



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
DOCTORADO EN FILOSOFÍA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS
EPISTEMOLOGÍA

LA PARADOJA DE LOS GEMELOS: UNA RECONSTRUCCIÓN FILOSÓFICA

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTORA EN FILOSOFÍA

PRESENTA:
MARTÍN HERNÁNDEZ PALMILLAS

TUTOR
DR. RAÚL ALCALÁ CAMPOS: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR
DR. LEÓN ROGELIO OLIVÉ MORETT: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS
DRA. ANA ROSA PÉREZ RANSANZ: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS

MÉXICO, D. F. septiembre de 2013



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.

A Irene Díaz Silva, mi amada esposa, quien con el temple de su carácter y su amor incondicional han hecho de mí un hombre perseverante en alcanzar sus ideales.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1: Sobre la noción de paradoja	
La dilatación del tiempo y la paradoja de los gemelos.....	14
La noción de paradoja.....	24
Las paradojas sintáctica y semánticas.....	40
Capítulo 2: Sobre las representaciones científicas	
La representación como práctica científica.....	51
La noción bergsoneana de representación.....	62
La representación y la paradoja de los gemelos.....	73
Capítulo 3: Sobre la solución bergsoneana a la paradoja de los gemelos	
La relatividad del movimiento y la paradoja de los gemelos.....	86
La noción de acontecimiento.....	106
El observador real y virtual.....	120
La reivindicación del sujeto en el conocimiento.....	136
El fenomenalismo relativista.....	141
Como conclusiones.....	157
Bibliografía.....	169

A manera de introducción

De acuerdo a Tomas Kuhn, una de las funciones de la ciencia normal es la revisión de la consistencia lógica del paradigma en el que se inscribe una práctica científica, esto es, entender las interrelaciones existentes entre los conceptos que constituyen el cuerpo teórico de una teoría. Esta función de la ciencia normal se explica por el hecho de que un paradigma no nace exento de dificultades conceptuales o lógicas. Este parece ser el caso de la teoría de la relatividad. Una de las dificultades conceptuales que padece la teoría está en las aparentes contradicciones que se generan con la noción de acontecimiento. En la caracterización de acontecimiento ofrecida por Einstein un acontecimiento es una entidad identificada por cuatro números, tres de ellos vinculados con el espacio y uno más vinculado con el tiempo. Con tal caracterización, cada acontecimiento en el universo es único, esto es, no hay dos o más acontecimientos que tengan los mismos cuatro números. Así pues, dados los números particulares x, y, z, t , éstos caracterizan a uno y sólo uno de los acontecimientos del universo. Con esta caracterización de acontecimiento, el movimiento de una partícula puede concebirse como una serie de acontecimientos. Y en dicha serie de acontecimientos nunca se repite un acontecimiento. Inclusive cuando el movimiento es circular o cíclico nunca se repite un acontecimiento. Así por ejemplo, una partícula que se mueve en una órbita circular o elíptica y vuelve una y otra vez al mismo punto para cumplir un ciclo más, nunca repite el mismo acontecimiento: una partícula puede estar en el mismo punto más de una vez pero nunca en el mismo instante.

Bajo la noción de acontecimiento formulada por Einstein no tiene sentido hacer pasar un par de acontecimientos que suceden simultáneamente en un sistema de referencia como el mismo par de acontecimientos que suceden no simultáneamente en otro sistema de referencia. Así como una partícula que vuelve una y otra vez al mismo punto no protagoniza una y otra vez el mismo acontecimiento, una partícula que llega junto con otra al punto M en el instante t_1 no puede, estrictamente hablando, protagonizar ese mismo acontecimiento si llega a ese mismo punto en un instante t_2 diferente a t_1 . Si estos dos acontecimientos están caracterizados en un sistema por el número t_1 , debieran estar caracterizados por un mismo número t para que se tratase del mismo par de acontecimientos.

Hay, pues, en la teoría relativista de Einstein nociones que padecen el defecto de quedar abiertos a la interpretación o ser utilizados a la ligera o sin apego al sentido dado en la propia teoría relativista. De acuerdo a Henry Bergson, la paradoja de los gemelos es una paradoja que tiene sus orígenes en una interpretación equívoca de la relatividad einsteineana. El hecho de que Einstein no haya ahondado en nociones fundamentales para su teoría relativista como la de *acontecimiento* es tierra fértil para la proliferación de las más diversas interpretaciones de esta relevante teoría; hecho que hace plausible la tesis bergsoneana acerca del origen de la paradoja de los gemelos. De acuerdo a Bergson, la paradoja de los gemelos no es un atributo de la teoría relativista einsteineana, sino una deficiencia de una interpretación a dicha teoría. En el presente trabajo de investigación asumimos la tesis bergsoneana sobre el origen de la paradoja de los gemelos y encaminamos todo nuestro esfuerzo a demostrarla. Cabe destacar, sin embargo, que por las características que ofrece Bergson del origen de dicha paradoja la ubicamos en una categoría de paradojas que no es propia de este filósofo galo pero que encaja sin duda alguna en ésta, a saber, la categoría de las paradojas semánticas. Como su nombre lo indica, una paradoja semántica es aquella que se debe a una confusión de significados. Por ejemplo, en la paradoja de Richard se toma una propiedad no aritmética como una propiedad aritmética. La

confusión aquí no es la de tomar un significado distinto al que originalmente se le da a un término dentro de un planteamiento teórico, sino en equiparar el significado de un término con el significado de otro que es usado dentro de un contexto teórico específico. En la paradoja de Richard, el término richardiana se equipara con el de aritmeticidad, esto es, la richardianidad se toma como propiedad aritmética, cuando en realidad no lo es. En el caso de la paradoja de los gemelos, ésta se debe a una confusión de significados que se dan en un término o en una serie de términos.

Si bien en el presente trabajo se adopta la tesis bergsoniana sobre el origen de la paradoja de los gemelos, no se circunscribe a analizar las nociones o términos que el propio Bergson señala como causa de la paradoja en cuestión¹, sino que además se analiza una noción que, a nuestro juicio, exhibe con mayor claridad la ambigüedad que hay detrás de dicha paradoja. La noción de acontecimiento, como ya se ha indicado, muestra un carácter ambiguo. Es básicamente en el análisis de esta noción sobre la que sustenta la ambigüedad que da origen a la paradoja de los gemelos. Como se sabe, en la teoría especial de la relatividad, la noción de acontecimiento está íntimamente ligada a la noción de tiempo. El vínculo entre una y otra noción hace que el análisis de la ambigüedad de la noción de acontecimiento sea complementario con el análisis de la ambigüedad de las nociones de *tiempo real* e *imaginario*, una y otras nociones como causa de la famosa paradoja atribuida a la relatividad einsteineana. Así pues, la tesis que se sustenta en el presente trabajo, que es complementaria de la de Bergson, es que “la paradoja de los gemelos es una paradoja semántica que se debe a la imprecisión de la noción de acontecimiento”. El presente trabajo tiene como propósito demostrar, por un lado, que la paradoja objeto de nuestra investigación se ubica en la categoría de las paradojas semánticas y, por otro, que la pertenencia a dicha categoría de paradojas se debe, entre otras cosas, a que la noción de

¹ Bergson, sugiere, por un lado, las nociones de *tiempo real* y *tiempo imaginario* y, por otro, las nociones de *observador físico* y *observador metafísico*. Cfr.

acontecimiento en la que se basa la relatividad einsteineana es interpretada en un sentido distinto al sentido dado por Einstein.

Son tres los capítulos de los que consta el presente trabajo; los dos primeros distribuidos en tres apartados o secciones, y el tercero en cuatro. Aunque existe una secuencia lógica en la disposición de los temas que aborda cada uno de los capítulos y sus respectivos apartados o secciones, es posible leer este trabajo en un sentido inverso al escrito, esto es, empezar con el capítulo III y terminar con el I.

El primer apartado del primer capítulo está destinado a mostrar el carácter que, de acuerdo a Bergson, hace que la teoría de la relatividad adquiera un carácter paradójico². Desde la perspectiva de Bergson, uno de los principios fundamentales en los que se apoya la relatividad einsteineana es el principio de la relatividad del movimiento. Conforme a este principio, el movimiento de dos cuerpos (o sistemas de referencia) que se alejan o acercan entre sí uniformemente no tiene un carácter absoluto. En este sentido, uno de los principales aportes de la teoría especial de la relatividad, conforme al propio Bergson, es el de haber puesto en evidencia la naturaleza metafísica del éter como sistema de referencia privilegiado, esto es, respecto al cual era posible determinar la magnitud real del movimiento de cualquier cuerpo. A diferencia de la física newtoneana que concibe el reposo absoluto o el movimiento absoluto de los cuerpos respecto al éter, para la física relativista einsteineana, al no existir la entidad metafísica llamada éter, no existe más que reposo y movimiento relativo. Por el principio de la relatividad del movimiento, cualquier sistema de coordenadas desde el que se observe un alejamiento o acercamiento de otro es un sistema de referencia, esto es, un sistema que es percibido en reposo por el observador que en él hace mediciones. Así pues, si dos sistemas de coordenadas se alejan entre sí y en cada uno de ellos se halla un observador, el alejamiento de dichos sistemas será percibido por el observador de cada uno de ellos como el movimiento del otro, esto es, para el

² Insistimos, este carácter paradójico no es propio de la teoría original de Einstein, sino que deriva de una interpretación hecha a dicha teoría.

observador del primer sistema, su sistema está en reposo y el segundo sistema es el que se mueve y aleja de él y, para el observador del segundo sistema, su sistema está en reposo y el primer sistema es el que se desplaza y aleja de él. Por el principio de la relatividad del movimiento, ninguno de los dos sistemas es privilegiado y, por tanto, son equivalentes como laboratorios de observación. Es precisamente a esta equivalencia entre los sistemas de coordenadas (sustentada por la relatividad de Einstein y a la que Bergson denomina bilateral y completa) a la que falta la interpretación que da origen a la paradoja de los gemelos. El primer apartado del primer capítulo es un intento de mostrar cómo, según la perspectiva de Bergson, la adopción³ incompleta del principio de la relatividad del movimiento conduce a la paradoja de los gemelos.

En el segundo apartado del primer capítulo se hace un análisis de un par de paradojas, a saber, la de Richard y la de Russell; la primera catalogada como una paradoja semántica y la segunda como sintáctica. En dicho análisis, más que abordar los rasgos que diferencian a una y otra categoría de paradojas, se ha puesto especial atención al rasgo o rasgos que comparten y las hace ser paradojas. Son tres los niveles de pensamiento en los que se analiza este rasgo paradójico: 1) inferencial, 2) proposicional y 3) conceptual. A nivel inferencial, el análisis se centra en establecer si una paradoja es un razonamiento válido o inválido, esto es, si sigue o no reglas lógicas. A nivel proposicional, el objetivo se centró en averiguar si la paradoja es una contradicción. Y, finalmente, a nivel conceptual, el análisis se circunscribió a establecer si existe o no una correspondencia entre la extensión y el contenido de alguno de los conceptos que constituyen a las proposiciones que forman parte de una paradoja. El resultado de este escrutinio fue el de que una paradoja no es, como inferencia, una falacia, sino un razonamiento válido; como proposición, no es una contradicción o proposición con la forma $\sim p \wedge p$, sino una proposición que reúne dos proposiciones contradictorias, a

³ La interpretación de la relatividad einsteineana que adopta parcialmente el principio de la relatividad del movimiento es a la que Bergson llama relatividad unilateral y parcial.

saber, $\sim p \rightarrow p$; y a nivel conceptual, se trata de un concepto en el que existe un conflicto entre su extensión y su contenido (o comprensión). El segundo apartado del primer capítulo es un intento por mostrar que la noción de richardianidad o la clase de todas las clases que no son miembros de sí mismas son de este tipo de conceptos (a cuya naturaleza denominamos “contradictoriedad”).

El tercer y último apartado del primer capítulo, por su parte, está destinado a abordar las diferencias entre las categorías de paradojas semánticas y sintácticas. Una vez más, en este apartado se abordan las paradojas de Richard y Russell, pero en esta ocasión para mostrar sus diferencias. Una y otra paradoja se toman, cada una por su lado, como representativas, respectivamente, de las paradojas semánticas y sintácticas. Tanto la paradoja de Richard como la de Russell, conforme al análisis de ellas hechas en el segundo apartado del primer capítulo, muestran formalmente una naturaleza similar: las dos se originan en conceptos contradictorios, y ambas se hacen manifiestas a través de una pregunta. En virtud de la ausencia de rasgos intrínsecos a cada una de estas paradojas que permitan diferenciarlas entre sí, a lo largo de este tercer apartado se asumió como criterio de distinción entre éstas el adoptado por aquellos que las ubican, respectivamente, como paradojas semánticas y sintácticas, a saber, la manera como se soluciona una y otra categoría de paradojas. Conforme a este criterio, la paradoja de Richard es una paradoja semántica en virtud de que se origina por una confusión de lenguajes de distinto nivel; en tanto que la de Russell es una paradoja sintáctica en tanto que es producto de una violación a las reglas que regulan la formación de proposiciones. En este mismo apartado se analizan las paradojas del barbero y del cretense o mentiroso. En el análisis hecho a este último par de paradojas se destaca nuevamente la ausencia de diferencias formales entre estas paradojas, y entre estas y las paradojas de Richard y Russell. Y nuevamente se muestra que la falta de rasgos intrínsecos que las diferencien entre sí, hace que se adopte el criterio de la manera de solucionarlas como manera de diferenciarlas. Es de llamar la atención que, a pesar de que la paradoja

del barbero sea formalmente semejante a las otras tres paradojas analizadas en este apartado, se la excluye tanto de la categoría de las paradojas semánticas como sintácticas. Tanto la idea de “un barbero que afeita a todos los hombres de un pueblo que no se afeitan a sí mismos” como la idea de “una clase que contiene a todas aquellas clases que no son miembros de sí mismas” se originan en una circularidad que introducen en un concepto la contradictoriedad. La manera de solucionar la paradoja de Russell es apelando a la teoría de tipos creada por el propio Russell. En tanto que la paradoja del barbero se soluciona asumiendo que “no existe un barbero que afeite a todos los hombres de un pueblo que no se afeitan a sí mismos”. La solución a la paradoja del barbero reconoce que no existe entidad fáctica que reúna como naturaleza dos rasgos opuestos (la de afeitarse y no afeitarse a la vez). La paradoja de Russell, por el contrario, no puede negar la existencia de un concepto que reúne como naturaleza los rasgos de ser miembro y no ser miembro de sí mismo; por ello, recurre a la teoría de tipos para solucionar tal paradoja. El análisis hecho a estas paradojas, pues, destaca como criterio para caracterizar a las paradojas en semánticas o sintácticas el de la manera de solucionar las paradojas.

Para Bergson, la paradoja de los gemelos se resuelve cuando, entre otras cosas, se distingue el tiempo real y los tiempos imaginarios o cuando se distingue al observador físico de los observadores metafísicos. Por la caracterización de la solución a la paradoja de los gemelos que ofrece Bergson, esta paradoja es semántica. Si las paradojas semánticas se deben a una confusión de lenguajes y la paradoja de los gemelos es una paradoja semántica, la tarea que queda por delante es establecer la confusión de lenguajes a la que se debe esta paradoja. En particular, para Bergson, la paradoja de los gemelos se debe a una confusión de representaciones que se da al momento de interpretar la teoría relativista einsteineana. En base a la caracterización del origen de esta paradoja ofrecida por Bergson, el segundo capítulo está dedicado a mostrar que las representaciones científicas son un lenguaje y que, en efecto, la paradoja de los gemelos se debe a una confusión de representaciones. En este lenguaje

científico, los símbolos (ya sean los matemáticos o las propias palabras del lenguaje natural) toman el lugar de las entidades que el científico pretende explicar.

El primer apartado del segundo capítulo aborda la caracterización de la representación científica ofrecida por Andoni Ibarra. De los aspectos que toma Ibarra para caracterizar a la representación científica, han sido de fundamental importancia para este trabajo los vinculados con el lenguaje. Antes de abordar los rasgos lingüísticos que caracterizan a las representaciones científicas se abordan las dos categorías de representaciones que identifica Andoni Ibarra: 1) las representaciones isomórficas, y 2) las representaciones homomórficas. De estas dos categorías de representaciones, se pone una especial atención a explicar las representaciones homomórficas, pues son estas las que Ibarra considera como las representaciones científicas. En el primer apartado de este segundo apartado destaca un análisis de la función subrogatoria de esta categoría de representaciones, función que deja entrever el carácter lingüístico de las representaciones científicas: “El aspecto remarcable de esta representación es que permite razonar y operar con números subrogadores, para obtener finalmente conclusiones pertinentes para los dominios representados...la función característica que hace posible, a saber, la inferencia de conclusiones relevantes para el dominio representado, obtenidas en las imágenes correspondientes del ámbito representante. Llamamos *razonamiento subrogatorio* a este tipo característico de razonamiento teórico”⁴. En la función subrogatoria, los constructos simbólicos, como es el caso de las expresiones matemáticas, son entidades a través de las cuales no sólo se representan a otras entidades, sino también a las operaciones que sobre ellas se pueden realizar. Como se mostrara en este primer apartado del segundo capítulo, para Andoni Ibarra, el lenguaje de las matemáticas es el rasgo fundamental de las representaciones científicas.

Por su parte, el segundo apartado del segundo capítulo está dedicado a exponer la noción bergsoniana de representación. En la exposición de los rasgos que caracterizan a la noción

⁴ Ibarra Andoni, 1997, *ibidem*, p. 111

bergsoniana de representación, se ha hecho un énfasis en aquellos rasgos que la asemejan con la noción de representación de Andoni Ibarra. Por un lado se muestra que la representación bergsoniana, al igual que la de Ibarra, es un sustituto de la cosa, esto es, algo que está en lugar de la cosa misma. Y al igual que la representación en Ibarra, la representación bergsoniana no es una mera copia de la cosa que representa, sino una entidad cuyos elementos no se hallan en la misma relación que los elementos que constituyen a la cosa representada tienen entre sí. El segundo apartado del segundo capítulo mostrará que en Bergson, como en Andoni Ibarra, las representaciones científicas son entidades que guardan una relación homomórfica con lo representado, esto es, en una representación científica no es posible encontrar una relación de semejanza con lo representado como la que hay entre una fotografía y la persona fotografiada. Por otro lado, también en el segundo apartado del segundo capítulo se muestra que las representaciones científicas, de acuerdo a la perspectiva de Bergson, son entidades cuyo rasgo fundamental es de carácter matemático. De este modo se muestra que, al igual que Ibarra, Bergson caracteriza a las representaciones científicas como un lenguaje propiamente matemático. En consonancia con esta caracterización de la representación científica, Bergson, al analizar el origen de la paradoja de los gemelos como una confusión de representaciones, parte de un análisis de “las transformaciones de Lorentz⁵”. Este análisis a las transformaciones de Lorentz demuestra que, para Bergson, el origen de la paradoja de los gemelos se debe al hecho de tomar esta serie de expresiones matemáticas en un sentido distinto al dado por Einstein.

En el tercer apartado del segundo capítulo se hace una presentación de los aspectos específicos que Bergson considera como fuente de la paradoja de los gemelos. En particular, son dos los aspectos que se abordan en este apartado, a saber: 1) la omisión del principio de la relatividad del movimiento, y 2) la confusión entre tiempos metafísicos y tiempo real. En cuanto a la omisión del principio de la

⁵ En el primer apartado del primer capítulo se expone algunos aspectos del análisis hecho por Bergson a las transformaciones de Lorentz.

relatividad del movimiento, se explicará el papel que, de acuerdo a Bergson, juega este principio en la relatividad de Einstein. En base a este principio se explicará también la diferencia entre la relatividad einsteineana, a la que Bergson denomina relatividad completa, y la relatividad unilateral e incompleta, que, de acuerdo al propio Bergson, es una interpretación a la relatividad de Einstein por parte de físicos como André Metz. Como podrá apreciarse en este apartado, la diferencia entre una y otra relatividad radicarán en la asunción completa o incompleta del principio de la relatividad del movimiento. La relatividad completa, de acuerdo al análisis hecho en este apartado, será la que asume completamente el principio de la relatividad del movimiento, esto es, la que, dados los sistemas S y S' en movimiento relativo uno respecto al otro y realizados en ambos el mismo experimento con rayos de luz, afirmará que ambos sistemas son equivalentes como observatorios: las observaciones realizadas en uno y otro sistema son idénticas entre sí, tanto del experimento realizado a su interior como del realizado en el otro sistema. La relatividad incompleta será, por el contrario, aquella que afirma una equivalencia parcial entre las observaciones realizadas en uno y otro sistema. En cuanto a la diferencia entre los tiempos metafísicos y el tiempo real, esta se explicará como una consecuencia de la asimetría entre las observaciones realizadas en cada uno de los dos sistemas respecto al experimento realizado en el otro sistema. En la exposición de la diferencia entre los tiempos metafísicos y real se aborda la caracterización que hace Bergson de cada uno de estos tipos de tiempo: el tiempo real es el tiempo que experimenta y vive el observador al interior del sistema en el que se encuentra; en tanto que el tiempo metafísico es el tiempo que concibe el observador de un sistema como experimentado o vivido por el observador de cualquier otro sistema.

El tercer capítulo tiene como propósito presentar los elementos que hacen plausible la idea de que la paradoja de los gemelos es una paradoja semántica. El primer apartado de este capítulo presenta la caracterización de acontecimiento de North Whitehead Alfred, quien, al ser colaborador de Russell, estaba familiarizado con el tema de las paradojas. La caracterización del acontecimiento ofrecida por

Whitehead pretende ser una complementación de la ofrecida por Einstein. Como podrá apreciarse, la noción de acontecimiento de Whitehead recoge el rasgo fundamental de la de Einstein, a saber, que un acontecimiento es una entidad cuya identidad queda determinada por cuatro números específicos. La riqueza de elementos que presenta la noción whiteheadeana del acontecimiento, ofrecen pautas para discernir entre sí diversas categorías de acontecimientos. Al abordar la noción whiteheadeana de acontecimiento, se ha procura presentar los diversos tipos de acontecimiento que reconoce este pensador. Es de vital importancia para este trabajo, el reconocimiento que hace Whitehead de la observación como un acontecimiento, esto en virtud de que una de las aristas que asume la confusión de lenguajes que da origen a la paradoja de los gemelos, es la confusión entre la observación de un acontecimiento y el acontecimiento mismo. En este primer apartado, pues, se expone caracterización que hace Whitehead de la observación como acontecimiento.

Cuando se habla de la distinción entre el acontecimiento y la observación de este acontecimiento, se habla propiamente de la diferencia entre el acontecimiento y su imagen. Un acontecimiento es una entidad que tiene una existencia autónoma al observador. Contrariamente a ésta, la imagen es una entidad que existe sólo para la observación: es la entidad que percibe el sujeto en la observación. El segundo apartado del tercer capítulo está destinado a analizar la manera cómo se origina la imagen en el sujeto. En este apartado se mostrará que, en la interpretación que da pie a la paradoja de los gemelos, hay dos tipos de imágenes: 1) las que se originan a través de un proceso físico, y 2) las que se originan mediante un proceso que puede caracterizarse de metafísico. A partir de estas, se expone las diferencias entre dos tipos de observadores. Para Bergson, la paradoja de los gemelos está motivada por la confusión en dos niveles de discurso que se hallan presentes en la interpretación a la teoría especial de la relatividad de Einstein. Uno es el discurso que se desarrolla a partir del carácter físico de los observadores que intervienen en los planteamientos einsteineanos, y otro el que se desarrolla a partir del carácter metafísico que se le otorga a los observadores de los

mismos planteamientos por parte de la interpretación que conduce a la paradoja de los gemelos. En el segundo apartado se abordan los rasgos que diferencian entre sí a los observadores real y metafísicos, observadores; entidades cuya confusión genera, según la perspectiva de Bergson, la paradoja en cuestión.

Por lo que respecta al último apartado del tercer capítulo, éste se aboca a analizar el punto de vista de Hans Reichenbach respecto a la física newtoneana y la física einsteineana. En particular, desarrollamos las diferencias epistemológicas que hay entre una y otra teoría física, según Reichenbach. De acuerdo a este pensador, la relatividad no sólo abandona el concepto newtoneano de tiempo y espacio. También adopta una noción de materia distinta a la de Newton. Esto sin embargo, no es un simple cambio de nociones. Para Reichenbach, la física einsteineana lleva a cabo un cambio más contundente. El objeto de estudio de la física einsteineana es radicalmente diferente al de la física newtoniana. Si a la física newtoniana le interesaba describir los acontecimientos, a la física einsteineana le interesará describir la observación de los acontecimientos. El tercer apartado del tercer capítulo intentará mostrar cómo el sentido de la relatividad einsteineana corresponde a este viraje epistemológico respecto a la teoría de Newton.

CAPÍTULO 1
(Sobre la noción de paradoja)

La dilatación del tiempo y la paradoja de los gemelos

No se puede desligar a la teoría especial de la relatividad de la cuestión de la naturaleza del tiempo o, al menos, de su transcurrir. De igual manera, no se puede desligar la cuestión del transcurrir del tiempo sin tratar el tema de los relojes. De hecho, al formular sus ideas relativistas fundamentales, Einstein hecha mano de relojes imaginarios para lograr una explicación convincente de las mismas. Cualquier exposición convincente de esta teoría o cuestión vinculada con esta no puede prescindir de la caracterización de aquello de lo se sirve el hombre para medir el paso del tiempo. En particular, la exposición de la paradoja de los gemelos requiere, por lo menos, de una breve caracterización de lo que es un reloj.

Un reloj no es una creación, sino un descubrimiento, esto es, un algo dado en la naturaleza. En tal caso, el papel del hombre ha consistido en entender los fundamentos de lo que es un reloj y proveer de estos al conjunto de componentes que dispone para construir relojes artificiales. La sucesión del día y la noche, la ubicación de una estrella o un planeta en el firmamento o la sucesión de las estaciones del año son algunos ejemplos de relojes dados en la naturaleza con los que el ser humano ha contabilizado el tiempo.

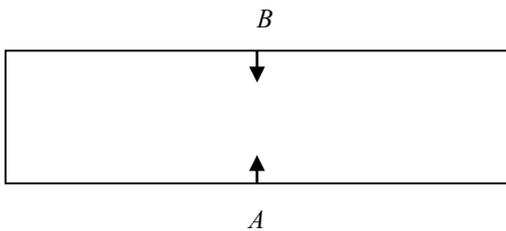
¿Cuáles son los fundamentos de un reloj? Sin considerar la fuente de la que un reloj se abastece de energía y que dicha energía se consume durante el funcionamiento de este⁶, son dos los principios

⁶ Para entender algunos detalles técnicos que hay detrás de la construcción de relojes, véase Sarmiento Antonio, *El fantasma cuyo andar deja huella: la evolución del tiempo*, ed. F.C.E., México, 2001, p. 33-80

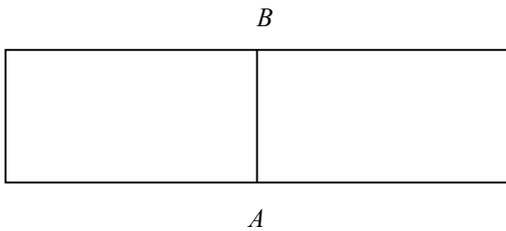
fundamentales de un reloj: 1) la regularidad, 2) la ciclicidad. Estas dos son características que todo reloj natural o artificial posee intrínsecamente. La regularidad es la propiedad por la cual el funcionar o marchar del reloj se mantiene a un ritmo o rapidez constante. En este sentido, todo proceso natural que sucede sin variación alguna en su rapidez es un reloj siempre y cuando se combine con la propiedad de ciclicidad. Por ciclicidad se entiende la capacidad que tiene un proceso de repetirse periódicamente. Un proceso que atraviesa por una serie de fases es cíclico si recorre de manera sucesiva dichas fases y al concluir la última fase le sigue de nueva cuenta la primera fase una y otra vez de manera regular. El movimiento en línea curva cerrada es cíclico porque después del último punto de la línea le sigue el primero. Con esta misma propiedad están el ir y venir de un péndulo, el abrir y cerrar de las válvulas del corazón, el vibrar de un átomo o una molécula o el bien conocido suceder del tic tac de los relojes convencionales. Todo proceso natural o implementado por el ser humano cuyas fases se suceden regular y cíclicamente son relojes. Pero junto a estas dos propiedades hay una más por la que los relojes son lo que son. Esta última es una propiedad íntimamente vinculada con la actividad humana de contar. Un reloj natural se manifiesta como tal cuando el ser humano contabiliza los ciclos que una y otra vez se repiten de manera regular. La actividad humana de contabilizar se sustituye en los relojes artificiales con un mecanismo que va señalando una sucesión de números. Como una tercera característica de los relojes, pues, está la de que sus ciclos son enumerables. Cualquier proceso que oscile o se repita regularmente y sus ciclos sean enumerables es un reloj.

En los experimentos mentales de Einstein es posible valerse de un reloj ideal que permita dilucidar la idea fundamental en la que se basa la paradoja de los gemelos. Imaginemos que un par de gemelos, Juan y Pablo, construyen un par de relojes de iguales características y desean probar el funcionamiento de ambos instalándolos en sistemas de referencia distintos: 1) un tren y 2) un terraplén, uno moviéndose respecto al otro de manera uniforme. Los relojes en cuestión constan de

dos espejos colocados en línea recta perpendicular a la línea en la que se mueve uniformemente el tren, uno colocado dentro del tren y el otro en el terraplén. Por las idénticas características de los relojes, la distancia entre los espejos del reloj del tren es la misma que entre los espejos del reloj del terraplén. Cada uno de estos relojes consiste en enviar una señal de luz desde el espejo *A* al espejo *B*. Considerando la constancia de la velocidad de la luz y que la luz es reflejada por los espejos, la señal de luz viajará del espejo *A* al espejo *B* y de éste al espejo *A* en forma regular y cíclica. El salir o ser reflejado por el espejo *A* es el tic de estos espejos y el ser reflejado por el espejo *B* el tac:

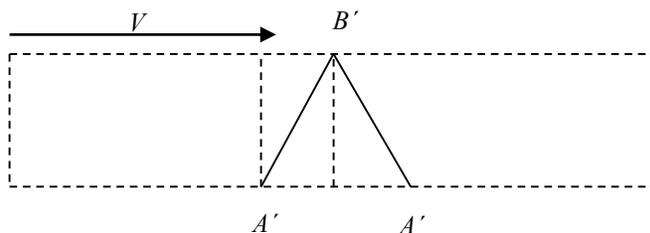


Pablo, que se halla en el terraplén, ve que la línea recta que describe la señal de luz en su periódico viajar del punto *A* al punto *B*, y viceversa, es perpendicular a la horizontal que tiene por suelo en el terraplén:



Este mismo escenario espera Pablo observar en el reloj instalado en un tren en movimiento, el cual ha de llevar a Juan y se moverá uniformemente a una velocidad v . Sin embargo, el escenario que contempla Pablo en este reloj es distinto al que contempla en el reloj que tiene en el terraplén. En virtud de que la señal de luz del reloj interior al tren (como cualquier otra señal de luz) no se transmite de manera instantánea de un punto a otro y puesto que a la vez que se mueve hacia el espejo receptor este se mueve con el tren, la señal de luz se desvía de la línea recta vertical en la que se encontraban

los dos espejos al momento de salir aquella del espejo emisor. La señal de luz describe una línea recta sesgada cuya inclinación está determinada por la distancia que recorre el espejo receptor entre el momento que recibe la señal de luz y el momento que ésta parte del espejo emisor:



Es fácil advertir, sin embargo, que la inclinación de la línea $A'B'$ está en función de la velocidad del tren y es igual a $\frac{AB}{vt}$.⁷ Si se comparan AB y $A'B'$, se encontrará que $A'B' = \sqrt{(AB)^2 + (vt)^2}$, es decir, que $A'B'$ es mayor que AB . La separación del tic tac del reloj del tren es mayor que la del tic tac del terraplén. Al aumento de separación que experimenta el tic tac del tren es a lo que se llama, en términos de la relatividad, la dilatación del tiempo. Al hacerse más espaciados los tic tac's del tren, la sucesión de estos se hace más lenta que los del reloj del terraplén. Así por ejemplo, si la separación de los tic tac's del reloj del tren es el doble de la separación de los tic tac's del reloj del terraplén, entonces por cada tic tac que suceda del primero habrán de suceder dos del segundo, esto es, el transcurrir del tiempo en el tren es más lento que el transcurrir del tiempo en el terraplén.

