la estrategia del 3D tiene que ver con el problema anterior. El 3D estaría obligado a decir que, como  $M$  no tiene partes espacio-temporales (sino propiedades indexadas a espacios-tiempos), entonces,  $M$  debe estar totalmente presente en toda región del espacio-tiempo que ocupa:  $M$  debería estar en el lugar en el que está  $M_1$  y  $M_2$  independientemente de que estén en regiones distintas y estén ya sea parados o sentados. Esto puede parecer extraño, pues si  $M$  está totalmente presente en toda región espacio-temporal que ocupa, entonces,  $M$  estaría totalmente presente en el espacio ocupado por su mano. Decir que  $M$  está totalmente presente en la región espacial que ocupa su mano es algo muy oscuro. De nuevo, podemos hacernos la siguiente pregunta: ¿qué quiere decir que  $M$  esté totalmente presente en toda región espacio-temporal que ocupa?

Una manera de responder esta objeción es definiendo ‘*parte espacial propia*’ de la siguiente manera: diremos que  $X$  es parte espacial (propia) de  $Y$  si y sólo si  $Y$  existe totalmente en la región ocupada de  $X$  y  $X$  no existe totalmente en la región ocupada de  $Y$ . Así pues, por ejemplo, como  $M$  no existe totalmente en la región que ocupa su mano pero su mano sí existe en la región ocupada por  $M$ , entonces,  $M$  no es parte espacial (propia) de su mano. Como puede verse, con esto hemos evitado el problema anterior<sup>5</sup>.

Ya que hemos visto la alternativa del 3D basada en relativizar propiedades a espacios-tiempos y hemos mencionado cuáles son algunas de las réplicas a estas alternativas (así como algunas respuestas a ellas), pasemos a ver otra estrategia del tridimensionalista que, al igual que ésta, de acuerdo con Sider, fallará.

### 3.3.2.2. Relativización al Tiempo Personal y Tiempo Externo

Si recordamos, en el primer capítulo mencioné que para Lewis el viaje en el tiempo involucra una discrepancia entre el tiempo externo y el tiempo personal. Otra de las estrategias que analiza Sider es la de relativizar las propiedades a cada uno de estos tiempos. Así pues, alguien que acepte el 3D podría decir que si bien en el tiempo externo  $M$  está parado y sentado, en el tiempo personal de  $M$  hay dos momentos:  $TP_1$  y  $TP_2$ . Así, las posibilidades pueden distinguirse si decimos que en un caso  $M$  está parado en  $TP_1$  y en el otro caso  $M$  está parado en  $TP_2$ .

La objeción de Sider para esta estrategia es que, como podremos recordar, para Lewis el tiempo personal no es una segunda dimensión temporal. Esto es, el tiempo personal no es un elemento físico fundamental, pues podemos definirlo en términos del tiempo

---

<sup>5</sup>Agradezco a Alessandro Torza por haberme señalado esta posible manera de evitar la objeción e, igualmente, el asunto relacionado acerca del problema que podría surgir al relativizar propiedades a espacios-tiempos.

externo. De esta manera, siguiendo a Sider, todos los hechos acerca del tiempo personal pueden traducirse en términos de hechos acerca del tiempo externo. Esto también lo mencioné en el primer capítulo. Pero el tridimensionalista no puede distinguir estas posibilidades en términos del tiempo externo: pues el tridimensionalista no acepta la ontología de partes temporales (Sider, 2010: 106).

Para ser más clara con este punto, si en mi tiempo personal me toma un minuto viajar a diez años atrás en el tiempo, entonces, yo experimentaré los cambios que alguien normalmente sufriría en un minuto. Y para Lewis, el cambio genuino se da en término de cambio de propiedades intrínsecas a través del tiempo de manera gradual. Y son las partes temporales las que tienen las propiedades intrínsecas de manera *simpliciter*. Por esta razón es que Sider dice que el 3D no es capaz de distinguir las posibilidades que nos interesan apelando a la distinción entre tiempo externo y personal. La estrategia de relativizar las propiedades al tiempo personal y externo, por ende, sólo es un recurso que puede ser usado por el 4D.

### 3.4. Razones Independientes a Favor del Tridimensionalista

A grandes rasgos, el argumento de Sider contra el 3D consiste en que esta teoría no es adecuada ya que en escenarios de viaje en el tiempo no puede dar cuenta de manera satisfactoria como un viajero podría tener propiedades incompatibles en un mismo tiempo y, por otro lado, si consideramos distintas posibilidades de un mismo escenario, el 3D no es capaz de discernir entre ellas de manera efectiva. Esta razón es la que Sider nos ofrece como argumento a favor del 4D: pues según él esta teoría sí cumple el reto. En esta sección, que es muy breve, quiero dar dos razones que creo pueden ser interesantes para motivar la idea de que por lo menos uno de los argumentos de Sider no es suficiente para rechazar el 3D<sup>6</sup>.