Si Juan y Pablo son gemelos, es de esperar que, para cualquier instante t , la edad del primero es igual a la del segundo, esto es, comparten en su envejecimiento iguales edades en iguales tiempos. De acuerdo al sentido común, se espera que esta propiedad de las edades de Juan y Pablo se mantenga en cualquier circunstancia, inclusive durante el viaje que realiza uno de ellos. Bajo esta consideración, se espera que la edad de Juan sea la misma que la de Pablo al concluirse dicho viaje. Empero, si la velocidad del tren en el que viaja Juan es tal que la magnitud que recorre la luz del punto A' al punto

⁷ La magnitud AB corresponde a la distancia que hay entre el punto A' y el punto B' en un instante determinado.

B' es diez veces la que hay entre los puntos A y B ($A'B' = 10AB$), el tic tac del reloj que acompaña a Juan es diez veces más largo que el tic tac del reloj que se halla en el terraplén junto con Pablo. En tal caso, el envejecimiento de Juan que transcurre conforme a la sucesión de los tic tac's del reloj que acompaña es diez veces más lento que el envejecimiento de Pablo (envejecimiento que transcurre conforme a la sucesión de los tic tac's de su propio reloj de espejos). De este modo, si de acuerdo al reloj de Pablo han pasado diez años desde que Juan se marchó hasta su retorno, para el reloj de Juan sólo ha pasado un año. Si al momento de partir Juan y Pablo tenían 20 años, Juan tiene 21 y Pablo tiene treinta. Contrariamente a lo que se esperaba, la propiedad de igual entre las edades de Juan y Pablo se ha perdido y Juan es nueve años más joven que Pablo. A esta desfase entre los ritmos de envejecimiento de Juan y Pablo (el que tengan edades distintas al concluir el viaje) es a lo que se conoce como *la paradoja de los gemelos*.

Esta, sin embargo, es la manera más sencilla de plantear esta paradoja. O, mejor aún, en esta manera de plantear la paradoja de los gemelos se aborda el aspecto menos complicado de esta. Su aspecto embarazoso y, por ende, fundamental se encuentra en la contradicción entre el principio de la relatividad del movimiento y el principio de la relatividad del tiempo; éste último consecuencia del primero. Por el primero, se acepta que ningún sistema de referencia es privilegiado al usarse en la descripción de los acontecimientos o fenómenos que se suscitan en lo que llamamos realidad, esto es, la descripción de cualquier acontecimiento es la misma en cualquier sistema de referencia (principio de la relatividad). Por el segundo, se acepta que no hay un tiempo absoluto, sino relativo al sistema de referencia desde el que se observe o mida los acontecimientos. Por el principio de la relatividad del tiempo, se acepta que el tiempo transcurre de manera diferente en sistemas de referencia diferentes como los del tren y el terraplén referidos en los planteamientos de Einstein. Como a continuación se explicará, el principio de la relatividad del movimiento niega a su propia consecuencia, que es el principio de la relatividad del tiempo. Y viceversa, aceptar que el tiempo transcurre de manera

diferente en sistemas de referencia diferentes obliga a aceptar el principio de la relatividad del movimiento.

Para mostrar el aspecto embarazoso de la paradoja de los gemelos es conveniente retomar la idea del viaje espacial a velocidades cercanas a la velocidad de la luz e introducir una variante al planteamiento original. Si al par de gemelos se sustituye por un trío de mellizos y cada uno de ellos se ubica en un sistema de referencia para repetir los experimentos efectuados por el par de gemelos, en lo fundamental se conservan los planteamientos relativistas pero con detalles que no se mostraban con los gemelos.

En lugar de dos relojes de espejos, considérese tres: uno en el sistema de Pablo, otro en el sistema de Juan y un tercero más en el sistema de David. Como en el caso de los gemelos, los relojes del trío de mellizos son de idénticas características: formado cada uno por dos espejos entre los que media una distancia que es la misma que media entre los espejos de los otros dos relojes, esto es, $\overline{AB} = \overline{A'B'} = \overline{A''B''}$. Los sistemas S' y S'' se mueven respecto al sistema S a velocidades constantes y distintas entre sí en un viaje de ida y vuelta desde el sistema S hacia el centro de la galaxia X . A fin de que Juan y David se reúnan conjuntamente con Pablo, uno u otro realizarán varios viajes de ida y vuelta hacia el remoto lugar⁸. La consideración de hacer viajar varias veces a nuestros intrépidos personajes es a fin de evitar el supuesto de que, al concluir el viaje de David después al de Juan, la perspectiva que tenga David de la edad de Juan sea distinta de la de Pablo en virtud de que mientras él sigue viajando Juan ya se halle junto a Pablo. Bajo esta consideración, Juan y David marcharán, desde la perspectiva de Pablo, a la vez y a diferentes velocidades, realizando varios viajes de ida y vuelta al centro de la galaxia X , regresarán a la vez y se reunirán conjuntamente con Pablo.

⁸ Si ambos marchan a la vez con velocidades distintas, no retornarían a la vez con Pablo. Este inconveniente se resuelve hallando lo que en el lenguaje matemático se conoce como el mínimo común múltiplo de dos o más números. Para el caso, los números en cuestión son el tiempo que, desde la perspectiva de Pablo, le lleva a cada viajero realizar el viaje de ida y vuelta.

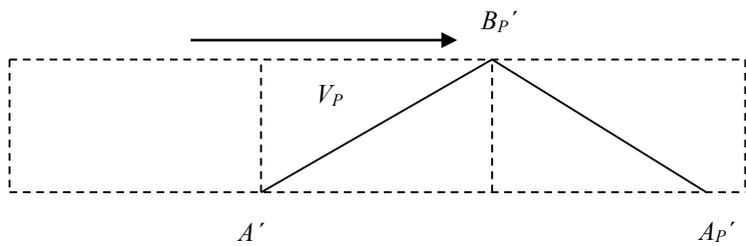
Si la velocidad del tren de Juan es tal que, desde el terraplén de Pablo, la distancia que viaja la señal de luz entre los puntos A' y B' (esto es, los tic tac's del reloj del tren de Juan) es diez veces mayor que la que recorre la señal de luz entre los puntos A y B (los tic tac's del reloj del terraplén), entonces cada año que pase para Juan habrán pasado diez para Pablo. Estos valores los registra Pablo bajo la condición de que su sistema de referencia se halla en relativo reposo respecto al sistema de Juan que se halla en relativo movimiento

Si, a diferencia del tren de Juan, el de David lleva una velocidad tal que, desde el mismo terraplén de Pablo, la distancia que viaja la señal entre los puntos A'' y B'' (esto es, los tic tac's del reloj del tren de David) es cinco veces mayor que la que recorre la señal de luz entre los puntos A y B , cada año que transcurre para David habrán transcurrido cinco para Pablo. Al igual que en el caso anterior, estos valores los registrará bajo la condición de que su sistema de referencia se halla en relativo reposo respecto al sistema de David que se halla en relativo movimiento.

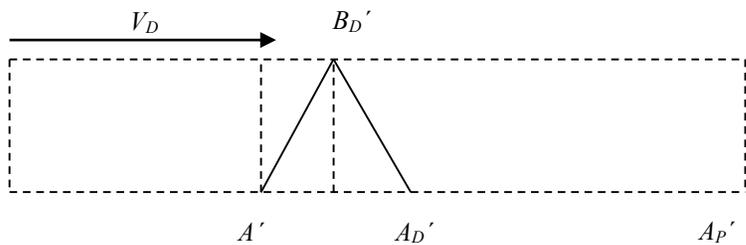
Por el principio de la relatividad del movimiento, no sólo Pablo toma a su sistema de referencia en reposo y a los de Juan y David en movimiento; sino también Juan (lo mismo que David) puede tomar su sistema de referencia en reposo y el de Pablo y David en movimiento. Al no haber reposo ni movimiento absolutos (principio de la relatividad del movimiento), cada uno de estos observadores toma a su sistema en reposo y el de los otros en movimiento. Así pues, si desde la perspectiva de Pablo su sistema se halla en reposo y el de Juan se mueve a una velocidad v_x respecto al suyo, entonces desde la perspectiva de Juan es su sistema el que se halla en reposo y el de Pablo el que se mueve a una velocidad v_x respecto al suyo. Por igual, si desde la perspectiva de Pablo su sistema de referencia se halla en reposo y el de David se mueve respecto al de él a una velocidad v_y , entonces desde la perspectiva de David es el de Pablo el que se mueve a una velocidad v_y respecto al de él que, desde la propia perspectiva de David, se halla en reposo. En general, por el principio de la relatividad del movimiento, la velocidad a la que se mueve un sistema S' respecto a un observador en el sistema S es

la misma a la que se mueve este sistema respecto a un observador que se halla en el sistema S' . Como Juan y David se mueven respecto a Pablo a diferentes velocidades, con estas mismas velocidades mirarán el sistema de Pablo moverse respecto a los suyos, aunque Juan vea el sistema de Pablo moverse a la misma velocidad a la que su sistema es visto moverse respecto al de Pablo.

No obstante estas consideraciones, puede elegirse un caso particular que simplifique la exposición de la paradoja de los gemelos en el aspecto que nos interesa. Si desde el sistema de Pablo la velocidad del sistema de David es la mitad de la velocidad del sistema de Juan, entonces la velocidad del sistema de Juan con respecto al sistema de David puede tomarse como la mitad de la velocidad con respecto al sistema de Pablo. Así pues, al mirar Pablo y David el tren de Juan moverse respecto a sus sistemas, observarán que se mueve a distinta velocidad. Por esta misma razón, al observar el reloj de espejos que acompaña a Juan, apreciarán escenarios diferentes. Mientras Pablo observa:



David observa:



Esto es, mientras Pablo aprecia que los tic tac's del reloj de Juan se dilatan en una proporción de 10 a 1, David aprecia que los tic tac's del mismo reloj se dilatan en una proporción de 5 a 1. Para

Pablo, el tiempo en el sistema de Juan transcurre 10 veces más lento que en su sistema; mientras que para David, el tiempo en el sistema de Juan transcurre 5 veces más lento que en el suyo. Así las cosas, diez años transcurridos en la vida de Pablo corresponderán a un año transcurrido en la vida de Juan. En tanto que para David, cinco años de su vida transcurridos corresponderán a un año de vida de Juan. Si el viaje de Juan y David (desde el punto de vista del sistema de Pablo) dura 20 años, ¿cuántos años tendrá Juan para Pablo y David cuando concluya el viaje. Si (para Pablo) Juan envejece diez veces más lento que él y David cinco veces más lento, entonces en veinte años Juan tendrá 18 años menos que él y David 16. Si en los veinte años transcurridos de Pablo sólo han transcurrido cuatro de David; entonces para David, en los cuatro años que dura el viaje al centro de la galaxia X , Juan sólo ha envejecido $4/5$ de año. Si el viaje se inicio cuando los tres tenían 20 años y concluye cuando Pablo tiene 40; resulta que, para Pablo, Juan tiene 22 años, en tanto que, para David, tiene $20 \frac{4}{5}$ de año.

Si no existe marco de referencia privilegiado o en absoluto reposo desde el que pueda determinarse el movimiento absoluto de los cuerpos (tal y como lo sostiene la teoría especial de la relatividad), el movimiento del tren de Juan no es absoluto y sólo es posible establecer su movimiento relativo, tanto con respecto al terraplén de Pablo como con respecto al tren de David. En este caso, tanto lo que observan Pablo como David respecto al tren y el reloj de Juan tienen el mismo valor epistemológico y no es posible, bajo la perspectiva de la misma teoría de Einstein, privilegiar las observaciones de uno sobre las del otro. Esto, sin embargo, conduce a la absurda idea de que una misma persona envejece a la vez a diferentes ritmos. Si no es posible que Juan envejezca a la vez 10 y 5 veces más lentamente (esto es, que un Juan de 22 años y $20 \frac{4}{5}$ años descienda de su nave espacial) y que sólo uno estos de dos ritmos de envejecimiento sea el que realmente sucede, entonces uno de los dos sistemas de referencia desde el que se ha observado el paso del tiempo en el reloj de Juan ha fallado como laboratorio de observación. En tal caso, uno de ellos es el privilegiado para observar desde él el paso real de tiempo en el sistema de Juan.

Pero si no se puede privilegiar al sistema de Pablo ni al de David y desde cada uno se observa lo que sucede, entonces Juan se habrá duplicado durante el viaje: uno para cada observador. De este modo, para n sistemas desde los que se observe a Juan moverse en las condiciones establecidas por la teoría especial de la relatividad, Juan se multiplicará n veces si todos los sistemas de referencia tienen el mismo status epistemológico y ninguno de ellos erra al describir lo que sucede en el sistema de Juan.

Estos resultados, sin embargo, atentan contra uno de los principios fundamentales de la física, a saber, el de que la materia no se crea ni destruye, sólo se transforma. En las siguientes páginas de este trabajo intentaremos exponer la solución ofrecida por Henri Bergson a la paradoja de los gemelos en el aspecto que se ha mostrado y que contradice al principio de la conservación de la materia.

La noción de paradoja

En términos generales, se ha indagado la naturaleza de las paradojas en dos tópicos: 1) En el de las proposiciones o enunciados, y 2) en el de los razonamientos o argumentos. Por un lado se hace referencia de las paradojas como contradicciones⁹; y por el otro como falacias¹⁰. Aunque hay claras diferencias entre lo que es una proposición y lo que es un razonamiento, entre ambas temáticas existe una estrecha relación que pudiera conducir a considerar indistintamente a una paradoja como una contradicción o como una falacia; esto es, como una contradicción cuando el carácter paradójico se lo ubica a nivel de los valores de verdad que hay entre una proposición p y otra $\sim p$, o como una falacia cuando el carácter paradójico se lo coloca a nivel de la relación lógica que hay entre una y otra de dichas proposiciones, relación por la cual se afirma que una de estas proposiciones no se sigue de la otra. Aunque las paradojas fueran de un tipo de razonamiento que conduce a contradicciones, no debe tomarse a éstas indistintamente como contradicciones o falacias; es importante dejar en claro el aspecto por el que se le cataloga de paradoja: por el carácter contradictorio que hay entre dos de sus proposiciones o por el carácter falaz de la relación de consecuencia lógica que hay entre una de sus

⁹ Bertrand Russell es un notable representante de los filósofos que consideran a las paradojas como contradicciones. Véase Bertrand Russell, *La lógica matemática y su fundamentación en la teoría de los tipos*, ed. Taurus Ediciones, Madrid, 1966

¹⁰ Quine es un claro ejemplo quien se refiere a la paradojas como falacias; en su obra *The ways of paradoxes and other essays*, se refiere a los distintos tipos de paradojas que destaca como falacias. Véase W.V. Quine, *The ways of paradoxes and other essays*, ed. Random House, New York, 1966

proposiciones como premisa y otra como conclusión. Si los análisis sintácticos o semánticos encaminados a resolver paradojas hacen distinciones sutiles entre estructuras lingüísticas o semánticas cuya confusión o consideración indistinta podría ser el origen de éstas, sería lamentable no valerse de análisis similares para hallar la sutil diferencia entre la caracterización de la paradoja como una contradicción y su caracterización como una falacia. Si con la diferenciación de estructuras sintácticas o semánticas que se tomaban por iguales se proponen soluciones a paradojas; con la diferenciación entre una y otra caracterización de paradoja nos proponemos aclarar cuán determinante es uno y otro aspecto en la naturaleza de lo que llamamos paradoja.

Antes de analizar una paradoja y apreciar sus aspectos proposicional e inferencial, sería conveniente recurrir a nuestros cursos básicos de lógica y recordar algunas diferencias elementales entre lo que es una proposición y lo que es una inferencia o razonamiento. Si bien ambas entidades son construcciones racionales, una es menos compleja que la otra. Las proposiciones son construcciones que tienen a los conceptos por elementos constituyentes; en tanto que los razonamientos tienen a las propias proposiciones como sus elementos estructurales. Como elementos de los razonamientos, las proposiciones se hallan en un nivel inferior de complejidad al de los razonamientos. En relación con los conceptos, una inferencia¹¹ se constituye de los conceptos que forman parte de las diversas proposiciones que la constituyen. Las proposiciones y los razonamientos también se diferencian por la manera en que se les juzga o evalúa. Mientras que a las proposiciones se las puede calificar de verdaderas o falsas, a los razonamientos se los puede catalogar de válidos o inválidos. Una proposición se toma por verdadera o falsa cuando sus términos sujetos y predicado guardan o no la relación lógica que corresponde a dichos términos por su significado o en tanto

¹¹ Sin contar aquellas en las que se invierte el orden de los términos

conceptos¹². Un razonamiento se considera válido o inválido cuando la conclusión que de él se obtiene guarda o no una relación de consecuencia con respecto a las premisas, es decir, cuando existe o no una relación de necesidad lógica¹³ entre las premisas y la conclusión. Así como en el ámbito legal se califica de lícito o ilícito al proceder que está de conformidad o no con las leyes, en el ámbito de la lógica se cataloga de válida o inválida una deducción si al efectuarla se contemplan o no las leyes lógicas: Un razonamiento es válido o inválido si en la obtención de la conclusión se procede o no conforme a reglas de deducción lógica. La validez e invalidez, pues, son propiedades distintas a las de verdad y falsedad; y también lo son las construcciones de las que se predica¹⁴.

En consecuencia, cuando se caracteriza a las paradojas como contradicciones o falacias, se las está caracterizando también como proposiciones falsas o razonamientos inválidos. Aunque diferentes, las caracterizaciones de las paradojas como contradicciones o como falacias tienen algo en común: en unas y otras se las considera negativamente, esto es, como construcciones racionales que no cumplen con determinados requerimientos lógicos. En las siguientes páginas, valiéndonos de la lógica de enunciados, intentaremos aclarar la naturaleza proposicional o inferencial de algunas de las paradojas que actualmente se consideran interesantes.

Como sistema formal, la lógica de enunciados posee una serie de rasgos que la caracterizan como un cálculo, esto es, como un conjunto de procedimientos a través del cual es posible determinar los valores de verdad de una proposición a partir de los valores de verdad de otras proposiciones.

¹² Es verdadera cuando en ella se afirma la relación que corresponde al significado de sus términos, y falsa cuando en ella se niega dicha relación. En tal sentido, la verdad y falsedad, como lo indica A. J. Ayer, no son más que signos de afirmación o de negación: “Cuando, por ejemplo, se dice que la proposición «La reina Ana ha muerto» es verdadera, todo lo que se está diciendo es que la reina Ana ha muerto. Y, de un modo análogo, cuando se dice que la proposición «Oxford es la capital de Inglaterra» es falsa, todo lo que se está diciendo es que Oxford no es la capital de Inglaterra”. Véase A. J. Ayer, *Lenguaje, verdad y lógica*, ed. Planeta Agostini, Barcelona, 1994, p.103

¹³ La necesidad lógica entre premisas y conclusión se concibe de manera análogo a la necesidad fáctica: Si, por ejemplo, una ley natural es la relación constante entre una entidad A y una B, en virtud de la cual sucede B siempre que sucede A; una ley lógica es relación fija entre las premisas de una determinada forma y la conclusión de cierta otra, por la cual se deduce una conclusión de esta forma siempre que se consideren premisas de aquella otra.

¹⁴ Sin embargo, hay quienes como Quine se refieren a la validez como verdad lógica, formal o sintáctica. Véase W.V. Quine, *los métodos de la lógica*, ed. Planeta-Agostini, Barcelona, 1993, p. 19

Entre estos rasgos se encuentran sus reglas de deducción, que no son otra cosa más que afirmaciones consideradas verdaderas que se refieren a la relación de implicación o equivalencia entre otras proposiciones¹⁵. Es con respecto a estas reglas que puede determinarse si un razonamiento de las características que investiga la lógica de enunciados es válido o no. Sin importar qué proposiciones involucre, un razonamiento deductivo será válido sólo si es una instanciación de alguna regla, esto es, si asume la forma de alguna de éstas. Por el contrario, un razonamiento será inválido o una falacia cuando carece de alguna forma tautológica¹⁶.

Como dos aspectos distintos, la falsedad e invalidez no siempre están presentes conjuntamente en un razonamiento, al menos en el ámbito de la lógica de enunciados. En tal condición, hay razonamientos que son válidos a pesar de que alguna de sus proposiciones sea falsa. Por ejemplo, de la proposición “Johans es y no es filósofo” se infiere que “Johans es filósofo”. Conforme al principio de no contradicción, la primera de estas proposiciones es falsa, y también lo es la segunda si se considera que Johans no reúne las notas de lo que se entiende por filósofo. A pesar de ello, en la lógica de enunciados, tal razonamiento es válido al ser una instanciación o poseer la forma de la regla de simplificación: $(p \wedge q) \rightarrow p$. Conforme a esta regla, la conjunción de cualesquiera dos proposiciones implica a una de ellas. En particular, basta con realizar la tabla de verdad de “ $(p \wedge \sim p) \rightarrow p$ ” para confirmar que es válido deducir “p” de “ $p \wedge \sim p$ ”. Es evidente, pues, que un razonamiento válido puede estar constituido de una contradicción. En tal caso, la contradicción no hace inválido al razonamiento del que forma parte ni la validez del razonamiento evita que haya contradicción a su interior. El carácter falaz de un razonamiento no se reduce al rasgo contradictorio que puede haber entre sus proposiciones ni su validez a la no contradicción de sus proposiciones. La falacia y la contradicción son dos aspectos distintos que pueden o no asistir a la vez en un razonamiento. La distinción entre

¹⁵ Cfr. Kart J. Smith, *Introducción a la lógica simbólica*, ed. Grupo Editorial Iberoamericano, México, 1991, p. 43

¹⁶ Esto es, cuando no es verdadera en todos sus casos posibles.

estos dos aspectos obliga, pues, a precisar en cuál de los dos se halla el carácter paradójico de un razonamiento.

Las paradojas no son simples acertijos que sirvan como distracción para superar el aburrimiento cotidiano; son auténticos desafíos que, como indica Quine¹⁷, han puesto en entredicho ideas que se creían sólidamente establecidas en campos como la física y las matemáticas. Tal vez sea extenso el catálogo de paradojas que se han planteado a lo largo de la historia del pensamiento humano, y tal vez sea también extensa la lista de rasgos que las diferencie entre sí, no obstante es posible agruparlas en clases tomando como criterio determinadas similitudes entre ellas. Una clase importante de paradojas es la constituida por todas aquellas que han tenido un impacto en la ciencia del siglo XX, entre las que se encuentran las que condujeron a Gödel a desarrollar su teorema de incompletitud.¹⁸ Tal vez no sea esta la más interesante clase de paradojas, pero sí la más representativa de la historia reciente. Si las paradojas exhiben problemas cuyas soluciones requieren el desarrollo de nuevos conceptos o esquemas de razonamientos, las de la clase en cuestión revelarían las limitaciones conceptuales que habría de afrontar la ciencia del siglo XX, específicamente la matemática, en su devenir histórico. Paradojas como la de Richard o la de Russell, son representativas de las dificultades conceptuales que aún hoy en día se afrontan. Por tal razón, en las siguientes páginas nos circunscribiremos a caracterizar a esta clase de paradojas¹⁹. En el objetivo de alcanzar una noción de paradoja, nos valdremos de un análisis a la paradoja de Richard. En este análisis intentaremos mostrar el carácter proposicional o falaz tanto de la paradoja de Richard como de la de Russell.

¹⁷ Cfr. W.V. Quine, *The ways of paradoxes and other essays*, ed. Random House, New York, 1966, p. 3.

¹⁸ Aceptamos que este criterio es un tanto arbitrario. Sin embargo esta plenamente justificado por el axioma de la especificación de la teoría de conjuntos; el cual hace posible la obtención de un subconjunto a partir de un conjunto: “A todo conjunto A y a toda condición $S(x)$ corresponde un conjunto B cuyos elementos son precisamente aquellos elementos x de A para los cuales se cumple $S(x)$.” Por el principio de la especificación, no podemos negar que la *clase de las paradojas que han tenido un impacto en la ciencia del siglo XX* es una subclase de *la clase de las paradojas*.

¹⁹ Estas paradojas son de interés porque aún conservan un aire paradójico; a diferencia de otras, como las de Zenón, que han perdido su carácter paradójico ante el desarrollo de nuevos conceptos o esquemas de razonamiento.

Sin entrar aún en detalles, puede aseverarse que la paradoja de Richard se encuentra contenida o se manifiesta en la descripción de un procedimiento que tiene como fin enumerar las definiciones de todas las propiedades de los números naturales y ordenarlas conforme a un determinado criterio ajeno a las propiedades de estos números. Como primer paso de este procedimiento se formulan todas las definiciones sobre las propiedades de los números enteros positivos. En seguida se hace una lista de tales definiciones, enumerándolas conforme al número de letras que aparecen en la definición o el orden alfabético de sus letras, de modo que a las definiciones con menor número de letras o cuyas primeras letras (en caso de haber más de una definición con el mismo número de letras) sean las primeras del orden alfabético les corresponderán los primeros números de la serie de los naturales (con ello, a cada definición le corresponderá uno y solo uno de los números naturales). Como consecuencia de este proceder –y quizá de cualquier otra manera de ordenar las definiciones–, algunos de los números relacionados a las definiciones tendrán la propiedad de su definición, y algunos otros no. Como tercer paso se definen como números richardianos a los números que no tengan la propiedad a la que se refiere la definición a la que dichos números quedan ligados (por ejemplo, si 8 queda relacionado a la definición que se refiere a la propiedad “ser primo”, 8 será un número richardiano dado que carece de la propiedad «ser primo»). Al asociarse la richardianidad con números, en cuarto lugar, se le está atribuyéndole el carácter de ser una propiedad aritmética, razón por la cual le ha de corresponder una definición. En última instancia, se anexa a la lista de definiciones sobre las propiedades de los números naturales la definición sobre la richardianidad y se le hace corresponder un número k . Es al hacerse la pregunta sobre si este número k es richardiano o no que surge propiamente la paradoja²⁰. A partir de ésta es posible percatarse de que: 1) Si k es richardiano, entonces no es richardiano; o 2) si k no es richardiano, entonces es richardiano.

²⁰ Esta es la postura de, entre otros, de Díaz Estévez. Véase Emilio Díaz Estévez, *El teorema de Goedel*, ed. Universidad de Navarra, S.A., Pamplona (España), 1975, p. 75

Tomando las proposiciones « k es richardiano» y « k no es richardiano» respectivamente como p y $\sim p$, es fácil advertir que, aunque son contradictorias entre sí, no forman una contradicción en 1) o 2). Si una contradicción es fundamentalmente una *proposición compuesta* de la forma “ $p \wedge \sim p$ ”, ni la proposición “ $p \rightarrow \sim p$ ” ni la proposición “ $\sim p \rightarrow p$ ” son contradicciones²¹. Las proposiciones contradictorias pueden formar parte de cualquier proposición compuesta sin hacer de ésta una contradicción. A diferencia de una contradicción (que siempre es falsa), una contradictoria es o bien verdadera o bien falsa: p es verdadera cuando $\sim p$ es falsa, y viceversa²². Es a la relación de implicación en la que quedan p y $\sim p$ en la formulación de la pregunta de si K es richardiano o no, a la que Díaz Estévez se refiere como paradoja en la siguiente definición: “Una paradoja es una proposición aparente acerca de la cual, si se pone la hipótesis de su falsedad se deduce que es verdadera y, si se pone la hipótesis de su verdad, se deduce que es falsa. No es, por tanto, una auténtica proposición”²³, esto es, una afirmación a la que le corresponda uno de los dos valores de verdad²⁴. Conforme a lo que se indica en esta definición, la paradoja no es una proposición, ni, por lo tanto, una contradicción. Es más bien una inferencia o razonamiento que tiene por proposiciones constituyentes proposiciones contradictorias. Si lo que extraña o sorprende en una paradoja es que «al suponer una proposición se deduce su contradictoria», entonces lo que hace de un razonamiento una paradoja está, conforme a lo que declara el autor de *La noción de paradoja y la autorreferencialidad*, en la relación de deducibilidad en la que se encuentran p y $\sim p$. Si las paradojas fueran simples falacias que conducen a contradicciones, no habría dificultad en desecharlas inmediatamente al reconocérselas

²¹ El que una proposición compuesta esté formada por dos proposiciones contradictorias no implica que sea una contradicción, pues al reducirse a una proposición conjuntiva ésta no tendrá la forma de la contradicción.

²² Véase W. V. Quine, *Los métodos de la lógica*, ed. Planeta Agostini, Barcelona, 1993, p. 26

²³ Emilio Díaz Estévez, *La noción de paradoja y la autorreferencialidad*, ed. Universidad de Navarra S.A., Pamplona (España), p. 60

²⁴ Para el autor de *La noción de paradoja y autorreferencialidad*, la relación de implicación en la que queda p y su contradictoria tiene más el carácter de una función de verdad que el de una proposición. Una proposición es una afirmación que asume un determinado valor de verdad, y no una función de verdad cuyos valores son indeterminados. A este respecto puede consultarse Alice Ambrose y Morris Lazerowitz, *Fundamentos de lógica simbólica*, ed. IIF, UNAM, México, 1968, pp. 186-192

como razonamientos inválidos. El problema está en que se trata de razonamientos válidos. En el caso de la paradoja de Richard, la relación de implicación en la que se hallan p y $\sim p$ se hace manifiesta cuando se pregunta sobre la richardianidad del número k : “Si k es richardiano, entonces no es richardiano” o “si k no es richardiano, entonces es richardiano”. Esto es: “ $p \rightarrow \sim p$ ” o “ $\sim p \rightarrow p$ ”. En estas implicaciones, como ya se ha indicado, “si se supone p , se deduce $\sim p$ ” o “si se supone $\sim p$, se deduce p ”. La paradoja de Richard asume la forma del modus ponendo ponens:

$$((p \rightarrow \sim p) \cdot p) \rightarrow \sim p$$

O bien:

$$((\sim p \rightarrow p) \cdot \sim p) \rightarrow p$$

La paradoja, pues, parece hacerse presente cuando se conjuga la implicación entre p y $\sim p$ con alguna de estas dos proposiciones como su antecedente. En este mismo sentido, pero de una manera más general, se pronuncia R. M. Sainsbury cuando afirma: “We do not yet have a paradox. To get it, we apply to these premises a general principle of reasoning: given p , and a conditional of the form “ p , then q ”, we can derive q ”.²⁵

Si, conforme a Díaz Estévez, la paradoja es un sinsentido o, como en más de una ocasión se refiere Quine a ella, un absurdo,²⁶ la manera como quedan relacionadas p y $\sim p$ en un razonamiento válido, como estaría de acuerdo Sainsbury, es absurda y extraña. Lo absurdo de esta situación está, sin duda alguna, en deducir válidamente de una proposición verdadera su contradictoria falsa, o viceversa. Pero tal situación, sin embargo, no es más que la punta iceberg. La implicación entre p y $\sim p$, en la

²⁵ R. M. Sainsbury, *Paradox*, ed. Cambridge University Press, Great Britain, 1995, p. 29

²⁶ Cfr. W.V. Quine Op. cit., pp. 3-20

paradoja de Richard, se hace manifiesta con la pregunta: ¿Es o no k un número richardiano? Mientras no se formula dicha pregunta la paradójica implicación entre p y $\sim p$ permanece oculta. Su origen es previo a la pregunta, y se halla en un nivel que escapa al escrutinio inmediato.

El origen de la paradoja parece estar en un nivel más elemental al de las proposiciones y razonamientos, en el de los conceptos. A diferencia de las proposiciones y razonamientos, los conceptos son construcciones racionales que comúnmente se omiten valorar. De una proposición se dice que es verdadera o falsa, y de un razonamiento que es válido o inválido; pero de un concepto no se acostumbra decir algo similar. Aunque a un concepto pueda atribuírsele un valor positivo o negativo, no se acostumbra hacerlo. Ya sea porque se les considere innecesario analizarlos o ya sea porque su elementalidad dificulta su análisis, los conceptos no son comúnmente objeto de valoración. ¿Es acaso nuestra indisposición a examinar y valorar conceptos la puerta por la que se introducen conceptos que albergan determinadas deficiencias y que pueden ser el origen de paradojas como la de Richard? Si un concepto no exhibe sus deficiencias, lo más probable es que pase a formar parte de una proposición y, a través de ésta, de un razonamiento. Los conceptos en cuestión albergan la misma deficiencia que poseen conceptos como “el círculo cuadrado”, “el pentágono hexagonal”, “el casado soltero”, etc.; pero a diferencia de éstos, no la exhiben inmediatamente. Mientras la extensión del concepto «círculo» está formada por toda aquella entidad que posea los atributos de un círculo, y la de «cuadrado» por todo aquello que posea los atributos del cuadrado; la extensión del concepto «círculo cuadrado» estará formada por toda aquella entidad que posea a la vez los atributos de un círculo y un cuadrado²⁷. Si se nos permite emitir un juicio de valor al respecto, puede aseverarse que el defecto de

²⁷ Dado que los cuadrados y círculos son dos géneros de entes que se excluyen entre sí, el producto de dichas clases es vacía. Aunque la “idea de círculo cuadrado” sea concebible, no existen en el mundo de nuestras experiencias entidades que satisfagan a la vez las características de los cuadrados y de los círculos. No hay sinsentido cuando se distingue el nivel de las ideas y el nivel de las cosas, esto es, en particular, cuando se distingue la idea del “círculo cuadrado” de la cosa “círculo cuadrado”. El sinsentido surge cuando, partiendo del hecho de que la *idea del círculo cuadrado existe*, se toma la existencia de esta idea como la existencia de los círculos cuadrados mismos, esto es, cuando se confunden dos niveles diferentes de existencia.

los conceptos como «círculo cuadrado» está en que poseen notas que dan origen a conceptos con extensiones excluyentes, esto es, notas que, de acuerdo al principio de no contradicción, no están presentes a la vez en una misma entidad, por ejemplo: la rectitud y no rectitud son atributos que no están a la vez en las líneas²⁸. Si los círculos cuadrados no existen, el concepto «círculo cuadrado» sí, y su extensión es vacía. Dos son las características de este tipo de conceptos: 1) como contenido o comprensión poseen notas que no están presentes a la vez en los objetos²⁹, y, por tanto, 2) su extensión es nula o vacía. Si los defectos de este tipo de conceptos afecta a las proposiciones y razonamientos de los que forma parte, es probable que estos sean el origen de paradojas como la de Richard.

Uno de los principios de la teoría de clases es el de la existencia de clases, el cual reza más o menos de la siguiente manera: “para cualquier condición de membresía o pertenencia existe una clase cuyos miembros son solamente las cosas que satisfacen dicha condición”³⁰. De acuerdo a este principio, una clase existe siempre y cuando le corresponda una condición de membresía, independientemente de que haya o no cosas que la satisfagan³¹. Apelando a este fecundo principio, considérese la clase A , como la clase de todo aquello que no pertenece a ella; es decir, como la clase cuya extensión está formada por todo aquello que no pertenece a ella: $A = \{x | x \notin A\}$. Si *ser parte de la extensión de A* es sinónimo de *pertenecer a A* , entonces la clase en cuestión es auto-contradictoria: x es parte de la extensión de A si no pertenece a A o, lo que es lo mismo, si no es parte de la extensión de A . Por un lado, la clase en cuestión se muestra como la clase vacía, esto es, los miembros que pudiera tener no pertenecen a ella; y, por otro, se muestra como clase universo al pertenecer a ella todo

²⁸ Una línea podría ser recta en alguno de sus segmentos y en otros no, pero no por ello se ha de decir que es recta y no recta. El más propio decir que el segmento AB de esta línea es recto, y que el segmento BC es curvo o no recto. En todo caso, no es lo mismo la línea que el segmento de la línea.

²⁹ Más adelante nos referiremos a estos conceptos como auto-contradictorios por dos razones: 1) son conceptos que involucran como contenido a propiedades que si no son opuestas, sí generan conceptos cuyas extensiones se excluyen mutuamente como los conceptos contradictorios, 2) las propiedades que se establecen como condiciones de membresía para dos conceptos diferentes, se reúnen conjuntamente en un concepto de este tipo.

³⁰ Véase Quine Op. cit., p. 15

³¹ Una clase, por tanto, existe independientemente de que su extensión sea vacía o no.

lo que no le pertenece como clase vacía, esto en virtud de que el complemento de la clase vacía es la clase universo. La contradictoriedad³² en la clase está en que se toman como equivalentes dos propiedades o relaciones que son contradictorias: Ser miembro de y no ser miembro de. La auto-contradictoriedad de la clase en cuestión no se muestra sino hasta que se reflexiona sobre su extensión a causa de responder preguntas como: ¿Es o no x elemento de A ? Dado que la condición de pertenencia a dicha clase es no pertenecer a ella, se tiene que “ $x \in A \leftrightarrow x \notin A$ ” o, lo que es lo mismo, $(x \in A \rightarrow x \notin A) \wedge (x \notin A \rightarrow x \in A)$. Al responder de una u otra manera la pregunta sobre la pertenencia o no pertenencia de x a A , se obtendrá la parte que configurará un razonamiento con la forma del *modus ponendo ponens*. En consecuencia, si a ella se responde con “ $x \in A$ ”, se configura el razonamiento:

Si x es A , entonces es no A ; x es A . Por tanto, x es no A

O si se la responde con “ $x \notin A$ ”:

Si x es no A , entonces es A ; x es no A . Por tanto, x es A

La posibilidad de realizar ambos razonamientos viene dada por: 1) por la equivalencia entre la *condición de pertenecer a A* y la *condición de pertenecer a no A* (o, lo que es lo mismo, no pertenecer a A), equivalencia que da paso a la conjunción de “ $x \in A \rightarrow x \notin A$ ” y “ $x \notin A \rightarrow x \in A$ ”, de la cual, por la regla de simplificación, es posible disponer de cualquiera de sus dos conjuntivos según

³² En virtud de que se hace uso del término “contradicción” sólo para referirse a la conjunción de juicios contradictorios, se introduce el término “contradictoriedad” para referirse con él a la presencia de características o propiedades opuestas o diferentes en el contenido o comprensión de un concepto.

convenga; y 2) al preguntar si x pertenece o no a A , se obtendrá la proposición “ x es A ” (o “ x es no A ”) que configurará al razonamiento válido que conducirá a su contradictoria “ x es no A ” (o “ x es A ”). El carácter contradictorio de la clase A da cuenta, pues, del razonamiento válido en el que de la proposición “ $x \in A$ ” se infiere su contradictoria “ $x \notin A$ ”. En las siguientes líneas intentaremos mostrar que la paradoja de Richard tiene su fuente en una clase o concepto³³ análogo al que se acaba de tratar, en un concepto o clase que va caracterizándose conforme se avanza en el planteamiento del contexto dentro del cual se hace notar dicha paradoja.

Como ya se ha indicado, el planteamiento dentro del cual se hace presente la paradoja de Richard, si bien no es fundamental a la propia paradoja (pues la noción que desencadena la situación paradójica podría haber sido introducida de igual manera que fuera introducida *la clase de todas aquellas clases que no son miembros de sí mismas* en la paradoja de Russell³⁴), tiene como propósito hacer corresponder, una vez formuladas todas las definiciones de las propiedades de los números naturales, a cada una de estas definiciones un número natural. Como consecuencia de este procedimiento, algunos números quedarán ligados a definiciones que los caracteriza, y algunos otros a definiciones que no los caracteriza. Si definir es la operación de distinguir objetos por alguna característica común que posean, como producto de esta operación se tiene una clase de objetos delimitada por dicha característica. Una definición es, por tanto, la expresión de la característica dentro de la que se circunscriben objetos: es la expresión de una clase. En este sentido, *formular todas las definiciones de propiedades de números naturales y asociar a cada una de ellas un número natural* se convierte en *expresar todas las clases de los números naturales y asociar a cada una de*

³³ Hay dos características formales por las que a un concepto se le puede considerar una clase. El contenido y la extensión son dos propiedades del concepto en las que puede buscarse el mismo carácter contradictorio hallado en la ya referida clase A . Al igual que una clase, un concepto se constituye de una colección de objetos que poseen una o más características en común. Se denomina extensión del concepto a la serie de objetos que se piensa en el concepto. Y por contenido del concepto se entiende a las características o propiedades por las que se distingue como grupo a los objetos de la extensión.

³⁴ Cfr. B. Russell, Op. cit., p. 78

ellas un número natural. En consecuencia, algunos de estos números pertenecerán a la clase que se asocian, y algunos otros no. Es de apreciar que en esta etapa del planteamiento se está introduciendo, por un lado, la clase de los números que pertenecen a la clase que se asocian (los números no richardianos) y, por otro, la clase de los números que no pertenecen a la clase que se asocian (los números richardianos). Como parte del elenco de las definiciones de propiedades de los números naturales, a estas dos clases también se les asocia un número natural. Sea k el número asociado a la clase R o de los números richardianos, y l el número asociado a la clase \bar{R} o de los números no richardianos. Si R es la clase de los números que no pertenecen a las clases que se asocian y k se asocia y no pertenece a R , entonces k es, sin más ni más, un número richardiano. A pesar de haberse asociado l a \bar{R} de igual manera o bajo el mismo procedimiento que se asoció k a R , y a pesar de que \bar{R} y R tienen un mismo origen³⁵, la situación entre l y \bar{R} es distinta a la de k y R . A diferencia de aquéllos, éstos protagonizan una paradoja: Si R es la clase de los números que no pertenecen a las clases que se asocian y k se asocia y no pertenece a R , entonces k es, por definición de R , un número richardiano: Pertenece a la clase de los richardianos por no pertenecer a ella como clase a la que se asocia.

Para Estévez Díaz, la situación paradójica de Richard se debe a la naturaleza meta-aritmética de la richardianidad³⁶, esto es, a que la clase de los números richardianos no es una clase auténticamente numérica. Cabe advertir, sin embargo, que si el carácter meta-aritmético de la clase R fuera la única causa o factor determinante de la paradoja de Richard, la clase \bar{R} , por su naturaleza meta-aritmética,

³⁵ Ambas clases se originan o son expresadas en las mismas circunstancias o en la misma etapa del planteamiento de la paradoja: una como resultado de encontrarse números que pertenecen a la clase que se asocian, y la otra como consecuencia de hallarse números que no pertenecen a la clase que se asocian; sin contar que, conforme a la solución que suele darse a la paradoja de Richard, ambas clases tendrían una naturaleza meta-aritmética (Cfr. Emilio Estévez Díaz, *Op. cit.*, pp. 76-77).

³⁶ Cabe señalar que la solución a la paradoja de Richard que presenta Estévez es análoga a la que ofrece Russell a su paradoja. Sin negar la propiedad de la richardianidad (o la clase de los números richardianos) ni la «clase de todas las clases que no son miembros de sí mismas», ambas soluciones consideran que las clases en cuestión son de naturaleza distinta a las que inicialmente se abordan en cada planteamiento.

también debería desencadenar una situación paradójica al asociársele el número l . Pero, a diferencia de R , \bar{R} no conlleva en sí la dificultad que se hace manifiesta cuando se pregunta si k es un número richardiano: Si \bar{R} es la clase de los números que pertenecen a las clases que se asocian y l se asocia y pertenece \bar{R} , entonces l es, por definición de \bar{R} , un número no richardiano: Sin más, pertenece a la clase de los números no richardianos³⁷. En R , pues, hay algo más que su carácter meta-aritmético que da origen a la denominada paradoja de Richard. Este algo más, conforme a lo que se ha señalado para la clase A , debe hallarse en el carácter auto-contradictorio de la clase de los números richardianos.

Hay dos maneras de definir a un concepto o una clase. Una, la más común, es expresando la característica por la que se distingue a un grupo de objetos; y la otra es mencionándolos. A la primera se la llama definición por comprensión o contenido, y a la segunda definición por extensión. Una y otra definición llevan a lo mismo, esto es, reconocer a un grupo de objetos que comparten una o más características. Una definición por contenido es equivalente a una definición por extensión cuando con ella se identifica a los mismos objetos que se enumeran con esta otra. Una manera de reconocer el carácter auto-contradictorio de una clase es hallando alguna entidad que sea y no sea parte de su extensión. Un concepto es auto-contradictorio si alguna entidad es y no es parte de su extensión. La clase de los números richardianos es auto-contradictoria, puesto que k es y no es parte de su extensión. En la siguiente expresión de R se muestra su carácter auto-contradictorio: Es la clase de todos los números que no pertenecen a la clase que se asocian. En tal caso, como k se asocia y no pertenece a R , entonces pertenece a R . Es auto-contradictoria porque, por lado, incluye dentro de su extensión al número k y, por otro lado, lo excluye.

³⁷ Comparativamente, la paradoja del mentiroso se atribuye al carácter auto-referente de la proposición “*todas las proposiciones afirmadas por mí son falsas*”. Sin embargo, si sólo el carácter auto-referente fuera la causa de dicha paradoja, la proposición “*todas las proposiciones afirmadas por mí son verdaderas*” también debiera ser paradójica al ser auto-referente; pero no lo es. Todo parece indicar que ni el carácter meta-aritmético de R ni el carácter auto-referente de la proposición “*todas las proposiciones afirmadas por mí son falsas*” son por sí solos el origen de sus respectivas paradojas.

El carácter meta-aritmético de la clase R es, tal como lo sugieren pensadores como Quine, Russell, Teensma, una condición que propicia o da origen a la paradoja de Richard, pero no es la única. Otra más es la que se sugiere en el escueto análisis que de ella se ha hecho, esto es, en su carácter auto-contradictorio. No basta, pues, que una clase o un concepto sea de un orden distinto al que se le usa³⁸ o que sea autoreferente para que dé lugar a una paradoja; se requiere, además, que se niegue a sí mismo, esto es, que sea auto-contradictoria como los conceptos círculo-cuadrado o casado-soltero. A diferencia de conceptos como círculo-cuadrado o casado-soltero, los que dan origen a paradojas no muestran inmediatamente su contradictoriedad. Ésta, sin embargo, se hace manifiesta a medias³⁹ cuando se hace la pregunta que muestra la válida implicación entre las proposiciones contradictorias. Si, como ya se ha establecido, una paradoja es la deducción válida de una proposición a partir de su contradictoria, por ejemplo:

$$((\sim p \rightarrow p) \cdot \sim p) \rightarrow p$$

entonces a dicha caracterización de la paradoja se puede agregar: Que dicha deducción viene condicionada por un concepto cuya auto-contradictoriedad no se muestra inmediatamente y que pasa desapercibida ante la indiferencia de evaluar lógicamente los conceptos.

En la siguiente sección de este capítulo analizaremos algunas de las paradojas que aún hoy siguen causando controversias. Un análisis de éstas, permitirá establecer si tras sus diferencias es posible agruparlas en una sola clase (esto es, hacer a un lado las diferencias por las que se les

³⁸ Nos referimos, por ejemplo, a que R es de un orden distinto al orden aritmético en el que se le está considerando en la paradoja de Richard.

³⁹ Puesto que dicha contradictoriedad se muestra como la implicación de dos proposiciones contradictorias, y no como la contradictoriedad de un concepto, tal manifestación es a medias.

considera de clases o tipos distintos); en una clase cuyo rasgo común entre ellas sea que “se originan de un concepto auto-contradictorio”.

Las paradojas sintácticas y semánticas

Conforme a Estévez Díaz, las paradojas tradicionalmente se han clasificado en dos tipos: 1) las sintácticas o lógicas, y 2) las semánticas. Según él: “Las soluciones propuestas para cada una de estas dos especies de paradojas son distintas. Las paradojas lógicas se resuelven mediante la aplicación del principio del círculo vicioso, el cual impide toda forma de circularidad. Las paradojas semánticas, mediante la distinción entre diferentes niveles lingüísticos”⁴⁰. Para la clasificación de las paradojas que sigue Estévez Díaz, el criterio para agruparlas en dos categorías no es el del tipo de razonamiento que ella sea o el del tipo de conclusión a la que conduzca, sino el del tipo de fuente en la que se originan. Una y otras son sinsentidos que se originan en un tipo específico de error. Las primeras se hallan originadas por la violación a una o más reglas que permiten construir expresiones bien formadas dentro del lenguaje de la lógica o dentro de los lenguajes naturales, esto es, cuando las proposiciones que forman un razonamiento u oraciones que constituyen un argumento no se hallan construidas conforme a la reglas de sintaxis del lenguaje en cuestión. Las segundas se deben al hecho de confundir dos lenguajes de distinto nivel; por ejemplo, entre el lenguaje matemático y el metamatemático, como en el caso de la paradoja de Richard. La paradoja de Richard es una paradoja semántica, al considerarse que se soluciona al suprimirse de la lista de las definiciones de las propiedades de los números naturales la definición de la richardianidad; esto es, cuando se excluye de

⁴⁰ Op. cit., p. 59

la clase de los números naturales a los números richardianos. En cambio, a la paradoja de Russell se la considera una paradoja sintáctica al considerarse que *la clase de todas las clases que no son miembros de sí mismas* (que es la clase que le da origen) está sintácticamente mal formada al ser una clase auto-referente. La solución que se ofrece a paradojas como la de Russell consiste en revelar, en primera instancia, la circularidad de la clase o concepto que está en el centro de la paradoja y, en segunda instancia, declarar que falta al principio de circularidad o que de ella se predica una propiedad que no debiera predicársele⁴¹.

En el análisis que de ella hace Russell, la paradoja del cretense o mentiroso revela rasgos que la ubican en la categoría de las paradojas lógicas. En su teoría de los tipos, Russell hace una distinción entre proposiciones y las clasifica en proposiciones de primer, segundo, tercero...*n*-ésimo orden. Como de otras cosas, de las proposiciones también puede afirmarse tal o cual propiedad, esto es, una proposición puede ser el término sujeto de otra proposición. La proposición *p* que tiene por sujeto a una proposición *q* es una proposición de orden superior a esta última. Por ejemplo, si se tiene por proposición de primer orden a $10 - 2 = (2)(4)$, a partir de ésta se forma una proposición de segundo orden como «*10 - 2 = (2)(4) es una proposición verdadera*», la cual a su vez puede dar origen a una proposición de tercer orden como «*Es discutible que 10 - 2 = (2)(4) sea una proposición verdadera*». De acuerdo a su teoría de tipos, Russell considera que las proposiciones de *n*-ésimo orden pueden ser parte constitutiva de proposiciones de *n+1*-ésimo orden: “El *n+1*-ésimo tipo lógico constará de proposiciones de *n*-ésimo orden, esto es, aquéllas que contengan proposiciones de *n-1*-ésimo, mas no

⁴¹ Para la clase que da origen a la paradoja de Russell, es conveniente destacar que su expresión no denota una proposición, sino a la de un concepto (la expresión “*la clase de todas las clases que no son miembros de sí mismas*” corresponde a la de un concepto o clase; y no a la de una proposición, como sería el caso de “*la clase de todas las clases que no son miembros de sí mismas es una clase que presenta ciertas dificultades*”. Por tal razón, no debe considerarse una contradicción a *la clase de todas las clases que no son miembros de sí mismas*, sino como un concepto auto-contradictorio. En tal caso no debe decirse “predicarse de ella”, sino “concebirla con dos propiedades contradictorias entre sí. El concepto «el número par impar» es auto-contradictorio y no es ni verdadero ni falso; en cambio, la proposición «el número par es impar» no es una contradicción y es falsa. Las contradicciones, como bien indica Estévez, son proposiciones compuestas, no proposiciones simples.

de orden alguno superior”⁴². Por tanto, es ilegítimo que una proposición de orden inferior tenga por elemento constitutivo una proposición de orden superior o que sea ella misma uno de sus elementos. En otras palabras, es inválido que una proposición de n -ésimo orden sea una afirmación acerca de una proposición de $n+1$ -ésimo orden o de sí misma. Si una proposición es una afirmación que asume uno de los dos valores veritativos, una proposición que se refiera a sí misma o a una proposición de un grado superior no es, para Russell, una auténtica proposición, sino un sinsentido, esto es, una idea que no es ni verdadera ni falsa⁴³. Según esto, la afirmación de Epiménides el cretense tiene el defecto de referirse a sí misma o ser auto-referente. En efecto, la afirmación *todas las proposiciones afirmadas por mí son falsas* es auto-referente y, por tanto, no es ni verdadera ni falsa: En caso de ser verdadera, ella misma es falsa⁴⁴. Para Russell, la afirmación de Epiménides es una proposición de segundo orden que tiene por sujeto una totalidad en la que figura ella misma. Su solución al carácter paradójico de la afirmación del cretense es cambiando el sujeto de ésta por un sujeto en el que ella no figure; a saber, señalando que las proposiciones sobre las que versa la afirmación de segundo orden son de primer orden: “Todas las proposiciones de primer orden afirmadas por mí son falsas”⁴⁵. Si, para Russell, la paradoja del cretense se origina por la circularidad, ésta se anula haciendo cualquier tipo de acotación que excluya del sujeto a la proposición. Por ejemplo, Si “todas las proposiciones afirmadas por mí” es una afirmación recién hecha, entonces una manera de anular su circularidad sería haciendo esta otra: “todas las proposiciones afirmadas por mi ayer son falsas”. De cualquier manera, la teoría de los tipos de Russell exige hacer una distinción entre las afirmaciones que se hacen y sobre las que se hacen,

⁴² Russell, *Ibidem.*, p. 104

⁴³ Cfr. *Op. cit.*, p. 102. En este mismo sentido entiende Estévez Díaz lo que es una paradoja. Véase Estévez Díaz E., *Op. cit.* p. 63-65

⁴⁴ Estévez Díaz hace una distinción entre proposiciones circulares y proposiciones auto-referentes. Las proposiciones circulares son las que se refieren exclusivamente a ellas; por ejemplo, “Esta proposición afirmada por mí es falsa”. Las proposiciones auto-referentes son las que se refieren a sí mismas al referirse a una totalidad de la que ella es un elemento más; por ejemplo, “Todas las proposiciones afirmadas por mí son falsas. En el caso de la primera proposición: Si es verdadera, es falsa; y si es falsa, es verdadera. En el caso de la segunda proposición: Si es verdadera, es falsa; y si es falsa, no necesariamente es verdadera. Véase *Ibidem.*, p. 87

⁴⁵ Cfr. *Ibidem.*, 104

respetando que éstas últimas no sean de un orden superior a aquéllas. Por la distinción que se hace entre tipos de proposiciones al solucionarlas, la paradoja del mentiroso es una paradoja lógica.

Una paradoja que rompe con la manera de resolver las paradojas sintácticas y semánticas es la del barbero⁴⁶. Esta paradoja se origina en la siguiente afirmación: En un pueblo hay un barbero que afeita a todos los hombres que no se afeitan a sí mismos. La paradoja se hace manifiesta cuando se pregunta si dicho barbero se afeita o no a sí mismo. Si se responde que no se afeita a sí mismo, entonces tendrá que aceptarse que se afeita a sí mismo; y si se responde que se afeita a sí mismo, habrá que aceptarse que no se afeita a sí mismo. Por la solución que se le da, esta paradoja no entra en ninguna de las dos categorías señaladas de paradojas. La actitud que se tiene ante el barbero que origina la paradoja en cuestión no es la misma que se tiene ante la richardianidad o ante la clase descubierta o expresada por Russell, ambas fuentes de sus respectivas paradojas. Mientras que a la richardianidad se la excluye de la lista de las propiedades aritméticas o se la considera una propiedad meta-aritmética (esto es, como una propiedad que no debe ser predicada de los números), y a la *clase de todas las clases que no son miembros de sí mismas* no se la excluye del elenco de las clases, pero se la considera auto-referente (es decir, como una clase de la que no se debe predicar la propiedad de los miembros de su extensión); al barbero no se le considera un ente metafísico o del cual no se deba predicar tal o cual propiedad. A diferencia de la *richardianidad* y de la *clase de todas las clases que no son miembros de sí mismas*, al barbero de esta paradoja, por su carácter contradictorio, se le niega cualquier posibilidad de existir⁴⁷.

⁴⁶ Si se hace a un lado la manera de solucionar esta paradoja, en su aspecto formal es de igual naturaleza que la paradoja de Russell. Como se intentará demostrar la manera de solucionar esta paradoja es la misma que se indicó para los círculos cuadrados. Así como no existen entidades que reúnan a la vez las propiedades del círculo y del cuadrado, aunque exista la idea de círculo cuadrado; así también no existe un barbero que se afeite no afeite a la vez, aun cuando exista o se expresable la idea de un barbero que se afeite o no a la vez.

⁴⁷ La actitud de negarle existencia al barbero es la actitud natural del sentido común, ante la cual no se exhiben entidades concretas que tengan propiedades contradictorias a la vez: las personas que se conocen no pueden ser delgadas y gordas a la vez; no pueden estar vivas y muertas o estar en dos lugares distintos a la vez. Un barbero que se afeite y no se afeite a la vez no es algo que ponga entredicho el sentido común. Si no hay entidades concretas que exhiban propiedades

Si en lugar de tomarse la aseveración de que “en un pueblo hay un barbero que afeita a todos los hombres del pueblo que no se afeitan a sí mismos” se toma la aseveración de que “en un pueblo hay un barbero que afeita a todos los hombres del pueblo que no se afeitan”, la paradoja del barbero puede tomar otra dimensión; esto depende de la manera cómo se interprete la expresión “hombres que no se afeitan”. Por un lado, puede expresar la propiedad de dejarse crecer la barba; y, por otra, la propiedad de no dejarse crecer la barba al ser afeitado por el barbero. En el primer caso, la contradictoriedad no es exclusiva del barbero, sino también de los hombres que éste afeita: Los hombres que se dejan crecer la barba son hombres que no se dejan crecer la barba al ser afeitados por el barbero. Los hombres en cuestión reúnen en sí dos propiedades contradictorias: 1) dejarse crecer la barba, 2) no dejarse crecer la barba. En este mismo caso, el carácter contradictorio del barbero se delata en: si el barbero se afeita, entonces se deja crecer la barba. En el segundo caso, se está ante la paradoja original. En tal caso, el carácter contradictorio es sólo del barbero, el cual no se muestra inmediatamente como en el caso anterior.

Por la manera cómo se conduce el planteamiento de la paradoja, son dos y opuestas las propiedades por las que se piensa y clasifica a los hombres del singular pueblo del barbero en dos clases: 1) afeitarse a sí mismo, y 2) no afeitarse a sí mismo. Dado que la propiedad de *no afeitarse a sí mismo* implica la propiedad de *ser afeitado por el barbero* y viceversa, se trata de una sola propiedad expresada de dos maneras diferentes. Esta identidad de la propiedad se da por el hecho de que no se reconoce una tercera propiedad que delimite una clase más de hombres. Si además de las propiedades de *afeitarse a sí mismo* y *no afeitarse a sí mismo*⁴⁸ se reconociera la propiedad de no afeitarse (esto es, la de *dejarse crecer la barba*), entonces los hombres que no se afeitan a sí mismos podrían no ser

contradictorias, sí hay entidades abstractas que pueden ser contradictorias. A una idea no se le puede negar existencia por ser contradictoria; es o existe en cuanto se la piensa o se la expresa. Sin negar existencia a los conceptos o clases que dan origen a las paradojas, la teoría de los tipos o la de los diferentes niveles lingüísticos hacen especificaciones que anulan de alguna manera la contradictoriedad en los mismos.