A modo de resumen una de las estrategias del 3D para distinguir entre distintas posibilidades de escenarios de viaje en el tiempo consiste en relativizar propiedades a espacios-tiempos. Mencioné cuáles son dos problemas de esta estrategia. Por un lado, el 3D rechaza la ontología de partes espacio-temporales y la sustituye con relativización de propiedades a espacios-tiempos. Vimos que esto era sólo un problema si somos, como Lewis, humanos. El otro problema consiste en que si relativizamos propiedades a espacios-tiempos, entonces, parece que deberíamos decir que un objeto está totalmente presente en la región del espacio-tiempo que ocupa. También mencioné una posible salida a esta objeción.

Pero además de lo anterior, Sider (2010: 105) menciona que incluso en un espacio-tiempo no relativista no hay una *motivación independiente* para aceptar la relativización de propiedades al espacio-tiempo. Así que, entre esto y lo que ya dije, tenemos razones suficientes para rechazar el 3D. A continuación señalaré dos posibles motivaciones independientes relacionadas con lo que he expuesto en el capítulo anterior. Cabe mencionar que mi objetivo no es argumentar a favor del 3D, sino sólo señalar que hay dos recursos que puede valer la pena investigar y, por otra parte, seguir motivando la idea de que puede haber consecuencias interesantes para el debate de persistencia al considerar la posibilidad de viajar en el tiempo.

---

<sup>6</sup>Agradezco enormemente a Moisés Macías Bustos por haberme ayudado a discutir este punto.



### 3.4.1. Relativización de Propiedades en el Espacio-Tiempo Galileano

En el capítulo anterior vi rápidamente en qué consiste un espacio-tiempo galileano. Quizá una de las características más importantes de este espacio-tiempo es que en lugar de tener puntos individuales del espacio que persisten endurendo, tenemos eventos: algo que ocurre en un lugar en un momento dado. De esta manera, que algo ocurra en el tiempo, en el espacio-tiempo galileano, automáticamente ocurrirá en un lugar dado. Así pues, si el evento “Mikkel y Michael tienen una larga charla” ocurre en  $t$ , tal evento tendrá una ubicación automática en el espacio.

Entonces, con base en lo anterior, una motivación extra puede ser que la relativización de propiedades a espacios-tempos nos la da de manera gratuita la estructura galileana del espacio-tiempo, que es compatible con la teoría lewisiana de viaje en el tiempo. Este sería un punto que un tridimensionalista quizá podría explorar. En otras palabras, una de las estrategias del tridimensionalista para explicar casos en los que un mismo objeto parece tener dos propiedades distintas e incompatibles es relativizar esas propiedades a tiempos. No es que, por ejemplo, Mikkel tenga la propiedad *simpliciter* de estar parado y sentado al mismo tiempo, sino Mikkel puede tener esa propiedad relativa a un tiempo. En el caso del viaje en el tiempo, el tridimensionalista requiere dar cuenta de en qué sentido podríamos hablar de relativizar propiedades, no sólo a tiempos, sino a regiones del espacio. De acuerdo con Sider, el tridimensionalista no tiene una motivación independiente en favor de lo anterior. Pero si nos ubicamos en un espacio-tiempo galileano, de manera automática, relativizar propiedades a tiempos implica relativizar propiedades a espacios. Así que el tridimensionalista puede explorar esta ruta para obtener una motivación extra a su solución basada en la relativización de propiedades.

### 3.4.2. Los Puntos Endurantes del Espacio Newtoniano

Otra motivación independiente estaría basada en la metafísica newtoniana del espacio-tiempo. Básicamente, como podremos recordar, para Newton el espacio y el tiempo existe de manera independiente de los objetos que existen en él. Y, además, otro de los aspectos fundamentales de su teoría es que los puntos individuales del espacio-absoluto persisten endurendo, es decir, estando totalmente presentes en todo momento.

Así pues, tomando en cuenta lo anterior, un tridimensionalista podría argumentar a favor de su postura motivando la idea de que resulta más económico postular el mismo tipo de persistencia para todos los objetos y no dos tipos de persistencia si estamos en un espacio-tiempo newtoniano. Un 3D podría obtener un punto a su favor diciendo que mientras el 4D postularía dos condiciones de persistencia (una para puntos espaciales y otra para objetos en los puntos de ese espacio) para objetos, lo cuál hace más compleja su teoría en un mundo newtoniano, el 3D es más económica, pues sólo postularía una condición de persistencia para todos los objetos, incluidos los puntos individuales del espacio absoluto.