⁴⁸ Ambas propiedades tienen que ver con la propiedad de *no dejarse crecer la barba*.

afeitados por el barbero; simplemente no se afeitan. En este caso no podría equipararse la propiedad de *no afeitarse a sí mismo* con la propiedad de *ser afeitado por el barbero*. En cualquier hombre distinto al barbero, las expresiones “no afeitarse a sí mismo” y “ser afeitado por el barbero” expresan la misma propiedad; cuando se refieren al mismo barbero, se transforman en expresiones que expresan propiedades contradictorias: un barbero que no se afeita y se afeita a sí mismo. En caso de cualquier hombre distinto al barbero, no afeitarse a sí mismo es lo mismo que ser afeitado por un otro que es el barbero. En el caso de éste, no afeitarse a sí mismo no es lo mismo que ser afeitado por un otro; porque ese otro es él mismo. En la expresión misma de este barbero está presente ya su carácter contradictorio, pues de antemano forma parte de la clase de los hombres que son afeitados por él, que es la de los que no se afeitan a sí mismos: Es el hombre del pueblo que se afeita a sí mismo y no se afeita a sí mismo. Si no se negase la existencia de este barbero, podría aseverarse, siguiendo a Russell, que la propiedad de *no afeitarse a sí mismo* es de un tipo que no puede predicarse legítimamente de él. Sin embargo, esta manera de resolver la paradoja del barbero traería más problemas de los que soluciona⁴⁹; razón por la cual ha sido más conveniente solucionarla de una manera que la excluye de la categoría de las paradojas sintácticas o de las semánticas.

En particular, Quine es uno de los personajes que ubica a la paradoja del barbero en una familia de paradojas distinta a la de Russell y el cretense. Sin embargo, no es tanto porque considere la solución de ésta negar la existencia de tal barbero. En *The ways of paradoxes*, Quine, al igual que Estévez, ofrece una clasificación de las paradojas, pero, a diferencia de éste, no toma por criterio taxonómico el tipo de respuesta que se ofrece como solución a cada una de ellas. El criterio taxonómico que adopta Quine en la clasificación de las paradojas tiene que ver con el valor de verdad

⁴⁹ Por ejemplo, habría que enfrentar la dificultad de desarrollar teorías que expliquen la multiplicidad de versiones distintas que tendría una misma acción o actividad: los diferentes niveles de *no afeitarse a sí mismo*. Asimismo habría que enfrentar la dificultad de explicar cuáles de los diferentes niveles de una actividad pueden predicarse de *x* o *y* persona.

que asumen algunas de las expresiones relacionadas⁵⁰ con las paradojas. Para Quine no sólo hay paradojas cuyo absurdo o extrañeza se encuentra en una proposición verdadera o en una proposición falsa; también las hay cuyo absurdo no es una proposición. Las paradojas en las que lo extraño es verdadero, Quine las denomina auténticas paradojas. En esta categoría ubica el absurdo de que una persona tenga $4n$ años de edad y tan sólo n cumpleaños. Aunque sea absurdo, es verdad que una persona nacida el 29 de febrero tenga $4n$ años de edad y tan sólo n cumpleaños. En esta misma categoría de paradojas ubica Quine a la del barbero. A pesar de que esta paradoja se manifiesta en la misma forma que se presentan las paradojas de Russell y la del cretense⁵¹ y, por tanto, sus proposiciones constituyentes tienen el mismo carácter que el de éstas; no se la considera de la misma categoría. La absurda implicación en la que se encuentran las proposiciones *el barbero no se afeita a sí mismo* y su contradictoria, no es considerada por Quine para ubicar dicha paradoja junto a las de Russell y la del cretense. No es en relación con la verdad de alguna de las proposiciones que configuran el razonamiento del modus ponendo ponens que Quine juzgue considerar a la paradoja del barbero como una auténtica paradoja. Para él, la verdad de la proposición *no existe barbero que afeite a todos los hombres de un pueblo que no se afeiten a sí mismos* es lo que determina que ésta sea una auténtica paradoja.

Una segunda categoría de paradojas que destaca el autor de *The ways of paradoxes* es la que el mismo llama pseudo-paradojas⁵². Al igual que la anterior categoría de paradojas, ésta la distingue Quine tanto por haber en ella un error de razonamiento como porque su conclusión es falsa. Como

⁵⁰ Pueden ser expresiones que corresponden a proposiciones con un determinado valor de verdad o a sinsentidos que carecen de un valor de valor específico.

⁵¹ Esto es, se la puede presentar como un modus ponendo ponens: Si el barbero no se afeita a sí mismo, entonces se afeita a sí mismo; el barbero no se afeita a sí mismo. Por tanto, se afeita a sí mismo. Por lo que respecta a la paradoja de Russell, ésta se presenta así: Si W no es miembro de sí misma, entonces es miembro de sí misma; W no es miembro de sí misma. Por tanto, es miembro de sí misma.

⁵² El ejemplo que ofrece Quine, sin embargo, muestra que se trata de una paradoja que puede clasificarse sin mucha dificultad como una paradoja sintáctica. Hay un error de sintaxis al igualar x^2 con x . El hecho de igual x con 1 en la primera expresión no autoriza a igual a x con x^2 . En la expresión uno x tiene un valor específico, mientras que en la dos no: En dos x queda abierto a cualquier valor numérico; en uno se identifica con la unidad.

ejemplo de este tipo de paradoja pone el siguiente razonamiento matemático: “Sea $x = 1$. Entonces $x^2 = x$. Así que $x^2 - 1 = x - 1$. Dividiendo ambos lados de la igualdad por $x - 1$, concluimos que $x + 1 = 1$; esto es, dado que $x = 1$, que $2 = 1$ ”⁵³. Conforme a Quine, el error de razonamiento está en dividir ambos lados de la igualdad por $x - 1$, que es 0. Si, conforme a lo que se estableció en la anterior sección, el carácter sorprendente de una paradoja está, en gran parte, en ser razonamientos válidos que conducen a falsedades, con mayor razón el razonamiento matemático aludido por Quine tiene un carácter paradójico al parecer válido y conducir a $2 = 1$, que es una falsedad. De cualquier manera, para Quine, las paradojas falsificadas son falacias que conducen a falsedades: “*In a falsidical paradox there is always a fallacy in the argument, but the proposition purportedly established has furthermore to seem absurd and to be indeed false*”⁵⁴.

La tercera categoría de paradojas, la que Quine considera de mayor relevancia, es la de las antinomias. La importancia de las paradojas de esta categoría radica no sólo en el hecho de que el descubrimiento de alguna de ellas induce una crisis en el pensamiento⁵⁵, sino porque en ellas está presente la esencia irreductible de las paradojas: “*a sentence that is true if and only if it is false*”⁵⁶. A diferencia de las paradojas de las dos anteriores categorías –en las que el absurdo es una proposición con un determinado valor de verdad–, en las antinomias se encuentra un absurdo que parece tanto verdadero como falso o, mejor aún, para el que aún no se establece un determinado valor de verdad. En esta categoría de paradojas ubica Quine la de Russell y la del cretense⁵⁷. La importancia de la clasificación de paradojas ofrecida por Quine radica en que en ella es posible reconocer por sus rasgos a las paradojas sintácticas y semánticas como antinomias.

⁵³ Ibidem, p.

⁵⁴ Op. cit., p. 5

⁵⁵ Cfr., Ibidem, p. 18

⁵⁶ Ibidem, p. 9

⁵⁷ La característica que Quine señala como esencial de las antinomias es una característica que está presente tanto en las paradojas sintácticas como en las semánticas. Esta característica es, por tanto, insuficiente para hacer una distinción entre las paradojas que se han analizado.

Como señala el propio Quine⁵⁸, más allá de la presunción que toma por inexistente al barbero de la paradoja y por existente a la clase de la paradoja de Russell, entre las paradojas que se originan por dichas entidades no hay diferencia otra que permita colocarlas en categorías distintas de paradojas. Una y otra paradoja, al igual que las de Richard y el cretense, se hacen manifiestas en una pregunta y, lo que es fundamental, quedan configuradas como razonamientos en los que se hallan válidamente implicadas una proposición y su contradictoria. Para *la clase de todas las clases que no son miembros de sí mismas* se pregunta si es o no miembro de sí misma. Si se resuelve que no es miembro de sí misma, se concluye que es miembro de sí misma; o si se resuelve que es miembro de sí misma, se infiere que no es miembro de sí misma. Para *el barbero que afeita a todos los hombres de un pueblo que no se afeitan a sí mismos* se pregunta si se afeita o no a sí mismo. Si se asume como respuesta que se afeita a sí mismo, se estará lógicamente obligado a aceptar que no se afeita a sí mismo; y si se responde que no se afeita a sí mismo, se concluirá que se afeita a sí mismo. Haciendo a un lado sus diferencias específicas, es posible ubicar a estas paradojas, junto con las de Richard y el cretense, en un género de paradojas que es de interés actual. Como paradojas que aún se discuten, estas cuatro paradojas reflejan hábitos de razonamiento para los que dichas paradojas representan auténticas dificultades.

Como a las paradojas analizadas, a la paradoja de los gemelos de Einstein también se le ha dado varias soluciones, entre ellas la de Bergson. Sin denominar a la paradoja de los gemelos como

⁵⁸ “The barber paradox was a veridical paradox showing that there is no such barber. Why is Russell’s antinomy then not a veridical paradox showing that there in no class whose members are all and only the non-self-members? Why does it count as an antinomy and the barber paradox not? The reason is that there has been in our habits of thought an overwhelming presumption of the there being such a class but no presumption of there being such a barber. The barber paradox barely qualifies as paradox in that we are mildly surprised at being able to exclude the barber on purely logical grounds by reducing him to absurdity. Even this surprise ebbs as we review the argument; and anyway we had never positively believed in such a barber. Russell’s paradox is a genuine antinomy because the principle of class existence that it compels us to give up is so fundamental. When in a future century the absurdity of that principle has become a commonplace, and some substitute principle has enjoyed long enough tenure to take on somewhat the air of common sense, perhaps we can begin to see Russell’s paradox as no more than a veridical paradox, showing that there is no such class as that of the no-self-members

paradoja semántica; Bergson la caracteriza como una paradoja semántica al señalar que se debe a la “confusión de representaciones”. En el siguiente capítulo intentaremos exponer los criterios que nos permitirán acceder a la caracterización bergsoneana de la paradoja de los gemelos como una paradoja semántica. Finalmente, en el tercer capítulo abordaremos la caracterización de la paradoja de los gemelos como una paradoja semántica. En el intento de caracterizar a la paradoja de los gemelos analizaremos, por un lado, la solución que ofrece Bergson a ésta y, por otro lado, los hábitos o actitudes doxásticos en los que se sustenta dicha paradoja; lo que nos conducirá a revisar la concepción epistemológica en la que Einstein.

CAPÍTULO 2
(Sobre las representaciones científicas)

La representación como práctica científica

Una de las dificultades que se hace presente al analizar los planteamientos que conducen a Einstein a formular su teoría de la relatividad es determinar la naturaleza de los términos que entran en juego en sus diferentes experimentos mentales. Es bien sabido que Einstein recurre a experimentos mentales donde echa mano de observadores que viven determinadas experiencias. En estos experimentos, el celebre físico concibe a los observadores como entidades físicas que miran a la luz viajar de un punto a otros en trayectorias rectilíneas. Si bien es cierto que al ver cosas las vemos iluminadas por la luz, de ello no se deduce que lo que veamos en sí sea la luz. Plantear, pues, un experimento mental en términos de rayos de luz o de trayectorias de rayos de luz trae consigo una serie de dificultades, entre ellas saber si en dicho planteamiento se considera o no a la luz como una entidad observable, esto es, si los términos “rayos de luz” y “trayectorias de rayos de luz” son términos observacionales o teóricos. Cabe recordar que la fuente de algunas de las paradojas analizadas en el anterior capítulo se encuentra en el hecho de tomar una determinada expresión como parte de un lenguaje cuando lo es de otro. El tomar por término observacional un término que no lo fuere es un factor teórico que podría estar detrás de la paradoja de los gemelos⁵⁹; razón por la cual

⁵⁹ Es importante anticipar que, conforme al punto de contextualista de la representación que desarrolla Andoni Ibarra, lo representante y lo representado, que respectivamente corresponden a las nociones de “términos observacionales” y “términos teóricos”, tienen epistemológicamente un carácter relativo. Dependiendo de contexto, un término puede ser

conviene dejar en claro la naturaleza observacional o teórica de los términos a los que recurre Einstein para plantear sus experimentos mentales sobre los que desarrolla sus ideas relativistas.

La cuestión de establecer si los términos a los que recurre Einstein en el desarrollo de su teoría de la relatividad son de naturaleza observacional o teórica también puede resolverse caracterizándola como una cuestión sobre la relación entre lo representado y lo representante, esto es, bajo el tópico de la representación científica⁶⁰. El análisis hecho por Bergson a la paradoja de los gemelos ofrece importantes pistas para abordar a ésta desde la perspectiva de la representación científica. A fin de sentar las bases sobre las que se desarrollará el análisis de la paradoja de los gemelos desde la óptica de la *representación científica*, en el presente apartado nos proponemos exponer la caracterización que de ésta hace Andoni Ibarra.

En su obra *Representar e intervenir*, Ian Hacking intenta explicar el devenir de la ciencia a partir de dos de los rasgos de ésta, a saber, la teoría y la observación. Esta obra de Hacking es una reivindicación del papel que juegan las prácticas científicas en el cambio científico. A juicio de su autor, la filosofía de la ciencia se ha inclinado por explicar lo que es la ciencia ponderando el aspecto teórico de ésta, y conduciendo con ello a una tergiversación de la misma. Una visión menos sesgada de ella, por tanto, ha de poner en el mismo nivel de importancia su aspecto pragmático. Compartiendo esta inquietud de Hacking, Andoni Ibarra procederá a explicar el rol que juega la representación en la ciencia, considerando para ello tanto su aspecto teórico como pragmático. Al estudiar la representación en relación con la práctica científica, Ibarra intentará explicar la representación como una actividad social, esto es, como parte de una serie de operaciones o actividades altamente especializadas que son ejecutadas por comunidades de individuos llamados científicos. Para Ibarra, la

observacional o teórico. No es necesario ir de una teoría a otra para experimentar esta relatividad, en un mismo planteamiento, un término puede tener por momentos un sentido observacional, y en otros un sentido teórico.

⁶⁰ Al comentar las posturas sintacticista (o del positivismo lógico) y semanticista de la representación, Andoni establece un paralelismo entre estos enfoques de la representación y su enfoque contextualista; bajo dicho paralelismo, lo representante y lo representado corresponderán parcialmente a las nociones de “términos teóricos” y “términos observacionales” o “constructos simbólicos” y “datos”. Véase, Op. cit., p.

representación está presente tanto en el aspecto teórico como en el aspecto práctico de la ciencia. En el aspecto teórico, la representación se presenta como una representación con significatividad empírica o, como lo sostiene el propio Ibarra en su caracterización de la representación, “la significatividad empírica de una entidad teórica representacionalmente construida está determinada por la relación de representación, que la vincula estructuralmente al objeto representado, y concretada en una red abierta de significados posibles, que serán fijados por su aplicación a distintos marcos, teóricos o fenoménicos”⁶¹. E inmediatamente después, al referirse a la condición que asume la *representación* en la práctica científica, agrega: “La actividad científica puede interpretarse, de hecho, como una práctica de realización de esos significados”⁶². El conocimiento científico está constituido por representaciones cuya significatividad empírica queda determinada por la serie de operaciones o actividades que practican los científicos de una determinada comunidad científica. Pero la representación no sólo es un producto de la actividad científica; es también, para Ibarra, una forma particular de hacer ciencia, esto es, caracterizará a la actividad de representar como una actividad propiamente científica. Como práctica científica, la representación tiene dos facetas: “una función explicativa y una función exploratoria”⁶³. En su estudio de la representación, Ibarra reivindicará el papel de las prácticas en la ciencia y centrará su atención en la caracterización de la representación como una actividad que genera conocimiento.

Una de las críticas que lanza Ibarra a quienes como Giere han negado el carácter representacional del conocimiento científico (a los que denomina antirepresentacionistas) es la que va contra el reduccionismo de éstos. De acuerdo a Ibarra, el reduccionismo antirepresentacionista considera a la representación como una mera reproducción o una imagen especular de la cosa o lo

⁶¹ Ibarra Andoni y Mormann Thomas, *Representaciones en la ciencia: de la invariancia estructural a la significatividad pragmática*, ed. Ediciones Bronce, Barcelona, 1997, p. 13.

⁶² Ibid

⁶³ Cfr. Op. cit., p. 97

representado. Si bien la representación puede ser como una imagen del objeto reflejada en el espejo, lo cierto es que dicha característica puede estar presente sólo en algunas representaciones. Algunas otras escapan a esta caracterización. El criterio que se adopta para considerar si una representación es una fiel copia del objeto representado es el de la semejanza. Los que niegan el carácter representacional de las teorías científicas, a los ojos de Andoni Ibarra, lo niegan porque la mayoría de las veces en la ciencia no hay manera de comparar el grado de similitud entre lo representado y lo representante. Generalmente en las teorías científicas se representan entidades que escapan a toda posibilidad de compararse con los constructos simbólicos, como se compara un paisaje con el cuadro de él pintado por un artista. Sólo es posible reproducir con cierto grado de semejanza a una entidad cuando ésta es observable directamente. Las moléculas, átomos, partículas...etc., si no son creaciones científicas, son entidades que escapan a la comparación con cualquiera de sus modelos. No obstante, a pesar de que no pueda hacerse tal comparación y determinarse el grado de semejanza entre una y otra parte, los modelos teóricos de las moléculas, átomos, partículas... son representaciones de dichas entidades. Puede haber un alto grado de semejanza entre lo representante y lo representado, pero esta no es una condición que ha de tener cualquier otro constructo simbólico para ser una representación⁶⁴. Una representación, si no es siempre una reproducción o una imagen especular del objeto, sí es siempre un sustituto del objeto que facilita determinadas operaciones o actividades a lo largo del quehacer científico. Un aspecto esencial de la representación, que reconoce cualquier teoría acerca de la *representación*, es el de ser un sustituto de lo representado: *“Una teoría representacionalista incorpora la asunción mínima de que conocemos algo A a través del análisis de otra cosa B, a la que por cualquier razón o bien podemos acceder más fácilmente o nos resulta más conveniente*

⁶⁴ Andoni pone de ejemplo, entre otros, a la relación entre la geometría y el álgebra en la geometría cartesiana, en donde, sin haber semejanza entre las entidades geométricas y las construcciones algebraicas, una línea recta puede ser representada por una expresión algebraica con la forma $ax + by + c$. Véase Op. cit., pp. 123-134

*explorar*⁶⁵. Como una práctica científica, el papel de la representación es la de estar en *lugar de*, pero no como una réplica de ese algo que representa, sino como un símbolo de su representado, un símbolo sobre el que es más fácil realizar determinadas operaciones que sobre su representado. Es a este rasgo de la representación a lo que Andoni Ibarra denomina la función subrogatoria de la representación, que es propiamente una función epistémica.

Una crítica más al reduccionismo antirepresentacionista es la reducción que hace éste de la representación a dos partes: 1) lo representante, y 2) lo representado. De acuerdo a Ibarra, la reducción de la representación a dos componentes, hace de ésta una simple actividad de denotación, cercenándose con ello el rasgo dinámico de esta actividad cognitiva. Para él, la representación es una actividad aún más compleja que la simple referencia de una determinada entidad a través de un símbolo específico; y es por ello que, al referirse al papel de ésta, señala: “En general, la actividad científica, sea ésta explicativa, predictiva o conceptualmente exploratoria, puede caracterizarse por lo tanto como un movimiento de oscilación entre el área de los datos y el de las construcciones simbólicas”⁶⁶. En este sentido, para Ibarra, la representación científica no es una entidad meramente estructural, sino una entidad funcional que o bien funge como una explicación de fenómenos ya conocidos o bien como una predicción de nuevos hechos o bien como una teoría bajo la cual es posible indagar fenómenos hasta el momento no investigados. Para Andoni Ibarra, la representación científica requiere, además de sus elementos estructurales, la parte funcional, esto es, la interrelación entre los datos y los constructos simbólicos. En la interrelación entre datos y constructos simbólicos, los unos se revisan en función de los otros y viceversa. Para Ibarra, pues, la parte funcional de la representación se halla en la *relación de representación*, que no es más que la interrelación entre los datos y los constructos simbólicos, interrelación dada por la participación de sujetos o individuos, que

⁶⁵ Ibarra Andoni y Mormann Thomas, *Variedades de la representación en la ciencia y la filosofía*, ed. Editorial Ariel, Barcelona, 2000, p. 25.

⁶⁶ Ibarra Andoni, 1997 Op.cit., 98.

son los que realmente deciden si una representación es o no más conveniente que otras o cuál de los diferentes constructos simbólicos representará a una determinada entidad objeto de estudio.

Con su crítica al reduccionismo antirepresentacionista, Ibarra estará dando cuenta de los rasgos que esta postura reduccionista prescinde en su caracterización de la representación. Razón por la cual, la propuesta contextualista que plantea el autor de *Representaciones en la ciencia* estará centrada en recuperar dichos rasgos.

Como parte de dicha recuperación, en el capítulo 4 de *Representaciones en la ciencia* adopta el término de estructura relacional para referirse en un sentido genérico tanto a lo representante como a lo representado. Al referirse de esta manera a dos de los tres componentes de la representación, Ibarra estará estableciendo que la complejidad de dicha actividad epistémica no sólo se encontrará en la relación entre estas, sino también en cada una de éstas. Más aún, para él, la complejidad de lo representante y lo representado es la condición de que entre uno y otro existan relaciones más complejas que la de la simple denotación. La riqueza de elementos que envuelve una y otra parte hace que entre ellas se dé una variada gama de relaciones. Es por el carácter complejo que tienen lo representante y lo representado, y por las variadas relaciones que puede haber entre ellos, que Ibarra los denomina, específica y respectivamente, como *la estructural relacional C* y *estructural relacional D*⁶⁷.

En virtud de dicha complejidad, lo representado puede relacionarse o ser representado por diferentes constructos simbólicos; por ejemplo, la atracción entre dos cuerpos puede ser representada como una fuerza con determinada magnitud que actúa a distancia entre estos dos cuerpos o como una deformación del espacio que circunda a ambos cuerpos. Es precisamente la presencia de diferentes constructos simbólicos que refieren a una misma estructura relacional *D*, lo que suscita el concurso de aquellos por relacionarse con esta última y hace de la elección de uno de ellos un proceso que va más

⁶⁷ Ibidem, p. 150

allá de la sintaxis o semántica de cada uno de los concursantes. El que un constructo simbólico sea asumido como una representación de una determinada estructura relacional D o de determinados datos depende de un contexto en el que se insertan, entre otros, los valores de *utilidad*, *economía* y *precisión*. Junto al *pluralismo simbólico*⁶⁸, los valores de *utilidad*, *economía* y *precisión* hacen de la relación entre lo representante y lo representado una relación compleja. Aunado a la *rivalidad* entre constructos simbólicos y los valores que se han de considerar para optar por uno de ellos como el representante oficial⁶⁹ de una determinada entidad, *la relatividad epistemológica* niega la posibilidad de que la relación de representación entre la estructural relacional D y la estructura relacional C sea una relación fija, construida de una vez y para siempre. Como ya se ha hecho referencia, para Andoni Ibarra, las estructuras relacionales D y C no tienen un carácter absoluto. En un determinado contexto, una serie de datos pueden fungir como una estructural relacional D , y, en otros, como una estructural relacional C , o viceversa⁷⁰. La complejidad dinámica en la que está inmersa la representación es un escenario en el que están presentes los individuos o sujetos como parte estructural de las representaciones: “El signo es, pues, mediación entre el objeto y el interpretante, entre el objeto y los sistemas formales que lo determinan. En otras palabras, la función del signo es representar la relación existente entre el signo y el objeto, es decir, fijar un interpretante”⁷¹.

Ante este panorama en que la relación entre lo representante y lo representado varía de una manera compleja, el estudio de la representación, conforme a la propuesta de Ibarra, ha de centrarse en la manera como se articulan entre sí ambas partes de la representación: “Un cometido importante en la reconstrucción filosófica de las teorías empíricas está relacionado con la elucidación precisa de la

⁶⁸ Por pluralismo simbólico se refiere Andoni a la presencia de constructos simbólicos rivales que dan cuenta del mismo conjunto de datos. Véase *Ibidem*, p. 96.

⁶⁹ Es decir, el constructo simbólico que la comunidad científica adopta provisionalmente como instrumento de trabajo.

⁷⁰ En el análisis de la paradoja de los gemelos, echaremos mano de esta relatividad epistemológica que plantea Ibarra para establecer, apoyándonos en el análisis hecho por Bergson de la misma cuestión, la dualidad en el uso o sentido que le da Einstein a algunos términos que tienen que ver con dicha paradoja.

⁷¹ *Ibidem*, p. 247

estructura y función de la correspondencia entre los datos y los constructos simbólicos”⁷². El propósito de establecer la arquitectura y funcionalidad de la relación entre los datos y los constructos simbólico obligará a dilucidar la estructura de ambas partes de la representación.

Como ya se ha indicado, para Ibarra, la relación de representación no se reduce a ser una relación isomórfica entre lo representante y lo representado. Si bien hay representaciones en las que lo representante guarda una semejanza figurativa⁷³ con lo representado, éstas no son las únicas y, además, no son del interés de la filosofía. Las representaciones que interesan a la filosofía son de un carácter relacional aún más complicado que el de la relación isomórfica. En las representaciones científicas, que son el foco de atención de la filosofía de la ciencia, la relación entre lo representante y lo representado asume una compleja arquitectura, una arquitectura que, si bien no muestra en su fachada la semejanza figurativa entre éstos, en su interior se esconderá una sutil semejanza entre ambas partes. La semejanza que habrá entre lo representante y lo representado, en las representaciones científicas, estará en un plano que es construido por el entendimiento y que solo por el entendimiento puede ser captada. En este sentido, puede decirse que, para Ibarra, las representaciones van desde las que la relación de semejanza entre lo representado y lo representante es una evidente relación isomórfica hasta las que la relación de semejanza pasa desapercibida si no se la capta a través de un laborioso proceso de entendimiento. Las relaciones que puede haber entre los datos y los constructos simbólicos en la representación son las de homomorfismo y de inmersión. Dado que la relación de inmersión es un caso particular de la relación de homomorfismo (cuando la relación de homomorfismo es inyectiva, se denomina inmersión), serán llamadas genéricamente como *encaje*. En las representaciones científicas, la relación entre los elementos de lo representante y los elementos de

⁷² Ibidem, p. 97

⁷³ Una relación isomórfica es la relación por la cual a cada uno de los elementos más relevantes de lo representado le corresponde un elemento de lo representante, de modo que la figura que forman dichos elementos en lo representado también estará presente en lo representante con los elementos de éste que corresponde a aquéllos. En este sentido, un mapa es una representación isomórfica de una región geográfica puesto que los sitios o entidades importantes de éste están presentes en aquél en la misma disposición espacial.

lo representado no es una relación biunívoca, de modo que “pueden existir distintos a_i de A a los que corresponde el mismo representante en B ”⁷⁴. Si en la representación isomórfica los elementos que conforman a lo representante guardan la misma disposición espacial que sus correspondientes relatos en lo representado y en este sentido se dice que es preservadora de estructuras (los elementos de lo representante conservan la misma estructura figurativa de los elementos de lo representado), en la representación homomórfica también se preservan estructuras: “si una sucesión de elementos de B está en alguna de las relaciones definidas en B , entonces sus correspondientes por f estarán en la relación correspondiente definida en A ... Se dice entonces que f proporciona una representación \mathcal{E} del sistema \mathcal{A} o, simplemente, que \mathcal{A} está *representado* por \mathcal{E} . El homomorfismo f asegura que los hechos $f(a_1), f(a_2), \dots, f(a_{ki})$ del sistema \mathcal{E} sirven para representar sistemáticamente los hechos a_1, a_2, \dots, a_{ki} .

Para Ibarra, en las representaciones homomórficas de la ciencia, lo representante no conserva la estructura figurativa de lo representado, sino la operatividad o funcionalidad de éste, es decir, aquello que permite afectar o incidir sobre lo representado en el mismo sentido que se establece en lo representado. De hecho, este rasgo de lo representado capturado en lo representante, se erige como criterio no sólo para establecer si un sistema de constructos simbólicos representa a un sistema de datos, sino también para elegir, de entre todos los sistemas simbólicos, a aquél que habrá de pasar a formar parte del cuerpo teórico de la ciencia particular que se trate: “la naturaleza representativa de una idea, de un concepto, no puede capturarse sólo por ella, sino comparando los efectos que esa idea tiene con los efectos que tiene el objeto representado”⁷⁵. Una representación se adopta en la ciencia cuando en su sistema de constructos simbólicos se realizan una serie de operaciones que se verifican en el sistema de datos que representa. A este aspecto de la representación se refiere Ibarra cuando hace

⁷⁴ Ibidem, p. 109

⁷⁵ Ibarra Andoni, 2000 ibidem, p. 33

el siguiente comentario respecto a la representaciones matemáticas: “El aspecto remarcable de esta representación es que permite razonar y operar con números subrogadores, para obtener finamente conclusiones pertinentes para los dominios representados...la función característica que hace posible, a saber, la inferencia de conclusiones relevantes para el dominio representado, obtenidas en las imágenes correspondientes del ámbito representante. Llamamos *razonamiento subrogatorio* a este tipo característico de razonamiento teórico”⁷⁶.

Con un ejemplo basta para poner en claro la caracterización de la representación científica que hace Ibarra Andoni a la largo de las dos obras que dedica a este tópico. Dado que para él la geometría analítica cartesiana es el modelo de representación a seguir, tomaremos un caso de ésta como ejemplo. La línea recta es una estructura geométrica representada por la expresión algebraica $f(x) = ax + b$. Entre esta expresión y la línea recta existe una relación de representación que, de acuerdo a Ibarra, no es la misma que la que hay entre una región geográfica y el mapa que la representa. Esto es, entre una y otra estructura no existe un parecido figurativo o una relación de isomorfismo. En un plano cartesiano, la línea recta posee dos características que son identificables en la expresión $f(x) = ax + b$. En ésta, a representa la inclinación o pendiente de la línea respecto al eje de las x 's, y b el valor de $f(x)$ cuando la línea intercepta al eje de las y 's. Es de apreciar que, si bien existe una correlación entre estas dos propiedades geométricas de la línea recta con los números a y b de la expresión algebraica $f(x) = ax + b$, no existe similitud figurativa entre las propiedades de uno y otro sistema. Como sistema de constructos simbólicos que representan a la línea recta, la expresión algebraica en cuestión facilita analizar y obtener conclusiones de ésta. Por ejemplo, si $f(x) = a_1x + b_1$, $f(x) = a_2x + b_2$ y $f(x) = a_3x + b_3$ representan a tres líneas rectas y $a_1 > a_2 > a_3$, entonces la pendiente de la primera es mayor a la de la segunda y la tercera, y la de la segunda mayor a la de la tercera. La propiedad que tiene la expresión algebraica $f(x) = ax + b$ de facilitar el análisis de la línea recta y obtener

⁷⁶ Ibarra Andoni, 1997, ibidem, p. 111

conclusiones de ésta mediante el análisis de los diferentes elementos que constituyen a dicha expresión algebraica es lo que Ibarra denomina la función subrogatoria de la representación.