Si bien soy consciente de que he expuesto las motivaciones anteriores de manera muy superficial, como mencioné, con esto no pretendo dar ningún argumento contundente a favor del 3D. Sólo quiero destacar que podría desarrollarse ambas propuestas para ver si, realmente, las razones que Sider da contra el 3D son suficientes.

### Conclusiones

En este último capítulo he tratado de mostrar que hay un vínculo íntimo entre el problema del viaje en el tiempo y el problema de la persistencia. He tratado de motivar lo anterior mediante dos escenarios, propuestos por Sider, para argumentar a favor de la teoría tetradimensionalista. La idea es que si el viaje en el tiempo es posible, entonces, debemos decidirnos entre el tridimensionalismo o el tetradimensionalismo. Pero, como el tetradimensionalismo acomoda mejor algunos escenarios de viaje en el tiempo, entonces, esta teoría es preferible.

De acuerdo con Sider, el tridimensionalismo no logra acomodar escenarios de viaje en el tiempo de manera intuitiva. Además, de acuerdo con Sider, la estrategia clásica del tridimensionalismo para enfrentar algunos de los problemas clásicos de la persistencia, que consiste en relativizar propiedades a tiempos, carece de motivación independiente. Aquí traté de señalar, aunque de manera muy superficial, que el tridimensionalista podría apelar a algunos elementos de los espacios-tiempos pre-relativistas para motivar, de manera independiente su estrategia. Por tanto, a modo de conclusión, en este capítulo espero haber señalado la relación entre el debate de la persistencia y el del viaje en el tiempo.

# Referencias

1. Atkinson, D. (2000). Quantum mechanics and retrocausality. In *The Universe* (pp. 35-50). Springer, Dordrecht.
2. Balashov, Y. (2007). Defining 'exdurance'. *Philosophical studies*, 133(1), 143-149.
3. Balashov, Y. (2010). *Persistence and spacetime*. Oxford University Press.
4. Bernstein, S. (2017). Time travel and the movable present.
5. Brennan, A. (2017). Necessary and sufficient conditions. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.
6. Calosi, C. y Fano, V. (2015). A New Taxonomy of Persisting Objects.
7. Crisp, T. M. (2005). Presentism and "cross-time" relations. *American Philosophical Quarterly*, 42(1), 5-17.
8. Gilmore, C. (2007). Time travel, coinciding objects, and persistence. *Oxford studies in metaphysics*, 3, 177-198.
9. Gilmore, C. (2010). Coinciding objects and duration properties: Reply to Eagle. *Oxford studies in metaphysics*, 5, 95-111.
10. Huggett, Nick y Hofer, Carl, "Absolute and Relational Theories of Space and Motion", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2018 Edition), Edward N. Zalta (ed.).
11. Daniels, P. R. (2014). Lewisian time travel in a relativistic setting. *Metaphysica*, 15(2), 329-345.
12. Donnelly, M. (2010). 10. Parthood and Multi-Location. *Oxford Studies in Metaphysics*, 5, 203.
13. Dorato, M. (2006). The irrelevance of the presentist/eternalist debate for the ontology of Minkowski spacetime. *Philosophy and Foundations of Physics*, 1, 93-109.
14. Dasgupta, S. (2015). Substantivalism vs relationalism about space in classical physics. *Philosophy Compass*, 10(9), 601-624.
15. Einstein, A. (2015). *Relativity: The special and the general theory*. Princeton University Press.