En síntesis, la caracterización de la representación científica que ofrece Ibarra Andoni ofrece dos aportaciones. Por un lado caracteriza a un universo mucho más amplio de representaciones, lo que permite considerar a las teorías científicas como representaciones: Las nociones teóricas y el lenguaje (o constructos simbólicos) del que se vale para expresarlos son un tipo de representación, al que Ibarra reconoce como representaciones homomórficas. Y, por otro, considera a la representación como un proceso intencional, esto es, como una actividad en la que participan individuos cuya intención en última instancia es elegir el grupo de nociones y constructos simbólicos que mejor den cuenta de la serie de datos recabados en observaciones y experimentos.

En el siguiente apartado de este capítulo intentaremos hallar similitudes entre la caracterización de la representación ofrecida por Ibarra y la ofrecida por Bergson en *Durée et simultanéité*. De acuerdo a Bergson, el origen de la paradoja de los gemelos se debe a una representación errónea de la relatividad einsteineana por parte de físicos como André Metz. Si el origen de la paradoja de los gemelos es el que indica Bergson y la caracterización que éste hace de las representaciones es similar a la de Ibarra o, al menos, incluye el rasgo de ser un lenguaje, nos estaremos acercando a la caracterización de esta paradoja como una paradoja semántica. En el siguiente apartado intentaremos hallar en la caracterización de representación de Bergson el rasgo de que es un lenguaje.

La noción bergsoniana de representación

Durante sus primeros años de vida la Teoría especial de la relatividad fue comprendida por pocos. La necesidad de facilitar la comprensión de la novedosa teoría motivó a escribir artículos y ensayos que aclárense su significado. No obstante la proliferación de la literatura que dilucidaba su sentido, el propio Einstein se veía en la necesidad de escribir una obra que explicara el significado de su teoría. Si la abundante literatura a propósito de la teoría especial de la relatividad hubiese sido suficiente en su aclaración o no hubiese echo de lado (o tergiversado) un importante punto de la teoría, Einstein no habría escrito “Sobre la teoría especial y la teoría general de la relatividad”, que es la obra en la que expone de la manera más simple su teoría. En ella está expuesto el significado original y auténtico de la relatividad einsteineana, aquel que, como podría decir Bergson, no carga sobre sí todos los agregados que se han encargado de colgarle las obras que pretenden difundirlo. En ella se muestra en un simple dibujo o representación lo que Einstein refiere por relatividad del tiempo: No es una teoría sobre los tiempos de los acontecimientos que se suponen suceden al margen de la conciencia, sino los tiempos en los que ésta⁷⁷ experimenta ciertas percepciones. El tiempo de la relatividad einsteineana no es el tiempo absoluto de los acontecimientos que se suponen suceden en sí mismos y por el que se interesa la física newtoniana, sino el tiempo en el que cada conciencia se percata de un mismo evento. De este modo, para la relatividad einsteineana, no es que un mismo

⁷⁷ O más generalmente, los tiempos en los que los instrumentos de medición registran determinada información.

acontecimiento *suceda en sí mismo* tantas veces como sistemas de referencia haya con las especificaciones señaladas por la teoría de la relatividad para su observación, sino que *sucede para la conciencia* tantas veces como sistemas de referencia distintos haya en los que se encuentre. Para Bergson, la relatividad del tiempo en la teoría de Einstein asume un carácter paradójico cuando se interpreta como el tiempo de los acontecimientos en sí mismos; y no así cuando se toma como el tiempo en el que se perciben los acontecimientos.

El objetivo de *Durée et simultanéité* es demostrar que se ha tergiversado el sentido original de la relatividad einsteineana y que, con ello, se le ha dado un aspecto paradójico. A lo largo de esta obra Bergson intentará poner en claro el origen de la paradoja por la que se le ha cuestionado a la teoría de Einstein, origen al que caracterizará como una confusión de representaciones: “Las paradojas que tanto han horrorizado a algunos, que tanto han seducido a otros, nos parecen provenir de allí. Dependen de un equívoco. Nacen de hecho de que dos representaciones de la Relatividad, una radical y conceptual, otra atenuada e imaginada, se acompañan sin saberlo nosotros en nuestros espíritus, y del hecho de que el concepto sufre la contaminación de la imagen”⁷⁸. Ante esta manera de entender el origen de la paradoja de los gemelos, cabe preguntarse e intentar responder a la cuestión de qué entiende Bergson por representación.

Una de las obras que escribe Bergson, además de *Durée et simultanéité*, a propósito de la teoría de la relatividad es la de “*El pensamiento y lo moviente*”, en la que hace una severa crítica a la filosofía por su falta de precisión para describir o explicar lo que comúnmente se entiende por realidad⁷⁹. Dicha crítica se desarrolla sobre la base de su propia concepción epistemológica, que en sus lineamientos generales también es presentada en tal obra. Es en el marco de su concepción epistemológica que Bergson exhibirá rasgos de su noción de representación.

⁷⁸ Bergson, Op. cit., p. 44

⁷⁹ Cfr. Bergson H., *El pensamiento y lo moviente*, ed. Editorial la Pleyade, Buenos Aires, 1990.

Una de las claves para ubicar el papel que desempeña la representación en el conocimiento humano, en general, y en particular en el conocimiento científico, es reconocer las limitaciones de la percepción. Para Bergson, la capacidad que posee el ser humano de captar el entorno que le rodea es restringida. El alcance de su vista, por ejemplo, se circunscribe a unos cuantos metros y más allá de ellos los objetos permanecen ocultos aun cuando estén ahí: en la medida que los objetos se alejan del sujeto disminuyen de tamaño a su percepción hasta desaparecer a su vista. Como los objetos disminuidos por la distancia, los diminutos objetos quedan fuera del alcance de la percepción aun cuando se hallen en las inmediaciones del sujeto. El reconocimiento de las limitaciones de la percepción y el hecho de que el hombre ha sabido sobreponerse a las mismas conquistando niveles de conocimiento que se concretizan en la tecnología, dejan entrever la presencia de una actividad epistémica que si bien no sustituye a la percepción, sí la amplía y complementa. Para Bergson, “si los sentidos y la conciencia tuviesen un alcance ilimitado, si, en la doble dirección de la materia y del espíritu, la facultad de percibir fuera indefinida, no habría necesidad de concebir, como tampoco de razonar”⁸⁰. En su necesidad de conocer el mundo que le circunda, el hombre, en general, y, en particular, el científico, se ha visto movido de manera natural a superar sus deficiencias de percepción creando no sólo instrumentos que amplían los horizontes de sus sentidos, sino también teorías o, como Bergson se refiere a ellas, concepciones. Concebir, que es el resultado de razonar, es una condición humana que deviene por la necesidad de llenar los vacíos epistémicos que deja la percepción: “El razonamiento está hecho para colmar los vacíos de la percepción o para darle mayor alcance”⁸¹. El papel de la concepción, que se reconoce por referencia a las limitaciones de la percepción, está en poner algo que cubra el hueco o los huecos que deja la propia percepción. Es en este orden de ideas «en las que la concepción es una importante actividad epistémica que amplía los horizontes de la

⁸⁰ Ibidem, p. 106

⁸¹ Ibidem, p. 107

percepción», donde Bergson esbozará su noción de la representación como un poner algo que supla aquello que la percepción no puede poner o presentar por sí misma.

El prefijo *re* que compone a palabras como reincidir, remarcar...etc., denota la repetición o reiteración de una actividad. Representar, en este sentido, sería un volver a presentar a la conciencia el objeto de la percepción. Para Bergson, sin embargo, la representación no tiene este carácter. En primera instancia, la representación no involucra a la percepción. No es una actividad perceptiva que presente de nueva cuenta al objeto antes percibido. Es más bien un acto de concebir o construir concepciones. La representación no es, pues, una actividad de los sentidos, sino del intelecto. En segunda instancia, en la representación no se hace presente de nueva cuenta al objeto de la percepción o, como lo denomina Bergson, percepto. Lo que se hace presente en la representación, para Bergson, son conceptos, los conceptos de los objetos de la percepción. En la representación se sustituye al percepto por el concepto. A esto se refiere el autor de *Durée et simultanèité* cuando caracteriza a la filosofía como una representación en la que prevalece “una sustitución del percepto por el concepto”⁸². En la representación el lugar del percepto estará ocupado por el concepto o la sucesión de símbolos lingüísticos que expresen al concepto. La representación no es, para Bergson, una nueva percepción del objeto, sino una concepción de éste o, mejor aún, una conceptualización del objeto.

Al considerarlas como elaboraciones del intelecto, Bergson descarta la posibilidad de ver en las representaciones reproducciones o copias de los objetos de la percepción. Si todos los rasgos del objeto *A* son iguales a los del objeto *B*, entonces el objeto *A* es el mismo objeto *B*. Cuando se declara que lo que sustituye al percepto es un concepto, se declara que se trata de objetos de distinta naturaleza. Pero con ello no se descarta la posibilidad de afirmar que la relación que hay entre el *concepto o constructo del intelecto y lo dado que no es objeto de la percepción* es de la misma naturaleza de la que hay entre una fotografía y la persona o situación que en aquella queda plasmada.

⁸² Ibidem, p. 108

Aunque para Bergson la representación es “la imitación de la naturaleza por la construcción de ideas generales”; para él, al igual que para Andoni Ibarra, la representación no es una fiel copia del original: no es una estructura isomórfica a la original, esto es, su imagen especular. Cuando señala que en la determinación de la paradoja de los gemelos la imagen contamina al concepto⁸³, Bergson tiene en mente el carácter simbólico del concepto, no como el de una imagen especular, sino como el de una entidad que muestra sus contornos cuando se reviste del ropaje simbólico, esto es, de signos que forman parte de un lenguaje, ya sea natural o formal. Para Bergson, las palabras del lenguaje natural (sean del español o cualquier otro lenguaje) o los símbolos de la matemática o de la lógica son la materia prima de la que están hechas las representaciones conceptuales. Si bien es cierto que un mapa representa la distribución geográfica de una determinada región, pues en él aparecen una serie de elementos que se hallan distribuidos espacialmente conforme se encuentran distribuidos en el espacio real las entidades que representan; no todas las representaciones, o al menos las de la ciencia y la filosofía, son del tipo del mapa. La imagen obliga a la cosa representada a tener el aspecto visual que se nos presenta en un dibujo o ilustración que lo representa, en caso de hacerse visible. En la imagen se impone a la cosa un aspecto visual que muy probablemente no tenga en sí misma. El símbolo lingüístico, en cambio, exime a la cosa de tener un rostro con el que deba presentarse y al que la investiga el tener que hallárselo a cualquier costo. El símbolo lingüístico, pues, libera a la representación de ser una reproducción isomórfica de lo representado: No tiene sentido afirmar que una representación sea isomórfica cuando en principio la percepción no puede acceder a lo representado a fin de compararlo con su representante. El símbolo lingüístico libera a la representación del dato de la percepción en el que habría de confirmarse en caso de ser isomórfica, haciendo de ella un pensamiento puro o un concepto que no recibe la contaminación de la imagen: “Se comprende que cuando la reflexión haya elevado al estado de pensamiento puro representaciones que

⁸³ Cfr. Bergson, Op.cit, p. 44

apenas eran la inserción de la conciencia en un cuadro material, actitudes y movimientos, ella formará voluntariamente, directamente, ideas generales que serán sólo ideas. Para ello recibirá poderosa ayuda de la palabra, que también proveerá a la representación de un cuadro, ahora más espiritual que corporal”⁸⁴. En suma, para Bergson, la representación científica o filosófica, al no ser isomórfica, es “la imitación de la naturaleza por la construcción artificial de ideas generales”⁸⁵.

Las representaciones, en cuanto ideas generales, son producto de la abstracción, la generalización y el razonamiento. Una idea general recoge en sí las semejanzas que hay en una serie de cosas u objetos que se presentan a la percepción. En el proceso de generación de ideas generales, “la inteligencia combina y separa; arregla, desarregla, coordina” lo que le ofrecen los sentidos. Esto es, una idea general es la abstracción de una propiedad que es común a una colección de objetos que han sido captados en la percepción. Ello, sin embargo, no significa que una representación sea una copia de los datos de la percepción; es un arreglo que hace el intelecto de los datos de la percepción. En la representación está presente lo que hay de semejante entre los objetos de una colección, sin ser por ello una copia del dato. Es en este ámbito donde las representaciones se distinguen entre sí. De acuerdo a Bergson, una representación científica, a diferencia de la representación filosófica, “recoge en sí el rasgo cuantitativo que hay de común entre las cosas u objetos, dejando a la filosofía el dominio de los rasgos cualitativos”⁸⁶. Como lo señala en *Durée et simultanité* al referirse a la longitud como un rasgo cuantificable que aparece en la representaciones de la física, “la ciencia no opera sino sobre medidas”. Si bien por ejemplo la *fuerza de repulsión o atracción entre dos cargas* y la bondad o maldad con la que actúan los individuos son propiedades que se hallan en la relación entre entidades (en el primer caso, entre cargas; y en el segundo caso, entre individuos), la primera se

⁸⁴ Bergson, *El pensamiento y lo moviente*, p. 55. O, para decirlo en términos que el propio Bergson usa, más del intelecto que de la percepción.

⁸⁵ Ibid. En esta afirmación Bergson reitera el carácter mental del concepto que sustituye al percepto en la representación. El concepto es la copia mental del percepto; una copia que no es isomórfica.

⁸⁶ Cfr. Ibidem, p. 108

distingue de la segunda en que es un rasgo cuantificable, y, por tanto, un rasgo que le interesa a la ciencia abstraer. Si en una serie de experimentos se observa a dos cuerpos alejarse o acercarse por efecto de sus respectivas cargas (como por ejemplo en el electroscopio), el objetivo es abstraer el rasgo común a todos ellos, que será un rasgo cuantificable. No así sucede en la filosofía; donde si se observa a diferentes personas actuar, no es con el propósito de llegar a abstraer un rasgo que sea cuantificable. En las representaciones científicas se llega a abstraer un rasgo por el que se puede señalar, en cada caso, qué tanto las cosas de una colección poseen una determinada propiedad. En las representaciones filosóficas se abstrae un rasgo por el cual a lo más se puede establecer una diferencia cualitativa entre los diferentes casos: Un filósofo no puede señalar, por ejemplo, qué tanto es buena o mala una persona. Esta es la falta de precisión por la que crítica Bergson a la filosofía. Dado que la “función esencial de la ciencia es medir”, sus representaciones recogen aquello que hay de común y cuantificable en los datos de la percepción. Cabe insistir que, para Bergson, aunque la representación tiene sus orígenes en la percepción, no será un percepto el que sustituya o represente a aquello que los sentidos no son capaces de presentar a la conciencia. Los datos de la percepción servirán para llegar a una representación conceptual de lo que los sentidos no son capaces de captar. En la ciencia lo que llena el *vacío dejado por la percepción* son construcciones del intelecto que recogen el rasgo cuantitativo de los datos de la percepción. No es que, en la repulsión o atracción de los cuerpos cargados, el dibujo de un electroscopio represente a todos cuerpos que se observen repelerse o atraerse por efecto de una fuerza oculta a la vista; sino que es la expresión de un lenguaje que denota cantidad y representará lo que los sentidos no son capaces de revelar.

Para Bergson, al igual que para Ibarra Andoni, las representaciones que valen la pena considerar, las de la ciencia, se expresan en un lenguaje que supera al que se usa comúnmente. El lenguaje al que recurre la ciencia para expresar sus representaciones es el lenguaje de las matemáticas. La precisión que adquieren las representaciones científicas, y que no tienen las representaciones filosóficas, no sólo

se debe a que la ciencia se interesa por el aspecto cuantitativo de la realidad, sino que ésta procura representar dicho aspecto de las cosas mediante un lenguaje cuantitativo. Para Bergson, la matemática es un lenguaje que satisface los propósitos de la ciencia de medir⁸⁷. Si bien entre las expresiones matemáticas con las que se representa la realidad y el aspecto cuantitativo de ésta ya hay de entrada una relación que puede juzgarse de representativa (lo cuantitativo se ha de representar en términos cuantitativos), ello no significa que la representación matemática sea una copia o una reproducción del aspecto cuantitativo de la realidad. Como ya se indicó, para Bergson, las palabras, en general, desligan a la representación de lo que se presenta en la percepción, esto es, la representación de la realidad que se logra con las palabras, tanto en el discurso filosófico como en cualquier otro que no sea el de la ciencia, no es una imagen que sea una reproducción de la imagen que la percepción pudiera presentar de la cosa: por ejemplo, la palabra árbol no tiene nada del árbol que se ofrece en las imágenes de la percepción. Como las palabras, los términos matemáticos desligan a la representación científica de lo que la percepción pudiera presentar como imagen de la cosa investigada. Así pues, la expresión $f(x) = ax + b$ no se parece en nada a una línea recta, y sin embargo representa a cualquier línea recta en un plano cartesiano. La ciencia, en su afán de describir el aspecto cuantitativo de las cosas, se vale de un lenguaje mucho más preciso que el de las palabras: “tarde o temprano este sistema de ideas calcadas sobre las palabras, debía dejar lugar a un conocimiento exacto representado por signos más precisos; la ciencia se constituiría entonces, tomando explícitamente por objeto la materia, por medio de la experimentación, por ideal la matemática”⁸⁸. A través de la serie de símbolos que constituyen a las expresiones matemáticas, el científico da forma a sus ideas que representan a lo que está fuera del alcance de la percepción.

⁸⁷ Op. cit., p. 70

⁸⁸ Op. cit. p. 79

Una representación científica, no obstante la precisión con la que cuenta al estar expresada en un lenguaje matemático, no guarda una relación biunívoca con lo representado. Los elementos presentes en una expresión matemática pueden ser menos o más de los que la experiencia pueda sugerir que la cosa investigada tenga. A esta particularidad de las representaciones, en general, y, en especial, de las representaciones científicas se refiere Bergson cuando afirma que “mientras con sus hábitos de economía nuestra inteligencia se representa los efectos como estrictamente proporcionados a sus causas, la naturaleza, que es pródiga, pone en la causa mucho más de lo requerido para producir el efecto”⁸⁹. En este sentido, para Bergson, las representaciones científicas guardan, para usar términos de Andoni Ibarra, una relación homomórfica con lo representado. Por esta razón, para el autor de *Durée et simultanèité*, la relación entre lo representante y lo representado no es una relación de semejanza como la que hay entre “el retrato y el modelo”. Por esta razón, las representaciones científicas, si se las considera correctas o verdaderas, no es porque guarden una correspondencia con la realidad. Una representación científica es verdadera no porque “copia algo que ha sido o que es; sino porque anuncia lo que será, o más bien prepara nuestra acción sobre lo que va ser”⁹⁰. Para Bergson, las representaciones o verdades científicas no son una muestra o revelación (o descubrimiento) de cómo es la realidad que no se percibe, sino una invención o una “ruta trazada a través de la realidad”⁹¹ o, como escribiera uno de los personajes más influenciados por el autor de *El pensamiento y lo moviente* en cuanto al tema de la relatividad, por el “flujo de percepciones, sensaciones y emociones que forma nuestra experiencia de la vida”⁹².

En síntesis, la noción bergsoneana de la representación, contiene los principales rasgos de la representación señalados por Andoni Ibarra. En uno y otro caso se consideran como constructos del

⁸⁹ Ibidem, p. 142

⁹⁰ Ibidem, p. 147

⁹¹ Ibidem, pp. 148 y 149

⁹² North Whitehead, A., *La organización del pensamiento y anatomía de algunas ideas científicas*, ed., Centro de estudios filosóficos, UNAM, México, 1964, p. 8

intelecto que no guardan una relación isomórfica con lo representado, sino homomórfica, que se vale o expresa a través de un lenguaje matemático.

En el siguiente apartado de este capítulo intentaremos mostrar cómo, a juicio de Bergson, dos representaciones de la relatividad se confunden y una de ellas conduce a la denominada “paradoja de los gemelos”

La representación y la paradoja de los gemelos

Una de las paradojas que se ha analizado en este trabajo es la de Richard. Según la solución ofrecida a ésta, el origen de la misma se encuentra en una confusión de lenguajes, esto es, por ejemplo en tomar por propiedad aritmética una propiedad meta-aritmética. En las siguientes páginas intentaremos demostrar que, para Bergson, la paradoja de los gemelos tiene un origen similar. Desde la perspectiva del autor de *Durée et simultanéité*, la representación unilateral de la relatividad tiene, a diferencia de la de Einstein, un carácter filosófico y metafísico, esto es, una representación que en lugar de basarse en el hecho físico que delata el experimento de Michelson-Morley para elucidar la naturaleza de la relatividad, lo niega asumiendo nuevamente el supuesto metafísico del sistema de referencia privilegiado entrañado en la idea del éter.

Para Bergson, el origen de esta representación metafísica de la relatividad, que es una interpretación incorrecta de la de Einstein, se debe a que se olvida el principio de la relatividad del movimiento, que, según nuestro célebre filósofo galo, es la esencia de la relatividad einsteineana. Esta interpretación incorrecta de la teoría de Einstein, sin embargo, está en parte motivada inconscientemente por su propio autor: El que Einstein no remarque el carácter relativista del movimiento en su teoría provoca en sus intérpretes un olvido de este rasgo fundamental de la misma. A este equívoco se refiere Bergson cuando afirma, haciendo alusión a un fragmento de la exposición

que hace Einstein de su teoría, que “este pasaje nos permite captar al vivo un equívoco que ha sido causa de numerosos malentendidos”⁹³.

Un punto más en el que Einstein no insistió, y que tomarlo en cuenta ayudará a entender el sentido de las críticas que hace Bergson a la interpretación equívoca y unilateral hecha por físicos como André Metz de la teoría relativista einsteineana, fue en la profundización del análisis de su noción de *acontecimiento*. De las nociones de tiempo, espacio y acontecimiento, que, de acuerdo al propio Einstein, son fundamentales en el desarrollo de su teoría de la relatividad⁹⁴, la última de estas ha sido prácticamente ignorada. En una obra escrita en colaboración con Leopold Infeld, Einstein ofrece una caracterización breve pero muy precisa de lo que entiende por *acontecimiento* o *suceso*: “Todo suceso queda caracterizado por cuatro números; y a cada cuatro números corresponde, recíprocamente, un suceso”. Conforme a esta caracterización, un acontecimiento no es una entidad continua en el tiempo, sino una discreta, esto es, por ejemplo, no una partícula que perdure en el tiempo, sino el que la partícula se encuentre o realice una actividad específica en un momento y lugar determinado. Una partícula que gire alrededor de otra y que cíclica y continuamente regresase a un mismo punto, no protagonizará el mismo acontecimiento cada vez que se encuentre en el mismo punto. Será la misma partícula la que se encuentre en ese punto, pero no el mismo acontecimiento: En cada ocasión, uno de los cuatro números será distinto. Inclusive, si la partícula mantuviese constante su posición en el espacio, podría en ello discernirse diferentes acontecimientos: si el estar de la partícula no cambia en sus números espaciales, sí en su número temporal. El estar ahí de la partícula es un acontecimiento distinto cada instante. Bajo la propia caracterización de *acontecimiento* que Einstein asume por cierta, si el acontecimiento que se observa por parte de un observador interno al sistema S' es el mismo al que observa un observador externo a dicho sistema, entonces el conjunto de

⁹³ *Durée et simultanéité*, p. 142-143

⁹⁴ Einstein, Albert, Op. Cit.,

números (x, y, z, t) que caracteriza a uno es el mismo que caracteriza al otro. El acontecimiento en cuestión es cualesquiera de los dos que tienen que ver con la llegada de dos partículas de luz al punto medio de un sistema de coordenadas S' . Si se toma la partícula A , cuyo movimiento es en el sentido que se desplaza el sistema S' , su llegada al punto M' , según el observador interno a dicho sistema, estará caracterizada por los tres números espaciales que corresponden al punto M' y el número t' , definido como $\frac{\overline{A'M'}}{C}$. Para un observador externo al sistema, en cambio, dado que contempla que el punto M' se aleja del punto A de su sistema en el que la partícula de luz en cuestión inicio su viaje, observará que ésta habrá de recorrer una distancia mayor que $\overline{A'M'}$ para alcanzar el punto M' . Para este observador externo, la llegada de la partícula A al punto M' estará caracterizada por los valores numéricos del punto de su sistema en el que se encuentre el punto M' al arribo de la partícula lumínica, esto es, los que corresponden al punto $(M + vt)^{95}$ del sistema S , y por un valor temporal mayor al que registra el observador en S' . Sin embargo, para superar esta diferencia y sostener que se trata del mismo acontecimiento, puede afirmarse que, por efecto de la dilatación del tiempo, se trata del mismo valor temporal pero referido al sistema de este segundo observador: Dado que los dos observadores tienen por unidad de tiempo al segundo pero el segundo de uno es, por ejemplo, la mitad del del otro, el que para uno un acontecimiento suceda en $t = 2 \text{ seg}$ y para el otro en $t = 1 \text{ seg}$ significará que para ambos el valor temporal será el mismo, esto es, que uno y otro observan el mismo acontecimiento. Empero al considerar la llegada de esta partícula al punto M' en relación con la llegada de la otra partícula al mismo punto, se suscita la duda de que se trate del mismo acontecimiento. Si visto desde el sistema S' la llegada de la partícula A al punto M' es simultánea a la

⁹⁵ El argumento que presentamos sólo pretende concederle a la teoría de Einstein el que el acontecimiento visto desde dos sistemas de coordenadas tiene los mismos valores espaciales, esto es, $M' = M + vt$. A este respecto, se dirá que los valores espaciales del acontecimiento en S son equivalentes a los dados en el sistema S' en el mismo sentido que se afirma que X unidades de una magnitud en un sistema de medición son equivalentes a X' unidades de la misma magnitud en otro sistema de medición. De no aceptarse dicha equivalencia, habría que reconocer que no se trata del mismo acontecimiento.

llegada de la partícula B al mismo punto, esta misma situación debiera ser vista por el observador en S para confirmar que se trata del mismo acontecimiento. Si para el observador en S la llegada de la partícula A al punto M' no es simultánea al arribo de la partícula B al mismo punto, entonces el valor temporal de uno de estos dos acontecimientos vistos por el observador desde S es distinto al que tienen los dos acontecimientos vistos desde S' . Apegándose a la misma caracterización de acontecimiento que asume Einstein, es un sinsentido afirmar que dos acontecimientos que son simultáneos en un sistema S' no lo son en otro. El sinsentido está en poner un signo de igualdad entre dos acontecimientos que tienen un valor temporal distinto. Una persona que asumiese la caracterización de acontecimiento dada por Einstein faltaría a ella si afirmase que ve el mismo acontecimiento en dos llegadas de un mismo tren a la misma estación en dos ocasiones distintas. Si bien ve al mismo tren llegar al mismo lugar, no es tan sólo a eso a lo que se refiere la caracterización de acontecimiento asumida por Einstein. Por la misma razón, si un observador interno a S' y otro externo a él ven la misma partícula arribar al mismo punto M' , no ven el mismo acontecimiento si estos acontecimientos poseen un valor temporal distinto. Para Bergson, el origen de la paradoja de los gemelos está en tomar por la misma cosa dos que son discretamente diferentes, cosas que podrían diferenciarse si se lee con cuidado los planteamientos einsteinianos, incluyendo por supuesto la caracterización de acontecimiento dada por el mismo Einstein. En particular, Bergson advierte sobre el exceso que se comete contra la teoría de Einstein cuando se ponen, en ésta, en el mismo nivel las experiencias u observaciones del observador interno al sistema S' y las del observador externo. Al asumir el pragmatismo de William James, Bergson critica la incapacidad de la relatividad unilateral para diferenciar entre la naturaleza de las observaciones que realiza el observador interno a S' y la naturaleza de las que efectúa el observador externo a dicho sistema. Para Bergson, la relatividad unilateral, a la que critica, tergiversa la relatividad einsteiniana y da origen a la paradoja de los gemelos al ignorar el principio de la relatividad del movimiento y tomar por observaciones reales

observaciones hipotéticas. A este respecto se refiere cuando declara su adhesión al pragmatismo de William James: “James pide que no agreguemos demasiado a la experiencia mediante miras hipotéticas y que no mutilemos lo que tiene de sólido”⁹⁶. Para Bergson, las interpretaciones a la teoría de la relatividad de Einstein, por parte de personajes como André Metz, debieran apegarse al hecho real e incuestionable revelado por el experimento de Michelson y Morley e interpretar los planteamientos relativistas einsteinianos a la luz de este hecho, esto es, el principio de la relatividad del movimiento. A lo largo de *Durée et simultanéité*, su autor insistirá sobre el carácter metafísico que adquieren los planteamientos relativistas de Einstein cuando se hace caso omiso de su principio fundamental o esencial. En las siguientes páginas de este apartado intentaremos mostrar cómo las experiencias u observaciones planteadas por la teoría de Einstein se tornan, según Bergson, en metafísicas cuando se hace a un lado el veredicto del experimento de Michelson y Morley.

Para Bergson el campo de investigación de la ciencia en general, y en particular el de la física, es el campo de lo perceptible. Este campo de lo perceptible, si bien no es toda la realidad, constituye el campo de la realidad sobre el que la ciencia parte en sus investigaciones. Para el autor de *Durée et simultanéité*, hay una distinción fundamental entre las entidades por las que la ciencia se interesa y las que son objeto de reflexión o investigación de la filosofía: “no sorprenderá, pues, si la propiedad de ser percibido o perceptible es exigida por nosotros en la presente investigación, para todo lo que se nos ofrezca como real”⁹⁷. Con este criterio, se limita “a trazar una línea de demarcación entre lo que es hipótesis, construcción metafísica, y lo que es dato puro y simple de la experiencia”⁹⁸. Como ciencia particular, la física se distingue de la metafísica en que su “rol es estudiar las relaciones entre datos visuales en el espacio homogéneo”⁹⁹. En este orden de ideas, para Bergson, los resultados de la

⁹⁶ Bergson, *El pensamiento y lo moviente*, p. 144

⁹⁷ Bergson, *Durée et simultanéité*, p. 109

⁹⁸ *Ibidem*, p. 104

⁹⁹ *Ibidem* p. 75

experiencia Michelson-Morley son el hecho real al que se ha de circunscribir la física en sus investigaciones. Como teoría científica y física, la teoría de la relatividad de Einstein, según el propio Bergson, se circunscribe al principio de la relatividad del movimiento como hecho real delatado por el experimento Michelson-Morley. En contrapartida, el movimiento absoluto, derivado de la idea del éter como sistema de referencia privilegiado, tendrá, al entender de nuestro autor, un carácter metafísico. No se trata de un hecho que sea perceptible o verificado, sino algo que va más allá de los datos que constituyen el mundo real y natural de la física.

A diferencia de la relatividad einsteineana, que es completa porque asume plenamente el principio de la relatividad del movimiento, la relatividad unilateral de personajes como André Metz es, en primera instancia, una relatividad metafísica porque asume parcialmente dicho principio. Desde la perspectiva de Bergson, los planteamientos científicos y físicos de Einstein son degenerados por la relatividad unilateral en ideas filosóficas y metafísicas. Si bien esta relatividad adopta el mismo lenguaje matemático de la relatividad einsteineana, ello tan sólo encubre pero no le quita su carácter filosófico y metafísico. De acuerdo a Bergson, la relatividad unilateral será metafísica no sólo porque asume parcialmente la relatividad del movimiento, sino porque también se encarga de generar una serie de experiencias que jamás podrían ser vividas. A esta asunción parcial de la relatividad del movimiento y al afán de quedarse sólo con el simbolismo matemático que dicha relatividad implica Bergson se refiere con las siguientes palabras: “Es verdad que una cierta doctrina acepta el testimonio de los sentidos, es decir, de la conciencia, para obtener unos términos entre los cuales establecer relaciones, luego solo conserva las relaciones y tiene a los términos por inexistentes. Pero es esta una metafísica injertada sobre la ciencia, no es la ciencia”¹⁰⁰. Lo que señala aquí el autor de *El pensamiento y lo movimiento* es precisamente la inconsecuencia de personajes como André Metz al interpretar la relatividad de Einstein.

¹⁰⁰ Ibidem, 105

Esta interpretación de la relatividad de Einstein, como la propia relatividad de Einstein, reconoce en los datos arrojados por el experimento de Michelson y Morley, como dirá Bergson, un testimonio de los sentidos y, por tanto, un hecho real incuestionable: El hecho es que la Tierra es un sistema de referencia que, contrariamente a lo que se sugiere en la idea de un éter en reposo absoluto, se encuentra en reposo relativo, y no en movimiento absoluto. El experimento Michelson-Morley, repetido en reiteradas ocasiones desde 1881 hasta 1905, siempre arrojó el mismo resultado. No obstante, cada vez que se llevó a cabo el experimento fue una experiencia única. Si bien aún se discute si Einstein tuvo o no conocimiento de la experiencia Michelson-Morley, el principio de la relatividad del movimiento es, para Bergson de cualquier manera, una abstracción de las diversas experiencias conocidas bajo el nombre de *experimento Michelson-Morley*. Como concepto que se apoya en el testimonio de los sentidos, el principio de la relatividad del movimiento es, de entrada, un término que asume tanto la relatividad de Einstein como la de André Metz. La experiencia Michelson-Morley, y su generalización en el principio de la relatividad del movimiento, adquiere, con Einstein, su representación simbólica en las denominadas *transformaciones de Lorentz*. Como lo señala Bergson refiriéndose a la relatividad unilateral de André Metz, ésta reconoce el testimonio de los sentidos (los resultados del experimento Michelson y Morley), adopta los términos o conceptos que de dicho testimonio se obtienen (el principio de la relatividad del movimiento) y asume las transformaciones de Lorentz como las relaciones que corresponden al principio en cuestión. Sin embargo, como el mismo Bergson también lo señala refiriéndose a la relatividad unilateral, ésta “luego solo conserva las relaciones y tiene a los términos por inexistentes”, esto es, en segunda instancia, mantiene las transformaciones de Lorentz y toma por inexistente el principio de la relatividad del movimiento. Ante el abandono que hace la relatividad unilateral de este principio y la omisión de la relación que guarda éste con las transformaciones de Lorentz, en el primer capítulo de *Durée et simultanèité* se plantea, como una manera de solucionar la paradoja de los gemelos, rescatar el concepto o término al

que se debe el simbolismo matemático adoptado por Einstein. A lo largo de esta obra, y muy especialmente en el primer capítulo, Bergson intentará recuperar “la significación concreta de los términos que entran en las fórmulas de Lorentz”¹⁰¹.

Del conjunto de fórmulas que constituyen a las denominadas transformaciones de Lorentz, la que analiza fundamentalmente Bergson es la correspondiente a la determinación del tiempo de un acontecimiento ubicado en un sistema en movimiento y referido desde otro en reposo relativo. Esto en virtud de que la paradoja de los gemelos es esencialmente una cuestión de tiempo. Según el autor de *Durée et simultanéité*, la paradoja en cuestión es una problemática suscitada por la afirmación de una diversidad de tiempos que transcurren de diversa manera o a diferentes ritmos. El problema que halla nuestro autor en todo esto es que a todos estos tiempos se les da el mismo status ontológico. Bergson no niega que todos estos tiempos existan, sino que tengan la misma naturaleza. Para él, de todos éstos, solo uno es real, y los demás son simbólicos. Una correcta interpretación de las transformaciones de Lorentz, aquella que se apega al principio de la relatividad, es la que no pierde de vista la diferencia esencial entre el tiempo real y los tiempos simbólicos. A diferencia de la relatividad de Einstein, la relatividad unilateral de André Metz toma todos los tiempos simbólicos por reales. En el tercer capítulo de *Durée et simultanéité*, su autor ofrecerá los criterios para diferenciar el tiempo real de los no reales. En general, los criterios son los mismos que se consideran para establecer si una entidad forma o no parte del campo de investigación de la ciencia. El tiempo real, como cualquier otra cosa real que estudia la ciencia, es una entidad que es percibida. El tiempo real, sin embargo, a diferencia de otras entidades igualmente reales, tiene una manera específica de ser de la que dimana la manera particular en la que se percibe. El tiempo, a diferencia de estas otras cosas, no es una entidad discreta. Se trata de un flujo o un pasaje en el que no hay partes que se distingan entre sí ni algo que fluya. En él, el pasado, presente y futuro son cortes que hace la memoria o la conciencia en base a su

¹⁰¹ Cfr. *Ibidem*, pp. 53-61

propio fluir, esto es, un ser consciente experimenta continuamente diferentes estados mentales y junto con ellos diferentes estados de su cuerpo y de la materia que le rodea. No hay estado mental que no venga acompañado de un estado del cuerpo y de las cosas materiales que circundan a un ser consciente. Para Bergson, el tiempo es un fluir en el que el devenir del mundo circundante se correlaciona con el fluir de la conciencia, esto es, el nexo por el que el mundo circundante corre paralelamente con el fluir de la conciencia. A través del tiempo el mundo cambiante que el sujeto percibe queda indiscerniblemente ligado a la conciencia de éste. Así como el pegamento forma parte de una sola pieza que se constituye de dos que han sido unidas mediante él, el tiempo se vuelve parte de esta indisoluble unión entre el mundo cambiante y la conciencia que lo percibe; mostrándose, por tanto, con el rostro de una u otra de las dos partes que liga. De ahí que, por un lado, el tiempo sea “un estado de conciencia y, por otro, una película superficial de materia en la que coinciden el que siente y lo sentido”¹⁰². Como en el tiempo el correr del mundo que percibe una conciencia corre paralelamente al correr de dicha conciencia, a cada estado de la conciencia le corresponderá un estado del mundo que le circunda y percibe.

Mas aún, como el tiempo liga a cada estado del mundo que capta la conciencia con un estado de ésta, el tiempo se hace manifiesto a ésta en la serie de estados del mundo material que percibe correlacionado con su serie de estados. Así pues, por ejemplo, la serie de estados que corresponden a las diferentes posiciones que van ocupando las manecillas de un reloj reflejan el tiempo por el que éstas se correlacionan con los diferentes estados de una conciencia que las percibe. Porque el tiempo, para Bergson, correlaciona uno a uno los estados del mundo percibido con los diferentes estados de la conciencia y porque el tiempo mismo se percibe en esta indisoluble unión entre el correr del mundo y el correr de la conciencia, éste lo llama *tiempo real*.

¹⁰² Ibidem, p. 84

El tiempo real es el que vive o percibe la conciencia en los diferentes estados que va asumiendo el mundo material circundante que capta. Si bien la porción del mundo circundante que percibe una conciencia no es necesariamente el mismo que perciba otra, ello no implica que el tiempo real sea distinto para cada una de ellas; esto en virtud de que, por una parte, el fluir de una porción del mundo material es el mismo que el de cualquier otra (esto es, corren paralelamente) y, por otra, el fluir de las conciencias transcurre al mismo paso (esto es, si bien no experimentan a la vez los mismos estados, todas transcurren a la par del transcurrir de cualquier porción del mundo material:

“A cada momento de nuestra vida interior corresponde así un momento de nuestro cuerpo y de toda la materia circundante, que le sería «simultáneo»: esta materia parece participar entonces de nuestra duración consciente. Gradualmente extendemos esta duración al conjunto del mundo material, porque no aperecimos ninguna razón para limitarla a la proximidad inmediata de nuestro cuerpo: el universo nos parece formar un único todo y si la parte que está alrededor de nosotros dura a nuestra manera, debe ser lo mismo, pensamos, para aquélla que la rodea a ella misma, y así todavía indefinidamente.”¹⁰³

A diferencia de este tiempo, hay una variedad de tiempos que son concebidos. Son tiempos que, si bien son considerados como series distintas de estados del mundo material que podrían ser experimentadas, lo cierto es que, de acuerdo al autor de *Durée et simultanéité*, no pueden ser vividos o percibidos por conciencia alguna. Para Bergson, los tiempos múltiples de los que da cuenta la teoría de la relatividad de Einstein son tiempos concebidos que dan cuenta de la invariancia de las leyes de la naturaleza¹⁰⁴. Son tiempos que más allá del servicio epistemológico que prestan a la física, no son objeto de experiencia alguna, sino una ficción metafísica. Es un hecho que estos tiempos tienen un importante papel epistemológico en la teoría de Einstein, pero no por ello se ha de deducir que en ella se afirma la existencia de dichos tiempos. La deducción de los tiempos múltiples como tiempos que pueden ser vividos se basa en una interpretación de la relatividad einsteineana que olvida el papel

¹⁰³ Ibidem, p. 84

¹⁰⁴ Cfr. Ibidem, pp. 116-120

fundamental que en ésta juega el principio de la relatividad del movimiento. Como ejemplo de esta omisión, Bergson pone la interpretación del pasaje en el que Einstein describe la escena que ha de observar un físico interior al sistema S' y otro exterior al mismo respecto al viaje de dos rayos de luz que parten de dos puntos de un sistema S que son equidistantes al punto M en el que se encuentra el segundo de éstos. Dado que el sistema S' se mueve hacia uno de los puntos de emisión y se aleja del otro, la distancia que media entre el punto M' y los puntos de emisión, a diferencia de la que media entre éstos y el punto M , varía y, por tanto, el observador que se encuentra en él verá antes la luz proveniente del punto de emisión al que se acerca y después la proveniente del que se aleja. El observador en el punto M dará cuenta de esta experiencia del observador interno al sistema S' al observar que el punto M' en el que éste se halla va al encuentro de uno de los puntos de emisión y se aleja del otro. Si ahora los puntos de emisión se hallan en el sistema S' y, por la relatividad del movimiento, no es él el que se mueve sino el sistema S , entonces será el observador en M' el que vivirá la experiencia que vive el otro observador cuando se toma su sistema como sistema de referencia al tomarse dos de sus puntos como puntos de los que parten los rayos de luz. Para Bergson, la relatividad del movimiento, y la equivalencia de los sistemas S y S' , exige que si los rayos de luz que parten de puntos del sistema S son simultáneos para un observador que se halla en el punto M del mismo, también lo sean para un observador en M' los rayos de luz que parten de dos puntos de su sistema S' bajo las mismas condiciones que en aquel otro sistema. Sin embargo, para Bergson, se falta a la relatividad del movimiento cuando no se reconoce para un observador interno al sistema S' la simultaneidad de los rayos de luz que parten de dos puntos de su propio sistema. La idea es la siguiente: Imagínese que a la vez que de los puntos A y B parten dos rayos de luz hacia el punto M , dos rayos de luz parten de los puntos A' y B' hacia el punto M' , mediando entre estos la misma distancia que entre aquellos. El observador en M ve a los rayos de luz emitidos desde su sistema correr al parejo y a la misma velocidad que los emitidos desde el sistema S' , dirigiéndose unos y otros

hacia el punto M' donde se encuentra el otro observador. Dado que para el observador en M el observador en M' va al encuentro de uno de los rayos emitidos desde S y se aleja del otro, también irá al encuentro y se alejará de los correspondientes al sistema S' ; esto es, para el observador en M , el observador en M' verá primero uno y después el otro. Para Bergson, la relatividad del movimiento no privilegia a ningún sistema y reconoce, por tanto, para el observador interno al sistema S' la simultaneidad de los rayos de luz emitidos desde él. La omisión de la relatividad del movimiento es la que privilegia al sistema S y pone las observaciones realizadas en éste por encima de las observaciones realizadas en el sistema S' . Para la relatividad unilateral que critica Bergson, lo que ve o vive el observador interno a S' no tiene valor empírico frente a lo que el observador en S afirma que el observador en S' ve o vive: “No importa para ésta lo que observa un físico en S' sino lo que dice el otro físico que observa. Si el observador en S' ve dos rayos de luz como simultáneos pero un observador en S afirma que lo que aquel ve es primero uno y después el otro, entonces para esta relatividad lo que ve realmente un observador no es de hecho lo que percibe sino lo dice el otro que percibe. Para una relatividad así, el tiempo que realmente vive el observador en el sistema S' no es el que de hecho percibe tal observador, sino el que el observador en S dice que percibe. Para Bergson, el tiempo que se atribuye al sistema S' , en el que los acontecimientos no son simultáneos como lo son realmente, es un tiempo metafísico en el sentido de que está más allá de la experiencia.

Es este tipo de tiempos, que ni pueden ser vividos o percibidos por conciencia alguna, el que da, según nuestro célebre filósofo francés, origen a la paradoja de los gemelos. Si bien la paradoja de los gemelos carece de la forma lógica de paradojas como la de Richard, el mentiroso o la de Russell¹⁰⁵, posee un rasgo que la familiariza con éstas, a saber, expresiones de dos niveles de lenguaje entremezclándose indebidamente. Así como la paradoja de Richard proviene de una confusión de

¹⁰⁵ Nos referimos a la forma $((\sim p \rightarrow p) \wedge \sim p) \rightarrow p$

lenguajes, la paradoja de los gemelos deviene, a juicio de Bergson, de una confusión de tiempos, de tomar los tiempos metafísicos por tiempos reales. Tanto el tiempo real (que es un tiempo percibido o vivido) como los tiempos metafísicos (que son tiempos concebidos, mas no vividos) se representan en una sola expresión matemática (las transformaciones de Lorentz).

CAPÍTULO 3
(Sobre la solución bergsoniana a la paradoja de los gemelos)

La relatividad del movimiento y paradoja de los gemelos

Uno de los conceptos que viene sugerido por la experiencia es el de *movimiento*. Cada día el hombre ve aparecer el sol por un lado y ocultarse por otro; los astros moverse a lo largo de la bóveda celeste; las nubes desplazarse sigilosamente por las alturas; las aves revoloteando entre los árboles; y a otros hombres ir y venir. Ante los ojos de éste¹⁰⁶ las entidades animadas de movimiento se desplazan, por principio propio o ajeno, teniendo a la faz de la tierra por testigo inmóvil. Al delatarse inmóvil, la faz de la tierra se impone como marco de referencia natural en el que el movimiento adquiere su realidad: Es respecto a ésta que los cuerpos se mueven. Bajo esta perspectiva, cuando la distancia entre un punto cualquiera de la tierra y un cuerpo varía con el tiempo, normalmente se considera a este último como una entidad animada de movimiento. Por las mismas razones, si la distancia que media entre dos cuerpos *A* y *B* que se hallan sobre la faz de la Tierra aumenta o decrece con el tiempo, es posible decir que uno de ellos se mueve y el otro no si la distancia del primero a cualquier punto de la Tierra es constante y la del otro varía. En la inmovilidad aparente de la faz de la Tierra, el hombre tuvo su criterio natural para determinar o decidir cuando un cuerpo se mueve o no.

La situación es muy distinta cuando se trasciende el ámbito de las experiencias cotidianas y se está ante un escenario teórico en el que se establece que la porción de Tierra en la que transcurren

¹⁰⁶ Hasta aquí no nos referimos más que a lo que el sentido de la vista nos sugiere. Éste nos sugiere que lo que se mueve son los astros, y no la Tierra. Lo que nos sugieran teorías como la de Copérnico será, en el aspecto que se revelará, materia de discusión.

nuestras vidas y acontecen una gran variedad de eventos no es más que parte de un todo que deambula en la infinitud del espacio. Cuando a nuestro entender la faz de la tierra ha dejado de ser el marco de referencia respecto al cual se podía determinar el movimiento del cualquier cuerpo terrestre o celeste y no hay cosa alguna que la sustituya en este papel que venía desempeñando, nuestra perspectiva del movimiento se ve obligada a cambiar y deviene con ello un mundo raro que sorprende al pensamiento e imaginación. Si paradójico es toda aquella situación teórica que conmociona las formas comunes de pensar y conduce a la reflexión a un callejón sin salida que produce una sensación a la que llamamos sorpresa, muchas de las consecuencias de la teoría especial de la relatividad constituirían, sin más, auténticas paradojas. No es, sin embargo, tan sólo en la conmoción y sorpresa que provoca en el sentido común donde radica el carácter paradójico de lo que se ha dado en llamar la *paradoja de los gemelos*. Como consecuencia de la teoría especial de la relatividad (en adelante TER), la paradoja de los gemelos posee otros rasgos más por los que se le ha caracterizado como tal. La causa de la perplejidad que provoca habrá de buscarse más allá del sentido común que se deja sorprender. En las siguientes páginas del presente apartado habremos de intentar mostrar aquellos rasgos que, a juicio de Henri Bergson, proveen a la teoría de Einstein de un carácter paradójico, los cuales, según él mismo, no son inmanentes a las ideas originales de Einstein, sino que derivan de una interpretación equivocada de las mismas por los que se consideran su promotores y defensores¹⁰⁷.

Desde la perspectiva de Bergson, el carácter paradójico que ha asumido TER se debe a una interpretación sesgada e incompleta de la relatividad einsteineana. Frente a sus interpretaciones, la relatividad einsteineana, según el autor de *Durée et simultanéité*, es radical y completa¹⁰⁸. Sin embargo, mientras puede estarse de acuerdo con Bergson en que la relatividad de Einstein ha

¹⁰⁷ En lo particular, Bergson se refiere a su contemporáneo, el físico francés André Metz. Véase *los tiempos ficticios y el tiempo real*, en Bergson H, *Duración y simultaneidad (A propósito de la teoría de Einstein)*, ed. Del signo, Buenos Aires, 2004, pp. 273- 291.

¹⁰⁸ Cfr. Bergson H, *Duración y simultaneidad(a propósito de la teoría de Einstein)*, ed. Del signo, Buenos Aires, 2004, pp. 67-81

revolucionado la manera de hacer física, no muchos estarían de acuerdo con él en que la “Paradoja de los gemelos” sea una inconsistencia lógica de interpretaciones sesgadas a la teoría einsteineana de la relatividad, a saber, de aquéllas que suprimen de ésta su *principio de la relatividad del movimiento*. Para Bergson, la asunción parcial de la relatividad de Einstein es aquélla que prescinde sigilosamente de la idea del *movimiento relativo*, sobre todo cuando se asume la idea de *tiempos múltiples*¹⁰⁹. En su afán de poner al descubierto la interpretación incompleta de TER, Bergson dedicará su obra *Durée et simultanéité* al propósito de revelar las diferencias entre la relatividad unilateral e incompleta de personajes como André Metz¹¹⁰ y la relatividad bilateral y completa de Einstein. Para el autor de *Durée et simultanéité*, la relatividad unilateral, si bien está cerca de la de Einstein, no se distancia del todo de una relatividad simple vinculada a la idea del éter como una entidad en absoluto reposo. En su fin de revelar los aspectos teóricos en los que la relatividad unilateral se asemeja y diferencia de la relatividad einsteineana, por un lado, y, por otro, de la relatividad simple, el autor de *Durée et simultanéité* expone una serie de diferencias entre las dos posiciones relativistas, en medio de la cuales Bergson ubica a la que caracteriza de unilateral e incompleta.

Por lo que respecta a la relatividad simple, el cuadro que de ella dibuja Bergson es el de una relatividad que fija su descripción del movimiento en la hipótesis de un éter inmóvil: el estado de movimiento o reposo de cualquier cuerpo se determina por la relación espacial que guarda con el éter. Así pues, un cuerpo en movimiento es aquél que se desplaza respecto al éter; y uno en reposo aquél que se mantiene en un mismo punto de éste. A diferencia del cuerpo que se halla en un mismo punto de la faz de la tierra –el cual se halla en reposo respecto a ésta pero en movimiento al participar del

¹⁰⁹ Cfr. *Sobre la pluralidad de tiempos*, en *Ibidem*, pp. 111-134

¹¹⁰ Como consecuencia de estas comparaciones, Bergson concluirá que lo que hay de común entre una y otra relatividad es el considerar un punto de orientación absoluto: “Pero es casi imposible llegar a la hipótesis de una relatividad doble sin pasar por la de una relatividad simple, en la cual se coloca todavía un punto de orientación absoluto, un éter inmóvil. Incluso cuando se *concibe* la relatividad en el segundo sentido, se la *ve* todavía un poco en la primera; porque a pesar de que se diga que solo existe el movimiento recíproco de *S* y *S'* en relación uno del otro, no se estudia esta reciprocidad sin adoptar uno de los dos términos, *S* o *S'*, como <“sistema de referencia”>”. *Ibidem*, p. 68.

movimiento de la misma—, el cuerpo que se halla en movimiento o reposo respecto al éter se encuentra en un estado absoluto de movimiento o reposo. De acuerdo a Bergson, la expectativa de hallar una diferencia en la velocidad de la luz en el experimento de Michelson-Morley, se fundamenta en la asunción del movimiento de la tierra como un movimiento absoluto, esto es, como un movimiento que se determina por la relación espacial variable que guarda la tierra respecto al éter. La unilateralidad de la relatividad simple¹¹¹ radica en considerar, por ejemplo, como movimiento absoluto el movimiento de la tierra. En general, para la relatividad simple, lo que se mueve respecto al éter, sin más ni más, se mueve y no hay la posibilidad de considerarlo en reposo. Bajo esta perspectiva, al considerarse los cuerpos en movimiento respecto al éter inmóvil, se anula la posibilidad de que se los considere marcos de referencia inmóviles. Esto es, si la distancia que media entre dos cuerpos A y B aumenta o disminuye y al primero de ellos se le considera en reposo respecto al éter, tanto el observador que se encuentre en A como el que se encuentre en B fijarán en él (en el cuerpo A) un marco de referencia inmóvil; por lo que uno y otro observador verán la variación de distancia como un alejamiento o acercamiento del cuerpo B : El observador en A ve alejarse o acercarse de él al observador en B y el observador en B se ve alejarse o acercarse al observador en A . La postura de la relatividad simple de considerar que uno y otro observador ven a un mismo cuerpo A como marco de referencia en reposo absoluto y a otro B en movimiento absoluto, Bergson la expresa en los siguientes términos:

“Desde el punto de vista de la física newtoniana, por ejemplo, hay un sistema de referencia absolutamente privilegiado, un reposo absoluto y unos movimientos absolutos. El universo se compone entonces, en todo instante, de puntos materiales, algunos de los cuales están inmóviles y otros animados de movimientos perfectamente determinados. Este universo resulta tener pues, *en sí mismo*, en el Espacio y el Tiempo, una figura concreta que no depende del punto de vista en el que el físico se sitúa: todos los físicos, a cualquier sistema móvil al que pertenezcan, se ligan con el pensamiento al sistema de referencia privilegiado y atribuyen al universo la figura que se le encontraría percibiéndolo así en lo absoluto. Si pues, el físico por excelencia es el que habita el sistema privilegiado, no hay que establecer aquí una distinción radical entre este físico y los otros, puesto que los otros proceden como si estuvieran en su lugar”¹¹²

¹¹¹ En tanto privilegia al sistema S , la relatividad simple es unilateral como la propia relatividad unilateral que critica Bergson. A fin de no confundir una y otra postura unilateral, a la primera se le llamará relatividad simple, y a la segunda relatividad unilateral o incompleta.

¹¹² Ibidem, p. 281

Es por el carácter absoluto en que se tenía al reposo y al movimiento que, al considerarse a la luz y a la tierra moviéndose respecto al éter inmóvil, se esperaba hallar a aquélla moverse a una velocidad distinta con respecto a ésta que con respecto al éter. Para Bergson, lo que el experimento de Michelson y Morley cuestionó y ayudó a derrocar, al revelar que la velocidad de la luz es una constante, fue la idea del éter inmóvil; sembrándose con ello la semilla de la que germinaría una idea radicalmente revolucionaria, por la que Bergson caracterizará de completa a la relatividad de Einstein¹¹³. En contraste con la relatividad simple, la relatividad einsteineana se fundamenta, según él, en el principio que descarta las ideas del reposo y movimiento absolutos. Para Bergson, el gran mérito de Einstein es el haber superado estas ideas al asumir que el éter como sistema de referencia en absoluto reposo es una mera ficción metafísica y que los cuerpos se hallan entre sí en movimiento relativo, esto es, en reposo cuando desde ellos se observa, o en movimiento cuando son observados desde otros cuerpos. La relatividad del movimiento, conforme a lo que puede apreciarse en *Durée et simultanéité*, fue una idea que prosperó con la caída del éter como sistema en reposo absoluto: “Anunciamos que S' se desplaza en relación a S : ¿por qué no decíamos también que era S el que se desplazaba en relación a S' ? Simplemente porque se suponía que S participaba de la absoluta inmovilidad del éter. Pero no hay más éter, no hay más fijeza absoluta, en ninguna parte. Podemos pues, decir a voluntad que S' se mueve en relación a S , o que S se mueve en relación a S' ”¹¹⁴,

En concreto, para el autor de *Durée et simultanéité*, la relatividad del movimiento concede al observador en S' ver el alejamiento o acercamiento entre él y el observador en S no sólo como su movimiento, sino también como el movimiento de este segundo. Si en la relatividad simple se considera que el observador en S' ve al observador en S inmóvil o en reposo y a sí mismo moverse; en

¹¹³ Cfr. Ibidem, pp. 67-82

¹¹⁴ Ibidem, 70

la perspectiva de la relatividad completa se considera que éste se ve en reposo y al otro moverse¹¹⁵. Bajo el punto de vista de la relatividad completa, uno y otro observador ven al cuerpo en que se hallan en reposo y al del otro en movimiento. Sin embargo, a pesar de que se acepta, por parte de personajes como André Metz, esta perspectiva del movimiento y reconoce que el cuerpo que una vez se tomó en absoluto movimiento está en relativo reposo o viceversa, no se es, de acuerdo Bergson, consecuente con dicha visión, esto es, no se le concede al sistema S' todos los atributos que la relatividad del movimiento le otorga al sistema S ¹¹⁶, y se lo sigue tratando como se lo trata en la relatividad simple. Es precisamente en este sentido que hace el siguiente comentario: “Incluso cuando se *concibe* la relatividad en el segundo sentido, se la *ve* todavía un poco en la primera; porque a pesar de que se diga que solo existe el movimiento recíproco de S y S' en relación uno del otro, no se estudia esta reciprocidad sin adoptar uno de los dos términos, S o S' , como «sistema de referencia»”¹¹⁷. En la relatividad del movimiento se toma por iguales e intercambiables a los sistemas S y S' no sólo porque se pueda tomar a voluntad a cualquiera de los dos en reposo y al otro en movimiento, sino porque las experiencias que se realicen en uno tendrán el mismo carácter que tendrán en el otro, esto es, por ejemplo, si al interior de cada sistema se ejecuta, por los observadores que ahí se encuentran, el mismo experimento siguiendo los mismos procedimientos y usando los mismos instrumentos, uno y otro arrojarán el mismo resultado. De este modo, bajo la perspectiva de nuestro filósofo francés, las observaciones o experiencias que se realicen en uno y otro sistema, bajo las mismas especificaciones y procesos técnicos, son indiscernibles e intercambiables unas a las otras. Para él, en la visión relativista de André Metz –que no es la misma de la de Einstein–, se privilegia de nueva cuenta al sistema que la relatividad simple había estado considerando en reposo absoluto cuando a las observaciones o

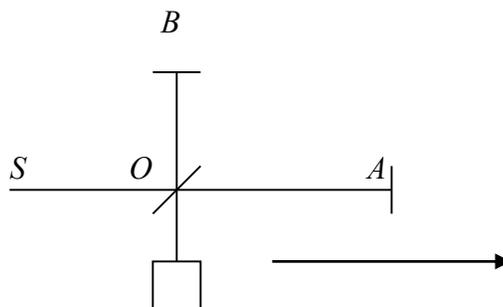
¹¹⁵ Para Bergson, el marco o sistema de referencia (o sistema en reposo relativo) es aquel desde el que el observador efectúa sus observaciones o mediciones. Cfr. *Ibidem*, p. 232.

¹¹⁶ Véase las simetrías entre los sistemas S y S' que se enumeran en la página 15 de este trabajo.

¹¹⁷ Por relatividad en un segundo sentido se refiere Bergson a la Relatividad de Einstein, *Ibidem*, p. 68.

mediciones que se realizan al interior del sistema que se había estado considerando en movimiento absoluto no se les concede el mismo carácter epistemológico que el de aquéllas que se realizan al interior de aquel otro sistema.¹¹⁸ ¿Cómo se niega, pues, en la postura relativista de André Metz, la equivalencia o igualdad que les otorga la *relatividad del movimiento* a los sistemas S y S' en la teoría de Einstein?

En el primer capítulo de *Durée et simultanéité*, su autor hace un análisis del experimento Michelson-Morley a fin de explicar el significado físico de las transformaciones de Lorentz y fijar, con ello, los planteamientos sobre los que calificará de incompleta la postura relativista de su contemporáneo André Metz.¹¹⁹ No está de más recordar que el instrumento utilizado en el experimento Michelson-Morley es un dispositivo constituido de un espejo que divide un haz de luz en dos, uno de los cuales pasa a través del espejo continuando la línea recta que hay entre la fuente de luz y dicho espejo, en tanto que el otro es reflejado en dirección perpendicular a la del primero. El instrumento cuenta además de dos espejos dispuestos en la dirección que viaja cada uno de los dos rayos de luz y cuya función es reflejarlos de vuelta al punto de bifurcación, donde se recombinarán y formarán un patrón de interferencia. El interferómetro de Michelson y Morley, como su nombre lo indica, es un instrumento que muestra el grado de interferencia que pueda haber entre dos rayos de luz viajando en condiciones estipuladas teóricamente. El diagrama que ofrece Bergson de este instrumento es¹²⁰:

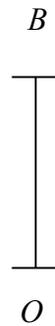


¹¹⁸ Cfr. *Ibidem*, pp. 142-144

¹¹⁹ Cfr. *Ibidem* pp. 43-65

¹²⁰ Los espejos A y B son equidistantes al espejo O .