## Referencias

---

16. Ehring, D. (1987). Personal identity and time travel. *Philosophical Studies*, 52(3), 427-433.
17. Eagle, A. (2010). Duration in relativistic spacetime. *Oxford Studies in metaphysics*, 5, 113-17.
18. Eagle, A. (2010). Location and perdurance. *Oxford studies in metaphysics*, 5, 53-94.
19. Graham, N. (2003) Space-Time Substantivalism. *The Oxford Handbook of Metaphysics*. 281-314.
20. Fano, V. y Macchia, G. (2016). A physical interpretation of Lewis' discrepancy between personal and external time in time travels. *Synthese*, 1-20.
21. Forrest, P. (2010). Can a Soufflé Rise Twice? Van Inwagen's Irresponsible Time-Travelers?. *Oxford Studies in Metaphysics*, 5, 29-40.
22. Haslanger, S. y Kurtz, R. M. (2006). Persistence: contemporary readings.
23. Hudson, H. (2014). The fall and hypertime. Oxford University Press (UK).
24. Hudson, H. y Wasserman, R. (2010). Van Inwagen on Time Travel and Changing the Past. *Oxford Studies in Metaphysics*, 5, 41-49.
25. Kagan, S. (2012). Death. Yale University Press.
26. Keller, S. y Nelson, M. (2001). Presentists should believe in time-travel. *Australasian Journal of Philosophy*, 79(3), 333-345.
27. Kutach, D. (2012). Time travel and time machines.
28. Kennett, J., y Matthews, S. (2009). Mental time travel, agency and responsibility.
29. Lewis, D. (1986). *On the plurality of worlds*. London, 5, 221-36.
30. Lewis, D. (1976). The paradoxes of time travel. *American Philosophical Quarterly*, 13(2), 145-152.
31. Lewis, D. (1976). Survival and identity.
32. Lewis, D. (1974). Causation. *The journal of philosophy*, 70(17), 556-567.
33. Loss, R. (2015). How to Change the Past in One-Dimensional Time. *Pacific Philosophical Quarterly*, 96(1), 1-11.
34. Le Poidevin, R. (2005). The Cheshire Cat problem and other spatial obstacles to backwards time travel. *The Monist*, 88(3), 336-352.
35. Martínez, M. (2011). Travelling in branching time. *Disputatio*, 4(31), 271-287.
36. Macías-Bustos, M. (2017). *Persistencia, Espacio-Tiempo y Relatividad*. (Tesis de Maestría). Posgrado en Filosofía de la Ciencia. UNAM.

37. Macías-Bustos, M. (MS). *Lewisian Time- Travel and Spatio-Temporal Vacua*.
38. Maudlin, T. (2012). *Philosophy of physics: Space and time*. Princeton University Press.
39. Meiland, J. W. (1974). A two-dimensional passage model of time for time travel. *Philosophical Studies*, 26(3-4), 153-173.
40. McCall, S., y Lowe, E. J. (2003). 3D/4D equivalence, the twins paradox and absolute time. *Analysis*, 63(278), 114-123.
41. Miller, K. (2013). Presentism, eternalism, and the growing block. *A Companion to the Philosophy of Time*, 345-364.
42. Nahin, P. J. (2001). *Time machines: Time travel in physics, metaphysics, and science fiction*. Springer Science and Business Media.
43. Newton, I. (1999). *The Principia: mathematical principles of natural philosophy*. University of California Press.
44. Norton, J. (2017). If time travel to our location is possible, we do not live in a branching universe. *Analysis*.
45. Parfit, D. (1984). *Reasons and persons*. OUP Oxford.
46. Placek, T. (2012). On individuals in branching histories. *Synthese*, 188(1), 23-39.
47. Pena-Martínez. *Identidad Personal - Las Personas en el Maravilloso Mundo de la Persistencia*. (Tesis de Licenciatura), 2016. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
48. Lewis, P. J. (2016). *Quantum ontology: a guide to the metaphysics of quantum mechanics*. Oxford University Press.
49. Rea, M. (2003). Four-dimensionalism. *The Oxford handbook of metaphysics*, 246-280.
50. Sider, T. (2001). Four-dimensionalism: An ontology of persistence and time. *Oxford University Press on Demand*.
51. Sider, T. (1996). All the world's a stage. *Australasian Journal of Philosophy*, 74(3), 433-453.
52. Smith, N. J. (2018). Time travel. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.
53. Skow, B. (2010). Extrinsic temporal metrics. *Oxford Studies in Metaphysics*, 5, 179-202.
54. Sider, T. (2005). Traveling in A-and B-Time. *The Monist*, 88(3), 329-335.
55. Savitt, S. (2005). Time travel and becoming. *The Monist*, 88(3), 413-422.
56. Sklar, L. (1977). *Space, time, and spacetime* (Vol. 164). Univ of California Press.

## Referencias

---

57. Smeenk, C., y Wuthrich, C. (2011). Time travel and time machines.
58. Van Inwagen, P. (2010). Changing the past. *Oxford studies in metaphysics*, 5, 3-28.
59. Van Inwagen, P. (1990). Symposia Papers: Four-Dimensional Objects. *Noûs*, 245-255.
60. Grey, W. (1999). Troubles with time travel. *Philosophy*, 74(1), 55-70.
61. Wasserman, R. (2016). Theories of persistence. *Philosophical Studies*, 173(1), 243-250.
62. Wright, J. (2006). Personal identity, fission and time travel. *Philosophia*, 34(2), 129-142.