De este diagrama, Bergson extrae uno más elemental que sugiere un experimento más simple que puede ser usado con los mismos propósitos que los del experimento Michelson-Morley:



Sea O y B puntos de un sistema de coordenadas S ligado a un terraplén, cada uno con un espejo; y sea E el experimento realizado por un observador al interior de dicho sistema consistente en enviar un rayo de luz desde el espejo O hacia el espejo B , a fin de medir el tiempo que le lleva a éste ir del primer al segundo punto, y de éste a aquél. Conforme a la perspectiva de la relatividad simple, considérese que el sistema S se halla en reposo en relación con el éter inmóvil. Si los espejos se encuentran alineados perpendicularmente respecto al eje de las x 's del sistema, el observador verá al rayo de luz describir una línea recta que va del punto O al punto B y que es paralela al eje de las y 's del sistema. Si la distancia entre los puntos O y B es λ , para dicho observador, el intervalo de tiempo entre la partida del rayo de luz del punto O y su llegada al punto B es $\frac{\lambda}{c}$. Bajo la misma perspectiva de la relatividad simple, un observador que se encuentra en un sistema de coordenadas S' , ligado a un tren que se mueve perpendicularmente respecto al eje de las y 's del sistema S , verá la misma situación que ve el observador en S ; esto en virtud de que, para él, los puntos O y B se encuentran en reposo. Para Bergson, la inmovilidad de estos puntos a la mirada del observador en S' es una condición que

les impone la relatividad simple a dichos puntos; o, como más generalmente lo dice nuestro autor: “En tanto se conserva un éter estacionario y posiciones absolutas, la inmovilidad pertenece verdaderamente a las cosas; no depende de nuestro decreto”¹²¹. En particular, bajo la perspectiva de la relatividad simple, conforme a lo que de ella destaca Bergson, el observador que se halla en el sistema anclado al éter, ve al otro moverse si la distancia entre sus sistemas varía; variación que será vista por este segundo observador no como un moverse del sistema del primer observador, sino como un moverse de su sistema. Así pues, si para el observador en S' los espejos del experimento del observador en S se hallan en reposo y la luz que se mueve de un espejo al otro lo hace perpendicularmente a la dirección en la que se mueve su sistema, entonces verá al rayo de luz describir la misma trayectoria que le ve describir el observador en S . Por ello, para el observador en S' , como para el observador en S , el intervalo de tiempo que le lleva al rayo de luz pasar del punto O

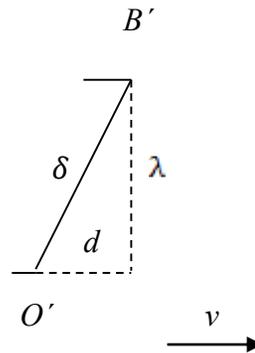
al B es $\frac{\lambda'}{c}$ ¹²².

La unilateralidad de la relatividad simple hace acto de presencia o se hace más notoria cuando el experimento realizado por el observador en S (en adelante Pablo) es también realizado por el observador en S' (en adelante Juan) y se comparan sus resultados. Sea O' y B' los puntos correspondientes de S' donde se hallan espejos de idénticas características a las de los que se encuentran en los puntos O y B del sistema S , separados uno del otro por la distancia λ' que es igual a λ . Si Juan realiza el mismo experimento que Pablo y lo realiza usando instrumentos de iguales características que los de aquél y siguiendo las mismas especificaciones técnicas pero tomándolo en movimiento, lo que ve éste del experimento de Juan no es lo mismo que ve éste del experimento de

¹²¹ Ibidem, p. 79

¹²² $\frac{\lambda}{c} = \frac{\lambda'}{c}$, donde λ sin apóstrofe y con apóstrofo denota el sistema desde el que se observa y se registra el tiempo del viaje del rayo del punto O hacia el punto B .

aquél. Si el eje de las abscisas de S' se mueve paralelamente respecto al eje de las abscisas de S anclado al éter, Pablo ve a los puntos O' y B' moverse respecto a su sistema, de modo que para cuando la luz llegue al punto B' , éste habrá avanzado de la posición que ocupaba al momento de salir ésta de O' , esto es, Pablo ve al rayo de luz describir una línea recta oblicua al ir de O' a B' . El diagrama que al respecto presenta Bergson es¹²³:



Si la línea vertical discontinua es la distancia λ (o vertical de suelo al techo del tren) y la línea horizontal discontinua es la distancia que recorre el punto O' en el intervalo de tiempo que le lleva al rayo de luz recorrer el segmento $\overline{O'B'}$, se tiene que Pablo registra para el experimento de Juan un resultado distinto del que registró para su propio experimento, a pesar de que, en lo esencial, se trata del mismo experimento. Esto es, mientras que en su experimento el tiempo de recorrido de la luz es

de $\frac{\lambda}{c}$, en el de Juan es de $\frac{\delta}{c}$, donde, conforme al diagrama anterior,

$$\delta = \sqrt{\lambda^2 + (vt)^2} \quad 124$$

¹²³ Al diagrama se le ha agregado la flecha en indicación de que el sistema S' es visto en movimiento por Pedro.

¹²⁴ Cabe destacar que mientras en la física prerrelativista la expresión $\frac{\delta}{c}$ representa el tiempo que le lleva a la luz ir del punto O' al punto B' , en la visión relativista representa la magnitud del intervalo de tiempo entre la salida del rayo de luz del punto O' y su llegada al punto B' . Tanto para la visión prerrelativista como para la relativista $\frac{\delta}{c}$ es mayor $\frac{\lambda}{c}$, pero para esta segunda significará que el tiempo transcurre más lentamente: es como si se pusiera a dos personas a contar y una de ellas contará de modo que sus intervalos entre decir un número y decir el siguiente fueran el doble de lo que son los de

Bajo la perspectiva de la relatividad simple, no habrá desacuerdo entre lo que Pablo y Juan registran para el movimiento de la luz en el experimento de aquél primero en el sistema S ; ni entre lo que registran para el movimiento de la luz en el experimento de éste último en el sistema S' : Por un lado, $\frac{\lambda_E}{c} = \frac{\lambda'_E}{c}$ y, por otro, $\frac{\delta_{E'}}{c} = \frac{\delta'_E}{c}$ ¹²⁵. Si Pablo ve al sistema de Juan moverse respecto al éter y halla para el viaje de la luz del punto O' al punto B' el valor $\frac{\delta_{E'}}{c}$; entonces es Juan quien ve alejarse del sistema de Pablo y considera a su sistema moverse respecto al éter, y espera hallar la velocidad de la luz respecto a S' , estimando, por ello, para el viaje de la luz de O' a B' un tiempo de $\frac{\delta'_E}{c}$, al que puede visualizar como la línea recta oblicua que visualiza Pablo desde S . Lo que el experimento Michelson-Morley intentó mostrar, de acuerdo a lo que expone Bergson, es lo que un observador en reposo absoluto vería al presenciar la luz moverse respecto al interferómetro de Michelson y Morley, el cual también se mueve¹²⁶. Si en realidad este fue el propósito del experimento Michelson-Morley y fue realizado en la tierra considerándola en movimiento respecto al éter, es porque el resultado que en

la otra; si una y otra cuentan, en un determinado momento, la del doble de intervalo habrá contado menos números que la otra. La dilatación del intervalo de tiempo, sin contradecir a los relativistas, conlleva, para Bergson, a un transcurrir más lento del tiempo Cfr. Ibidem, 47-49.

¹²⁵ λ y δ sin apóstrofe significará que el cociente en cuestión es el obtenido desde el sistema S , y con apóstrofe el que se obtiene desde S' . El subíndice E sin apóstrofe significará que el valor del cociente es el que arroja el experimento de S , y con apóstrofe el valor que arroja el experimento de S' . Así pues, $\frac{\lambda_E}{c}$ será el valor que arroja para un observador en S el

experimento que realiza en dicho sistema; y, por su parte, $\frac{\lambda'_E}{c}$ representará el valor que arroja el mismo experimento para un observador en S' . Cuando el observador y el experimento se encuentran en el mismo sistema, el valor del cociente es resultado de una medición directa. El valor del cociente es resultado de una medición indirecta si el observador y el

experimento se encuentran en sistemas diferentes. En este sentido son valores directos $\frac{\lambda_E}{c}$ y $\frac{\delta'_E}{c}$, e indirectos $\frac{\lambda'_E}{c}$ y

$\frac{\delta_{E'}}{c}$. Las notaciones en cuestión no son de Bergson, pero reflejan el espíritu de la crítica de éste a los equívocos que dan

origen a la *paradoja de los gemelos*, Cfr. Ibidem, pp. 116-120

¹²⁶ Conforme a lo que se ha dicho, lo que el experimento Michelson-Morley intentó probar fue el aumento del tiempo en el viaje de la luz del punto O' al punto B' por efecto de la velocidad relativa de la luz respecto a la Tierra, velocidad relativa que en ese entonces se considera un hecho por probar.

ella se esperaba obtener se estimaba el mismo que obtendría un observador desde un sistema en estado de absoluto de reposo.

De haberse confirmado en este experimento que la velocidad de la luz varía según sea la dirección en la que se mueva la Tierra, se habría confirmado o robustecido la idea del éter como un sistema de referencia en absoluto reposo. Sin embargo, al no hallarse en él diferencia alguna en cuanto a la velocidad de la luz en las diferentes direcciones de movimiento de la Tierra, el citado experimento más bien habría de abrir las puertas de la ciencia al principio cuya autoría y reivindicación atribuye Bergson respectivamente a Descartes y Einstein¹²⁷. Para el autor de *Durée et simultanéité*, el principio de la relatividad del movimiento es la parte medular en muchas de las consideraciones de la teoría de Einstein: “la experiencia Michelson-Morley tiene la gran ventaja de plantear en términos concretos el problema a resolver, y colocar así bajo nuestros ojos los elementos de su solución. Ella materializa, por así decirlo, la dificultad. Es de ella que el filósofo debe partir, es a ella que deberá constantemente referirse, si quiere captar el verdadero sentido de las consideraciones del tiempo en la teoría de la Relatividad”¹²⁸. Si Michelson o Juan (que es uno de los personajes de los que echa mano Bergson para ilustrar sus cuestionamientos al punto de vista prerrelativista) habían estado considerando su sistema en movimiento al considerar un éter en absoluto reposo, el experimento de uno y otro autoriza a ambos a desechar la idea del movimiento absoluto de sus sistemas. Al poner en tela de duda al éter inmóvil, el experimento de Michelson-Morley revela que la velocidad de la luz se describirá como una constante bajo cualquier sistema que se la observe moverse. Si Juan ve a la luz moverse respecto a su sistema S' de igual manera que Pablo la ve moverse en el sistema S , no habrá razón, conforme a lo que Bergson plantea en *Durée et simultanéité*, para privilegiar a uno sobre el otro. La relatividad del movimiento, exhibida y puesta, como dice Bergson, ante nuestros ojos por el experimento de Michelson- Morley,

¹²⁷ Cfr Ibidem, p. 71-74

¹²⁸ Ibidem, p.43

consiste en tomar como recíprocamente equivalentes los sistemas sobre los que los observadores realizan sus experimentos y registran sus resultados que los conducen a formular leyes. La relatividad del movimiento confirma los resultados de las observaciones de Pablo para el experimento que realiza en su sistema y para los que obtiene del experimento que Juan realiza en el sistema S' , pero le aclara que su sistema no está en reposo absoluto, sino en reposo relativo. En el caso de Juan, desmiente las expectativas de este y le explica que, para su experimento, obtiene los mismos resultados que los que obtuvo Pablo para el suyo puesto que su sistema no está en movimiento absoluto, sino en reposo relativo como lo está para Pablo su respectivo sistema. La relatividad del movimiento confirma a Pablo que *ve a Juan alejarse o acercarse de él*, esto es, que Juan y su sistema se mueven respecto a su sistema, pero le aclara que el movimiento de éste es un movimiento relativo. En el caso de Juan, corrige sus apreciaciones, señalándole que no debe más verse como alejándose o acercándose de Pablo, sino ver a éste como alejándose o acercándose de él: Juan debe asumir que su sistema está en reposo relativo, y el de Pablo en movimiento relativo¹²⁹.

En consecuencia, en el universo de la relatividad del movimiento, lo que observa Juan en su experimento y en el de Pablo será distinto de lo que observara en los mismos experimentos en el universo de la relatividad simple. En primer lugar, si en el universo de la relatividad simple veía a los puntos O y B inmóviles y a un rayo de luz ir de un punto a otro en línea recta vertical, en el universo de la relatividad del movimiento ve a los mismos puntos en movimiento y al mismo rayo de luz ir de un punto a otro en línea recta oblicua. Y en segundo lugar, si en el universo de la relatividad simple veía a los puntos O' y B' de su sistema moverse respecto a S y a la luz describir una línea recta oblicua

¹²⁹ Es precisamente esta condición de reposo relativo que le concede el experimento de Michelson-Morley al sistema S' , la que le niega el relativismo unilateral, por la que Bergson califica a dicho relativismo de incompleto. El relativismo incompleto es aquel que asume a medias la relatividad del movimiento.

respeto al mismo sistema al pasar de uno al otro de tales puntos¹³⁰, en el universo de la relatividad ve a los mismos puntos en reposo y a la misma luz pasar de uno a otro punto en línea recta vertical. En el universo de la relatividad del movimiento, las observaciones y mediciones de Juan se identifican con las de Pablo: La línea recta oblicua que Juan observa a la luz describir en el experimento de Pablo es de la misma longitud e inclinación que la que éste segundo observa a la luz describir en el experimento de aquél primero; esto en virtud de que la velocidad relativa de S respecto a S' es la misma que tiene S' respecto a S ¹³¹. Partiendo de un mismo experimento realizado en los sistemas S y S' con los mismos instrumentos y bajo las mismas especificaciones y procedimientos técnicos, se caracteriza a dichos sistemas como equivalentes o simétricos si: 1) $\frac{\lambda_E}{c} = \frac{\lambda'_{E'}}{c}$ y 2) $\frac{\delta_{E'}}{c} = \frac{\delta'_E}{c}$; esto es, si el resultado que obtiene Juan para su experimento es el mismo que el que obtiene Pablo para el suyo y si el resultado que obtiene Juan para el experimento de Pablo es el mismo que el que obtiene Pablo para el experimento de Juan. Tanto en la relatividad simple como en la completa se establecen igualdades entre observaciones; pero mientras que en la primera la igualdad se establece entre una observación directa y una indirecta, en la segunda la igualdad se establece entre dos observaciones directas o entre dos observaciones indirectas¹³². La simetría perfecta que encuentra Bergson en los sistemas S y S' se halla representada en las igualdades $\frac{\lambda_E}{c} = \frac{\lambda'_{E'}}{c}$ y $\frac{\delta_{E'}}{c} = \frac{\delta'_E}{c}$ ¹³³. Si la igualdad

¹³⁰ Como vector, a la velocidad se le considera con una magnitud y una dirección. Bajo esta perspectiva, se puede afirmar que el retraso de la luz se debe a una menor velocidad de la misma por el cambio de su dirección, esto es, al considerarse en movimiento a los puntos O' y B' , Pablo estaría considerando la línea recta oblicua, y no la vertical, como la dirección que sigue la luz a uno a otro de estos puntos.

¹³¹ Por el diagrama de la página 9, es fácil advertir que la longitud de la base del triángulo rectángulo es " vt ", por lo que dependerá de la velocidad del móvil. Por esta razón, la longitud de la línea δ será $\sqrt{\lambda^2 + (vt)^2}$ y su inclinación $\frac{\lambda}{vt}$.

¹³² Llamamos observación directa a la que realiza un observador a los instrumentos (reloj) que se hayan instalados en su propio sistema de referencia. Y observación indirecta a la que realiza un observador a los instrumentos (reloj) instalados en un sistema que se mueve respecto al suyo.

¹³³ Se sugiere tener presente las convenciones establecidas en la nota 19.

$\frac{\lambda_E}{c} = \frac{\lambda'_E}{c}$ es asimétrica porque su término izquierdo representa un valor derivado de una observación o medición directa y su término derecho un valor derivado de una observación o medición indirecta¹³⁴, la igualdad $\frac{\lambda_E}{c} = \frac{\lambda'_{E'}}{c}$ es simétrica porque uno y otro de sus términos representan valores derivados de observaciones o mediciones indirectas¹³⁵. Comparativamente, la relatividad del movimiento, a diferencia de la relatividad simple, se caracteriza por establecer una serie de simetrías entre los sistemas S y S' . Bergson calificará de incompleta a la relatividad unilateral al considerar que ésta no asume todas las simetrías que la relatividad de Einstein otorga a los sistemas S y S' .

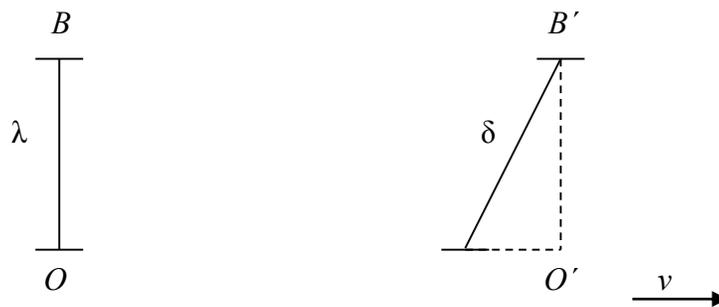
Comparativamente resumiendo: los sistemas S y S' , bajo la perspectiva de la relatividad completa, son simétricos porque 1) desde uno, cualesquiera de los dos que sea, se ve al otro en movimiento; 2) uno y otro es apercibido en reposo por el observador que en cada uno de ellos se halla; 3) a la luz del experimento en uno y otro sistema se la ve describir una línea recta vertical por parte del observador que en cada uno de ellos se halla; 4) a la luz del experimento en un sistema se la ve describir una línea recta oblicua por parte del observador que se halla en el otro sistema; 5) el intervalo de tiempo que registra el observador de uno de los dos sistemas para su experimento es el mismo que registra el del otro para su respectivo experimento; y 6) el intervalo de tiempo que registra el observador de un sistema para el experimento del otro sistema es el mismo que registra el observador de este otro sistema para el experimento de aquel primer sistema. Correspondientemente, bajo la

¹³⁴ Una medición directa es la que se efectúa en el mismo sistema que se realiza el experimento medido. Una medición indirecta, en cambio, es la que se lleva a cabo desde un sistema distinto al sistema en el que se realiza un experimento observado.

¹³⁵ La igualdad $\frac{\lambda_E}{c} = \frac{\lambda'_{E'}}{c}$ significa que Pablo obtiene de su experimento el mismo resultado que Pedro obtiene del suyo; en tanto que la igualdad $\frac{\lambda_E}{c} = \frac{\lambda'_E}{c}$ significa que Pablo obtiene del experimento de Pedro el mismo resultado que Pedro obtiene del suyo: La observación o medición directa es la que se efectúa en el sistema mismo en el que se realiza el experimento; en tanto que la observación o medición indirecta es la que se lleva a cabo en un sistema distinto al que se realiza el experimento..

perspectiva de la relatividad simple, los mismos sistemas son asimétricos porque: 1) desde S se ve a S' en movimiento, en tanto que desde S' se ve a S en reposo; 2) S es apercibido en reposo por el observador que en él se halla, en tanto que S' es apercibido en movimiento por el observador que en él se encuentra; 3) a la luz del experimento en S se la ve describir una línea recta vertical por parte del observador que en tal sistema se halla, mientras que el observador del sistema S' ve a la luz de su propio experimento describir una línea recta oblicua; 4) desde S se ve a la luz del experimento en S' describir una línea recta oblicua, en tanto que desde S' se ve a la luz del experimento en S describir una línea recta vertical; 5) el tiempo que registra el observador en S para el viaje de la luz en su experimento es menor al que registra el observador en S' para el viaje de la luz en su respectivo experimento; y 6) el tiempo que registra el observador en S para el viaje de la luz en el experimento de S' es mayor al que registra el observador en S' para el viaje de la luz en el experimento de S .

Bajo la perspectiva de la relatividad simple, tanto el observador en S como el observador en S' , al observar los experimentos en cada uno de estos sistemas, observan lo mismo. Al observar el viaje de la luz en S , uno y otro observan a ésta describir una línea recta vertical de longitud λ como su trayectoria; y al observar el viaje de la luz en S' , los dos contemplan a ésta dibujar una línea recta oblicua de longitud δ como su trayectoria:



Bajo la perspectiva de la relatividad simple, la distancia que recorre la luz para alcanzar el punto B' en S' es mayor que la que recorre para alcanzarlo en S . Por efecto de la velocidad relativa de la luz respecto S' , la distancia que recorre la luz en éste aumenta respecto a la distancia que recorre en S ;

esto es, parafraseando un tanto la teoría de Einstein, hay una dilatación en la longitud de la distancia que recorre la luz en S' por efecto del movimiento de dicho sistema.

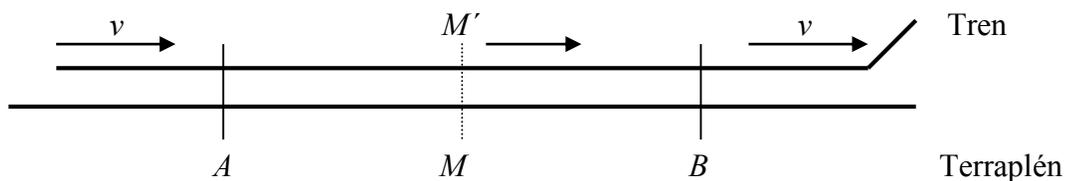
En el capítulo 6 de *Durè et simultanèite*, Bergson explica la manera cómo la relatividad de Einstein espacializa el tiempo¹³⁶ y cómo la diferencia de distancias que recorre la luz en los sistemas S y S' corresponde a la diferencia del transcurrir del tiempo entre ambos sistemas. Con la explicación de la espacialización del tiempo en la teoría de Einstein, Bergson pretende hacer evidentes las asimetrías en las que cae el relativismo unilateral e incompleto que pregona André Metz. Conforme a esta explicación, el espacio que recorre la luz del punto O al punto B se transforma en un intervalo de tiempo entre dos acontecimientos (entre el *salir de la luz del punto O y su llegar al punto B*); por lo cual lo que para la relatividad simple era una línea de espacio, en la relatividad de Einstein se transforma en una línea de tiempo o luz¹³⁷. Sin embargo, a pesar de la radical transformación que sufre en manos de la relatividad einsteineana la línea espacial descrita por la luz en los planteamientos de la relatividad simple, la línea de tiempo o luz propuesta por la teoría de Einstein conserva algunos de los rasgos de aquella otra, específicamente su longitud e inclinación. De este modo, por ejemplo, si bajo determinadas condiciones de movimiento los observadores en S y en S' ven, conforme a la perspectiva de la relatividad simple, a la luz interior al sistema S describir una línea recta vertical con longitud λ , bajo las mismas condiciones de movimiento los observadores en cuestión verán, conforme a la perspectiva de la relatividad einsteineana, a la misma luz describir una línea recta vertical con igual longitud λ , pero ya no como una línea espacial, sino como temporal o de tiempo. La explicación que hace Bergson de la espacialización del tiempo, le permitirá justificar su apreciación de la relatividad unilateral de André Metz y calificarla de incompleta. Con su explicación, la asimetría de la

¹³⁶ Ibidem, p. 182-218

¹³⁷ Cfr. Ibidem, pp. 167-172

relatividad simple, la que deriva de los puntos 5) y 6) arriba referidos, se transforma en una asimetría de la relatividad unilateral, al no asumir ésta completamente la *relatividad del movimiento*.

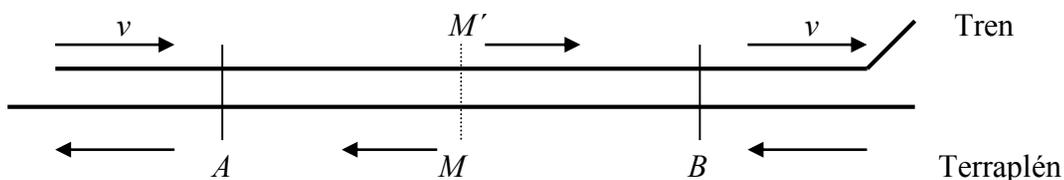
Para Bergson, la *paradoja de los gemelos* no es otra cosa más que la *paradoja de los Tiempos múltiples y reales*¹³⁸ o, para decirlo en términos que se han venido utilizando, la asimetría entre el transcurrir del tiempo en S y el transcurrir del tiempo en S' o en cualquier otro sistema que se considere en movimiento relativo respecto a aquél. De acuerdo con Bergson, la asimetría en los tiempos de S y S' se debe, como ya se ha dicho, al abandono que hace la relatividad unilateral de *la relatividad del movimiento* al considerar de nueva cuenta al sistema S como el sistema privilegiado o en reposo absoluto: “Porque si S está en reposo absoluto, y todos los otros sistemas en movimiento absoluto, la teoría de la Relatividad implicará efectivamente la existencia de Tiempos múltiples, todos sobre el mismo plano y todos reales. Si, por el contrario, uno se sitúa en la hipótesis de Einstein, los Tiempos múltiples subsistirán pero no habrá jamás allí sino uno solo real...los otros serán ficciones matemáticas¹³⁹”. Para Bergson, el equívoco de los relativistas como André Metz de tomar de nueva cuenta a S como el sistema privilegiado, está en no reconocer que Einstein hace uso de él como un sistema en reposo relativo. Para él, por ejemplo, Einstein dibuja el escenario sobre el que hace sus planteamientos teóricos tomando por caso al sistema S como sistema de referencia, esto es, como el sistema en el que ubica al sujeto del que considera sus observaciones y mediciones; de ahí que Einstein no dibuje las correspondientes flechas de S (o terraplén) en el siguiente diagrama:



¹³⁸ Ibidem, p. 228

¹³⁹ Ibidem, p. 69

A quiénes olvidan que la relatividad einsteineana es una relatividad del movimiento, Bergson les recuerda que Einstein podría haber dibujado este otro diagrama en caso de haberlo considerado conveniente¹⁴⁰.



Para Bergson, si Einstein toma las observaciones y mediciones del observador interior a S como caso para ilustrar sus planteamientos, lo hace por razones de estilo expositivo, y no porque privilegie de nueva cuenta a dicho sistema. Conforme a esto, Einstein pudo haber tomado las observaciones y mediciones del observador interior a S' o a las de ambos para exponer su teoría. Al tomar, sin embargo, las del observador interior a S , los que, como André Metz, interpretan la teoría de Einstein en base al caso del que éste se vale en la exposición de sus ideas, toman la asimetría entre lo que ve dicho observador en su experimento y lo que ve en el experimento del otro como un hecho. Si, de acuerdo a sus observaciones, Pablo halla que el intervalo de tiempo en el viaje de la luz es menor en su experimento que en el de Juan, concluye, y con él todos los que se inclinan por las observaciones de Pablo y que desdeñan el carácter epistémico de las observaciones de Juan, que el tiempo transcurre más lentamente en el sistema de éste que en el suyo. Para Pablo, y para todos los que privilegian las observaciones de éste, es un hecho que Juan envejece más lentamente que él o que el tiempo transcurre de manera distinta en uno y otro sistema. En la relatividad simple, lo que ve Juan del experimento de Pablo es lo mismo que ve Pablo de su propio experimento, y lo que ve Juan de su

¹⁴⁰ Ibidem, pp. 142-143

experimento es lo mismo que ve Pablo del mismo experimento. Esto es, bajo la perspectiva de la relatividad simple, la longitud del intervalo de tiempo que registra Juan para el viaje de la luz en el experimento de Pablo es la misma que registra éste para el viaje de la luz en el mismo experimento (su propio experimento), y la longitud del intervalo de tiempo que registra Pablo para el viaje de la luz en el experimento de Juan es la misma que la que éste registra en su propio experimento. Si se desea recurrir a las observaciones y mediciones de Juan y considerar su valor epistémico, pueden tomarse las que éste realiza bajo la perspectiva de la relatividad simple y, con ello, seguir sosteniendo la asimetría en el transcurrir del tiempo en S y S' .

Para Bergson, pues, la relatividad simple, que niega el principio de la relatividad del movimiento, conduce a una asimetría entre las observaciones y mediciones de Pablo y Juan; no así la relatividad de Einstein, la cual, consecuente con el principio de la relatividad del movimiento, implica una rigurosa simetría entre lo que ve y experimenta Pablo en su sistema y lo que ve y experimenta Juan en el suyo, y, por tanto, una simetría entre el transcurrir del tiempo en uno y otro sistema.

De los múltiples equívocos que cometen los que interpretan la teoría relativista de Einstein (y dan con ello origen a la paradoja de los gemelos), el abandono del principio de la relatividad del movimiento (y tomar de nueva cuenta en reposo absoluto el estado de un sistema que se había reconocido en reposo relativo) es, desde la perspectiva de Bergson, el equívoco fundamental del que derivan otros, y a los cuales dedicaremos los restantes apartados de este capítulo.

La noción de acontecimiento

El primer capítulo del presente trabajo ha intentado, por un lado, precisar al menos uno de los rasgos que caracterice a toda paradoja y, por otro, el rasgo o rasgos que diferencian entre sí a las diferentes clases de paradojas, a fin de ubicar en una de estas a la paradoja de los gemelos. El intento no ha sido en vano y ha permitido, por un lado, ubicar el rasgo que caracteriza a las paradojas como razonamientos correctos que involucran nociones contradictorias y, por otro, el reconocimiento de la paradoja de los gemelos como una auténtica paradoja vinculada a la teoría especial de la relatividad¹⁴¹. En consideración a la aseveración bergsoniana de que la paradoja de los gemelos es consecuencia de la confusión entre dos representaciones relativistas presentes en la interpretación de la relatividad einsteineana por parte de André Metz, el segundo capítulo ha sido dedicado a justificar la caracterización de dicha paradoja como una paradoja semántica a partir del análisis de la noción de representación y la caracterización de las representaciones científicas como entidades lingüísticas que no están exentas de ambigüedades. Si las representaciones científicas hacen uso de lenguajes cuyos símbolos están en lugar de los objetos que representan y las paradojas semánticas son consecuencia de tomar diferentes nociones u objetos bajo un mismo símbolo o grupo de símbolos, entonces es posible caracterizar a la paradoja de los gemelos como una paradoja semántica en virtud de que es producto de una confusión de representaciones en la interpretación a la teoría de la relatividad einsteineana, en

¹⁴¹ No como parte de la propia teoría de Einstein; sino como una consecuencia de una interpretación hecha a dicha teoría.

particular, según Bergson, a la confusión que se hace al interpretar el conjunto de expresiones matemáticas denominadas *transformaciones de Lorentz*¹⁴². El presente capítulo, por tanto, estará dedicado a precisar la confusión o serie de confusiones que se presentan en la interpretación a la relatividad einsteineana que conducen la paradoja de los gemelos. Para tal propósito nos valdremos de la noción de acontecimiento que a continuación pasamos a analizar.

Hay dos razones por las que la noción de acontecimiento es fundamentalmente determinante en el origen de la paradoja de los gemelos: 1) porque, de acuerdo al propio Einstein, esta noción, junto con las de tiempo y espacio, fue fundamental en el desarrollo de la teoría especial de la relatividad; y 2) porque, a pesar de su importancia, no fue lo suficientemente caracterizada, esto es, la dilucidación que de ella se hace es escasa con respecto al grado de relevancia que tiene dentro de la teoría einsteineana de la relatividad. En su obra escrita en colaboración con Leopold Infeld¹⁴³, Einstein le dedica unas cuantas palabras a la noción de acontecimiento. Por lo tanto, si esta noción es fundamental en la formulación de la relatividad einsteineana y no fue definida o caracterizada formal y exhaustivamente, se la dejó abierta a la interpretación. Es plausible, pues, que el sentido de la relatividad al que pertenece la paradoja de los gemelos sea una interpretación a la relatividad einsteineana basada en una noción de acontecimiento distinta de la de Einstein. Esta es precisamente la misma conclusión a la que llega Alfred North Whitehead después de analizar con cierto detalle la noción de acontecimiento y declara que “las paradojas de la relatividad surgen de no prestar atención al hecho de que diferentes supuestos respecto al reposo implican la expresión de los hechos de la Física a base de espacios y de tiempos radicalmente diferentes, en los que los puntos y los momentos tienen significados diferentes”¹⁴⁴. En esta declaración Whitehead hace referencia a la noción de acontecimiento a través de dos de los rasgos que la caracterizan en la reflexión de Einstein y en la de

¹⁴² Cfr, op. cit, p. 43-65

¹⁴³ Nos referimos a “La evolución de la física”.

¹⁴⁴ North Whitehead Alfred, *El concepto de naturaleza*, ed. Gredos, Madrid, 1968, p. 212

él mismo, a saber, el tiempo y el espacio. La noción de acontecimiento de Whitehead, que incluye, como la de Einstein, al tiempo y espacio como rasgos fundamentales, es un tanto más amplia que la de éste.

De acuerdo a Whitehead, la naturaleza toda es un sistema, esto es, un conjunto de entidades que conforman una estructura o que se interrelacionan entre sí formando un entramado tetra dimensional que se extiende más allá de lo que la percepción del individuo le delata: La naturaleza no se agota en aquello que se capta a través de los sentidos. A este rasgo de la naturaleza de extenderse más allá de lo que los sentidos perciben el colaborador de Russell lo denomina el “carácter inexhaustible. Este carácter puede describirse metafóricamente con la declaración de que la naturaleza en cuanto percibida tiene siempre un borde rasgado. Por ejemplo, hay un mundo más allá de la habitación a la que está confinada nuestra vista, que nos es conocido en cuanto completa las relaciones espaciales de las entidades discernidas dentro de la habitación”¹⁴⁵. De este modo, la moneda que se observa no se reduce a la cara que de ella contemplamos o el reloj a la carátula y manecillas que giran alrededor de un punto fijo. La moneda es también la cara que de ella que no se observa, y el reloj también el mecanismo que se oculta a la vista. La naturaleza también la constituyen todas aquellas entidades que nuestros sentidos no logran percibir, ya sea porque se hallan distantes o porque son diminutas. Para Whitehead, la existencia de tales entidades está fuera de toda duda, así como lo está el lado opuesto de la pared que vemos y tocamos: “la superficie del muro que percibe el sujeto se explica estructuralmente por la presencia de un algo que está inmediatamente después de dicha superficie. La naturaleza no termina abruptamente en la nada o se reduce sólo a lo que se percibe. La superficie que se toca se explica por una entidad mas con la que se relaciona ésta. Al referirse a entidades de la naturaleza como la superficie de un muro, que se explican estructuralmente por otras, Whitehead hace la siguiente declaración: “en primer lugar, cada una de esas entidades se conoce como un término de

¹⁴⁵ Ibidem, p. 62 y 63

relación en un sistema general de relaciones espaciales y queda determinada, en segundo lugar, la relación mutua particular de esas dos entidades en relación recíproca en ese sistema general”¹⁴⁶.

Para Whitehead, las entidades que conforman a la naturaleza, tanto las que son como las que no son objeto de observación en un determinado momento, pueden clasificarse, desde una perspectiva un tanto general o abstracta, en dos categorías: 1) como acontecimientos o 2) como objetos. Desde un punto de vista concreto, sin embargo, todas las entidades naturales son, para Whitehead, acontecimientos: “el mundo que conocemos es una corriente continua de incidencias que podemos diferenciar en acontecimiento finitos que al sobreponerse y contenerse el uno al otro y por sus separaciones forman una estructura espacio-temporal”¹⁴⁷. Si se considera a las entidades de la naturaleza durante un intervalo corto de tiempo, se presenciara que algunas de ellas pasan y otras no. Bajo la perspectiva de un lapso de tiempo corto, aquellas entidades naturales que se caracterizan por pasar son denominadas por Whitehead como acontecimientos; en tanto que aquellas que se caracterizan por permanecer, como objetos. Empero, si el lapso de tiempo se amplía, se apreciará que aquellas entidades que parecían no pasar en realidad pasan. Bajo esta perspectiva, los objetos se delatan, aunque no de una manera precisa, como acontecimientos.

Para los fines que persigue el autor de *el concepto de la naturaleza*, que son los de justificar el método que permita especificar cualquier acontecimiento dentro del sistema de acontecimientos que constituyen a la naturaleza, la caracterización de un objeto como acontecimiento mediante la ampliación del lapso de tiempo es imprecisa en tanto que no permite establecer sus caracteres intrínseco y extrínseco como acontecimiento, esto es, “las relaciones naturales indicadas por una serie abstractiva y las propiedades vinculadas con la relación de todo y parte”¹⁴⁸, por las que se establecerá su situación como acontecimiento dentro de la estructura de acontecimientos. Es imprecisa esta

¹⁴⁶ Ibid.

¹⁴⁷ Ibidem, p. 192

¹⁴⁸ Ibidem, p. 96

caracterización del objeto como acontecimiento en virtud de que se lo toma como un solo acontecimiento y se esconde, con ello, sus interconexiones con otros acontecimientos.

Lo que hay de acontecimiento en el objeto, sin embargo, no sólo puede hallarse a través de la ampliación del tiempo; también puede hallarse en él el *paso*, que es uno de los rasgos fundamentales que caracterizan a todo acontecimiento, si se recurre a la reducción del tiempo. Aunada a la reducción espacial del objeto (esto es, la división del objeto en partes cada vez más pequeñas), la reducción del tiempo permite hallar en el objeto a la naturaleza creadora (es decir, como un objeto en continuo paso o cambio). Bajo esta perspectiva, se considera al objeto como una entidad que continuamente cambia a nivel molecular: “Un físico que considera esta parte de la vida de la naturaleza como una danza de electrones dirá que ha perdido diariamente moléculas y adquirido otras, y hasta el hombre sencillo puede ver que se pone cada vez más sucio y que se lava de vez en cuando”¹⁴⁹. Por todos los cambios o pasos que suceden en el objeto, Whitehead lo caracteriza como un grupo de acontecimientos en los siguientes términos: “Un sólido en cuanto tal, sea errante o volumen, no es más que un conjunto de partículas de acontecimiento que ilustran una cierta calidad de posición”¹⁵⁰.

El método del que se vale Whitehead para caracterizar a los objetos como conjuntos de partículas de acontecimientos lo denomina abstracción extensiva, el cual, como ya se indicó, consiste en reducir gradualmente la extensión temporal y espacial del objeto a una serie abstractiva que converge en un punto inextenso al que considera un acontecimiento. Al poner de ejemplo la caracterización del Obelisco de Cleopatra como acontecimiento, Whitehead ilustra la manera como se reduce la extensión del tiempo a través del método de la abstracción extensiva con las siguientes palabras: “Supongamos que disminuimos progresivamente el tiempo, considerado a un segundo, a una centésima de segundo, a una milésima de segundo, así sucesivamente. Según vamos pasando a lo

¹⁴⁹149 Cfr. *Ibidem*, 186

¹⁵⁰ *Ibidem*, 117

largo de una serie tal, nos acercamos a una simplicidad ideal de relaciones estructurales de los pares de acontecimientos considerados sucesivamente, llamando a este ideal relaciones espaciales del Obelisco con la barcaza en un instante”¹⁵¹. Mediante la abstracción extensiva, el lapso de tiempo se reduce hasta llegar al breve instante de la existencia de la cosa y, mediante la división del objeto, a las partes más pequeñas de la misma. El resultado de aplicar este método, por tanto, es la consideración del objeto como un conjunto de acontecimientos. Un objeto no es un solo acontecimiento, sino un conjunto de acontecimientos. No es uno, sino varios acontecimientos; cada uno como elemento del conjunto que constituye a la cosa.

El método de la abstracción extensiva propuesto por Whitehead en la caracterización del objeto como un conjunto de acontecimientos es análogo en sus propósitos con el método usado por la física en la descripción del movimiento de los cuerpos. En la cinemática se hace abstracción de la forma, tamaño o composición de los cuerpos para considerarlos como partículas o puntos en movimiento, a fin de lograr una descripción más sencilla y clara de los cuerpos. La idealización de los cuerpos como partículas tiene como propósito simplificar el cálculo de las diversas magnitudes que intervienen en el movimiento, cinemáticamente hablando. La abstracción extensiva, así como lo hace la cinemática, hace a un lado las particularidades del objeto y lo toma en condiciones ideales. Al hacerlo así, el objeto muestra de una manera más clara sus relaciones con otros acontecimientos o, en términos de Whitehead: “Podemos expresar las propiedades de esta estructura por medio de los límites ideales de las rutas de aproximación que he denominado partículas de acontecimiento. Las partículas de acontecimiento son, según esto, abstracciones en sus relaciones con los acontecimientos más concretos. Pero entonces, a estas alturas, se habrá comprendido que no se puede analizar la estructura concreta sin abstraer”¹⁵². Las partículas o puntos son abstracciones del cuerpo que pretenden una

¹⁵¹ Ibidem, p. 191

¹⁵² Ibidem, p. 192

comprensión inequívoca de las relaciones entre las magnitudes cinemáticas vinculadas al movimiento de los cuerpos. Las partículas de acontecimientos son abstracciones del objeto como acontecimiento y buscan una descripción más precisa de la estructura espacio-tiempo de la cual el acontecimiento forma parte.

Para Whitehead, mediante la abstracción extensiva no sólo se logra determinar o precisar la relación o relaciones que guarda el acontecimiento con otros acontecimientos; sino también una caracterización mucho más específica del mismo. El acontecimiento es, además de una entidad en cambio o paso, una entidad que incluye dentro de su identidad a cuatro números, tres de ellos correspondientes al punto del espacio en el que sucede y uno más al instante del tiempo en el que acaece: “Se ve fácilmente que, para determinar la posición de una partícula de acontecimiento en el agregado espacio-temporal en su relación con el resto del agregado, son necesarias cuatro mediciones tales de sus caracteres propios”.¹⁵³ A cada acontecimiento, por tanto, le corresponde un conjunto único de valores x , y , z y t que lo identifican. Mediante estos cuatro números queda determinada la identidad de cada acontecimiento: “Las cuatro mediciones han determinado una partícula de acontecimiento definida que pertenece al agregado cuatrodimensional espacio-tiempo”¹⁵⁴. A este respecto, la caracterización de los acontecimientos dada por Whitehead coincide con la dada por Einstein: “Todo suceso queda caracterizado por cuatro números; y a cada cuatro números corresponde, recíprocamente un suceso”.¹⁵⁵

Por tanto, para Whitehead, como para Einstein, la variación de alguno de estos cuatro números determinará acontecimientos distintos, esto es, por ejemplo, si al acontecimiento p le corresponden como valores x , y , z , t , respectivamente, los números 2, 2, 5, 4, el acontecimiento caracterizado por los números 2, 1, 5, 4 es diferente a aquel. Whitehead pone como ejemplos de acontecimientos diferentes

¹⁵³ Ibidem, p. 193

¹⁵⁴ Ibidem, p. 194

¹⁵⁵ Einstein Albert, *La evolución de la física*, ed. Biblioteca Científica Salvat, Barcelona 1993, p. 167

a aquellos que están caracterizados por los mismos valores espaciales pero con diferente valor temporal, esto es, los acontecimientos que acaecen en el mismo punto del espacio en instantes distintos: “si cambiamos el tiempo y tomamos tiempos con las mismas tres coordenadas del espacio, entonces las partículas de acontecimiento así indicadas hállese todas en el mismo punto. Pero al ver que no hay otra cosa, a no ser las partículas de acontecimiento, esto puede significar únicamente que el punto (p_1, p_2, p_3) del espacio del sistema p no es más que la colección de las partículas de acontecimiento $(p_1, p_2, p_3, [p_4])$ en que p_4 varía y (p_1, p_2, p_3) se mantiene fijo”¹⁵⁶. Una colección de partículas de acontecimiento que ejemplifica la constancia del punto (p_1, p_2, p_3) y la variación de p_4 es, por ejemplo, el paso de un flujo de electrones a través de un punto determinado¹⁵⁷. La caracterización de un acontecimiento como una entidad con cuatro valores numéricos específicos, permite considerar el paso de cada uno de los electrones del flujo por el punto (p_1, p_2, p_3) en un instante p_4 específico como un acontecimiento. Bajo esta misma caracterización es posible considerar, bajo ciertas reservas, como acontecimientos con los mismos valores p_1, p_2, p_3 y distintos valores p_4 el reposo de un electrón en un punto a lo largo de un intervalo determinado de tiempo, esto es, la permanencia del electrón en el punto (p_1, p_2, p_3) en cada instante p_4 es un acontecimiento¹⁵⁸.

Para Whitehead, sin embargo, no sólo la variación de alguno de estos cuatro números determina acontecimientos diferentes. También el objeto que protagoniza el acontecimiento determina el carácter de éste. En la caracterización del acontecimiento, pues, no son suficientes estos cuatro números, sino también se requiere considerar al objeto. Esto significa que, si se consideran dos partículas que pudieran ocupar en un instante un determinado punto, cada una de ellas protagonizará un

¹⁵⁶ Whitehead, *Ibidem*, p. 195

¹⁵⁷ Con este ejemplo se está caracterizando una sucesión de acontecimientos como flujo de electrones con determinada intensidad de corriente eléctrica.

¹⁵⁸ Si bien hay una permanencia respecto a (p_1, p_2, p_3) , respecto a (p_1, p_2, p_3, p_4) hay un paso. Esta situación es análoga a la que hay en una partícula cuyo movimiento es uniformemente rectilíneo sobre el eje de las x 's: se mantiene con los mismos valores y, z , en tanto que x va asumiendo una sucesión de valores y el móvil va pasando de un punto del espacio a otro. Así también una partícula en reposo mantendrá los mismos valores (x, y, z) , en tanto que t va asumiendo una sucesión de valores y la partícula va pasando de un punto del espacio-tiempo a otro.

acontecimiento único al ocupar en tal instante tal punto. Para ilustrar lo anterior con un ejemplo más burdo. Si una persona es asaltada a las 6 de la tarde en el cruce de la calle 5 de mayo y Eje central, el asalto es uno si lo efectúa el asaltante x y otro si lo efectúa el asaltante y . A la participación que tiene el objeto en la caracterización del acontecimiento Whitehead se refiere del siguiente modo: “La ingesión de un objeto en un acontecimiento es la manera con que se estructura a sí mismo el carácter de un acontecimiento en virtud del ser del objeto. A saber, el acontecimiento es lo que es porque el objeto es lo que es... Es igualmente verdad decir que los objetos son lo que son porque los acontecimientos son lo que son”.¹⁵⁹ Como en más de una ocasión lo señala Whitehead, el objeto es el carácter del acontecimiento, porque el acontecimiento siempre implica un algo material que lo escenifica (un objeto o una partícula). En este sentido, si bien el acontecimiento está determinado en gran medida por el objeto (al grado que el acontecimiento es lo que es porque el objeto es lo que es), no es sino la gestión que desempeña dicho objeto o entidad material en un determinado instante en un preciso lugar lo que lo determina fundamentalmente al acontecimiento. La gestión del objeto o, mejor aún, *lo que hace*, a diferencia del objeto mismo, es una entidad efímera, una entidad que tan pronto es deja de ser. Conforme a esto, un acontecimiento no es una partícula que colisiona, sino la colisión de una partícula. No es una pelota que rebota en el suelo, sino el rebote de la pelota en el suelo. No es el tren que llega a la estación Buenavista a las 6:30 p.m., sino la llegada del tren a la estación Buenavista a las 6:30 p.m. Es evidente, sobre todo en estos dos últimos casos, que los acontecimientos protagonizados por los objetos, a diferencia de los objetos mismos, pasan. Es por la breve existencia de los acontecimientos que Whitehead se refiere metafóricamente a ellos como “relámpagos de puntos espaciales de duración instantánea”¹⁶⁰.

¹⁵⁹ Ibidem, p. 162

¹⁶⁰ Ibidem, p. 192

En resumen, para el colaborador de Russell el acontecimiento es una entidad caracterizada por: 1) ser paso, 2) tener cuatro números específicos x , y , z y t , y 3) ser protagonizado por un objeto o entidad material específica. La caracterización del acontecimiento, sin embargo, no es el único propósito de “*El concepto de la naturaleza*”. En esta obra, Whitehead ofrece una variada clasificación de los acontecimientos, de la cual destaca la que tiene que ver con el conocimiento de los mismos.

Para Whitehead hay dos maneras como se puede tomar conciencia de los acontecimientos. Una es a través del pensamiento y la otra a través de los sentidos. Es a esta última forma a la que Whitehead le dedica una buena parte de su obra “*El concepto de la naturaleza*”. En ésta llama “toma de conciencia sensorial” al conocimiento de la naturaleza determinado por los sentidos. De acuerdo a este pensador, los objetos de la naturaleza no están compuestos de rasgos, sino que son acontecimientos que se componen de otros acontecimientos. En el mosaico de acontecimientos que es un objeto, algunos de sus acontecimientos son conocidos a través del tacto, algunos otros a través del oído y otros más a través de la vista. Vale la pena señalar que, del universo de acontecimientos que constituyen a la naturaleza, la teoría especial de la relatividad se encarga de los acontecimientos que se conocen a través del sentido de la vista. Si bien en la toma de conciencia sensorial se presentan tanto los acontecimientos registrados por la vista como los registrados por cualquier otro de los sentidos, no todos tienen la misma presencia en la conciencia, esto es, algunos destacan sobre los otros. Para Whitehead, los acontecimientos se hallan, en una toma de conciencia sensorial, estratificados en por lo menos dos niveles: “Observamos la naturaleza como extendida en un presente inmediato, que es simultáneo, pero no instantáneo, y por ello el todo que es inmediatamente percibido o significado como un sistema de interrelaciones forma una estratificación de la naturaleza que es un hecho físico”¹⁶¹ En el primer nivel se hallan los acontecimientos que se distinguen en la toma de conciencia sensorial; en tanto que en el segundo se hallan aquellos acontecimientos que, en la misma toma de

¹⁶¹ Ibidem, p. 207

conciencia, permanecen eclipsados por los del primer nivel. Para el colaborador de Russell, pues, en toda toma de conciencia hay dos clases de acontecimientos: 1) los que constituyen el factor discernido, y 2) los que constituyen el factor discernible. “El discernido comprende aquellos elementos del hecho general que están diferenciados con sus propias peculiaridades individuales. Es el campo directamente percibido. Pero las entidades de este campo tienen relaciones con otras entidades que no están particularmente diferenciadas de esta manera individual. Estas otras entidades son conocidas meramente como términos de relación y constituyen el factor discernible”.¹⁶² De manera concreta se refiere a estas dos clases de acontecimientos de la toma de conciencia sensorial cuando afirma que: “en nuestro conocimiento de una duración distinguimos (I) determinados acontecimientos incluidos, que están particularmente diferenciados en cuanto a sus individualidades peculiares, y (II) los restantes acontecimientos incluidos, que únicamente se conocen como existiendo por necesidad por razón de sus relaciones con los acontecimientos diferenciados y con la duración total”.¹⁶³

Esta clasificación, sin embargo, no es la única ofrecida por Whitehead. Tomando en consideración el papel que juegan algunos acontecimientos en la preeminencia que tienen otros acontecimientos en su presencia ante la toma de conciencia sensorial, Whitehead profundiza en la clasificación inicialmente dada y la enriquece al ampliar a cuatro las clases de acontecimientos: (I) acontecimientos percipientes, (II) las situaciones, (III) los acontecimientos activos condicionantes, y (IV) los pasivos condicionantes. “Un acontecimiento percipiente es el estado corporal propio del observador... Los acontecimientos activos condicionantes son los acontecimientos cuyos caracteres son particularmente relevantes para que el acontecimiento (que es la situación) sea la situación de aquel acontecimiento percipiente... Los acontecimientos pasivos condicionantes son los acontecimientos del resto de la naturaleza. La situación es el acontecimiento que hace posible la

¹⁶² Cfr. *Ibidem*, P. 61 y 62

¹⁶³ *Ibidem*, p. 205

ingresión de un objeto en un acontecimiento que es parte de la naturaleza: La situación del objeto es el acontecimiento en el que el objeto está situado”¹⁶⁴. Conforme a la caracterización de ingreso que ofrece Whitehead¹⁶⁵, estas cuatro categorías de acontecimientos participan en la determinación del carácter del acontecimiento discernido, esto es, de sus peculiaridades por las que se destaca en la toma de conciencia sensorial sobre otros acontecimientos.

La disertación de Whitehead entorno al acontecimiento, además de ofrecer una caracterización más rica de éste y una clasificación de los diversos acontecimientos que conforman la naturaleza, aborda el aspecto eventual de la observación, esto es, la de ser un acontecimiento. Para Whitehead la observación es una toma de conciencia sensorial y posee todos los rasgos que caracterizan a un acontecimiento. En primer lugar, se trata de una entidad que forma parte de la naturaleza. La toma de conciencia es la de un yo de carne y hueso que se percibe a sí mismo aquí y no la de un ser omnipresente para el que hay más de un aquí desde el que percibe y se percibe. A la toma de conciencia sensorial como un evento natural se refiere nuestro pensador en los siguientes términos: “Yo estoy aquí, la hoja está allí; el acontecimiento de aquí y el acontecimiento que es la vida de la hoja allí están ambos incrustados en una totalidad de la naturaleza que existe ahora”¹⁶⁶. Por definición, la toma de conciencia sensorial, por ser parte de la naturaleza, es un acontecimiento y, por tanto, posee todos los rasgos que la caracterizan como tal.

Por tanto, la toma de conciencia sensorial aquí del yo, como cualquier otro acontecimiento, también pasa: “la toma de conciencia sensorial y el pensamiento son ellos mismos procesos, lo mismo que sus términos en la naturaleza. En otras palabras, hay el paso de la toma de conciencia sensorial y

¹⁶⁴ Ibidem, 170

¹⁶⁵ Para este pensador, la ingreso de un objeto en un acontecimiento es la manera con que se estructura a sí mismo el carácter de un acontecimiento en virtud del ser del objeto. Véase, Ibidem, p. 162.

¹⁶⁶ Ibidem, 124.

el paso del pensamiento”¹⁶⁷. La toma de conciencia sensorial discurre a la par de la serie de sensaciones o percepciones que son su objeto, esto es, al sucederse una a otras las percepciones la toma de conciencia sensorial se va modificando continuamente. Así pues, por ejemplo, la sucesión de sonidos que constituyen una pieza musical da lugar a una sucesión de tomas de conciencia sensorial. La toma de conciencia de la nota musical “la” sigue a la toma de conciencia de la nota musical “mi” que la precede en una pieza musical. La toma de conciencia sensorial de una nota musical cesa tan pronto como cesa la propia nota musical. La toma de conciencia sensorial navega sobre la caudal corriente de acontecimientos que desfilan ante la conciencia. Instante a instante cambia el mosaico de acontecimientos que se hace presente a la conciencia y, con ello, la toma de conciencia cambia continuamente¹⁶⁸.

También tiene un carácter. Como cualquier otro acontecimiento, la toma de conciencia sensorial está ligada a un objeto que la caracteriza. El objeto que se vincula con la toma de conciencia sensorial es, en general, el cuerpo y, en particular, el cerebro. El estado de este cuerpo material caracteriza a la toma de conciencia en dos sentidos. En un primer sentido la caracteriza porque es la toma de conciencia no de cualquier cuerpo, sino la de un cuerpo en particular que se halla en un lugar específico; lo que la hace ser única: “Es único en el sentido de toma de conciencia sensorial de una mente individual”¹⁶⁹. De ahí que, en un segundo sentido, la toma de conciencia sensorial sea caracterizada por la posición que ocupe el cuerpo al que pertenece: “La toma de conciencia del observador depende de la posición del acontecimiento percipiente”¹⁷⁰

Una toma de conciencia también posee los cuatro números que la caracterizan como un acontecimiento. Dado que la toma de conciencia sensorial es un acontecimiento al que está vinculado

¹⁶⁷ Ibidem, 79

¹⁶⁸ Cfr. Ibidem p. 83

¹⁶⁹ Ibidem, p. 67

¹⁷⁰ Ibidem, pp. 169 y 170.

un cuerpo, se la ubicara ahí donde se encuentre el cuerpo al momento que acaezca. La posición del cuerpo permite establecer cuándo y dónde sucede la toma de conciencia. A este respecto se refiere Whitehead en los siguientes términos: “El apoyo completo de la mente en la naturaleza está representado por un par de acontecimientos, a saber, la duración presente, que marca el «cuándo» de la toma de conciencia, y el acontecimiento percipiente, que marca el «dónde» de la toma de conciencia y su «cómo».¹⁷¹ Para Whitehead, la toma de conciencia sensorial, pues, es un «paso» caracterizado por cuatro números que corresponden al punto del espacio y el instante del tiempo en el que se halla el cuerpo (o acontecimiento percipiente) al que se vincula dicha toma de conciencia sensorial.

El propósito de la teoría del acontecimiento Whitehead es el de ofrecer los criterios que permitan identificar inequívocamente cada uno de los acontecimientos que se consideran en la construcción de una teoría y evitar con ello ambigüedades que conducen a paradojas. Tomando esta teoría del acontecimiento, en la siguiente sección de este capítulo intentaremos resolver algunos de los equívocos que conducen a la paradoja de los gemelos, equívocos relativos a la identidad de acontecimientos considerados en la construcción de esta teoría. Uno de estos equívocos es, por ejemplo, el relativo a la caracterización de los acontecimientos por cuartetos de números x , y , z y t . A este respecto, si “todo acontecimiento queda caracterizado por cuatro números; y a cada cuatro números corresponde, recíprocamente un acontecimiento”, cabe preguntar si un acontecimiento caracterizado por los números x_1 , y_1 , z_1 y t_1 es o no el mismo acontecimiento caracterizado por los números x_1 , y_1 , z_1 y t_2 , cuando $t_1 \neq t_2$.

¹⁷¹ Ibidem, p. 123

El observador real y virtual

Cuando la realidad no es tan grata, la evadimos y escapamos a un mundo imaginario en el que todo es posible. Las devastadoras guerras en las que se ha visto inmersa la humanidad durante la primera mitad del siglo XX han estimulada la imaginación en busca de universos paralelos en los que la vida humana podría transcurrir sin complicaciones bélicas. En este contexto, las teorías que rompen con el sentido común ganan adeptos e inspiran teorías aún más exóticas. La paradoja de los gemelos, de acuerdo a Bergson, es un sinsentido producto de una interpretación incorrecta a la teoría especial de la relatividad¹⁷². Es precisamente la paradoja de los gemelos uno de los ingredientes que hace de la teoría de Einstein un festín para la imaginación. La paradoja de los gemelos es consecuencia de una interpretación que ha eclipsado el real sentido de la relatividad y lo ha sustituido por una atractiva y fantástica visión del universo.

En esta interpretación a la teoría einsteineana de la relatividad se han tomado las vivencias de los acontecimientos como los acontecimientos mismos. De este modo, dos vivencias de un mismo acontecimiento que suceden en dos tiempos y lugares distintos se toman como un mismo acontecimiento sucediendo en tiempos y lugares distintos. Una interpretación de la teoría de Einstein que toma por tiempos y lugares de los acontecimientos los tiempos y lugares de su percepción o vivencia es inevitablemente una interpretación paradójica al considerar que los acontecimientos suceden tantas veces como observadores pueda haber mirándolos. Aunque lo externo al sujeto

¹⁷²Cfr. *Ibidem*. pp. 227-237

determine las imágenes que éste tenga de aquello, el universo que contempla el sujeto no es más que el universo interno de sus representaciones visuales. El tomar las imágenes que contempla el sujeto como el universo externo es la condición para que el universo interno de cada sujeto se vuelva un universo externo distinto al que habitualmente se considera habitamos¹⁷³. En *Durée et simultanée*, Bergson enfrentará el reto de demostrar que la paradoja de los gemelos se debe al hecho de tomar por una misma entidad dos entidades distintas (el acontecimiento que sucede al exterior del sujeto y la imagen del acontecimiento que sucede al interior del sujeto), y que tal paradoja desaparecerá en cuanto se reconozca dicha distinción: “La verdad es que la paradoja cae, cuando se hace la distinción que se impone”¹⁷⁴. En su tarea de demostrar el origen de la paradoja de los gemelos, Bergson intentará mostrar la distinción entre la imagen del acontecimiento y el acontecimiento mismo.

Esta distinción es parte de una distinción aún más general. Para Bergson, una distinción entre el mundo de las representaciones internas del sujeto y el mundo de las entidades externas al sujeto. Al primero corresponden las imágenes de los objetos y al segundo los objetos mismos. Como parte del mundo de las representaciones internas del sujeto, las imágenes no tienen ninguna incidencia sobre las entidades del mundo externo, esto es, están carentes de acción: La imagen de una piedra rompiendo un cristal no es la entidad que altera el estado del cristal. Independientemente de la imagen de la piedra, una entidad, a la que podría o no corresponder la imagen de la piedra, es la que realmente altera el estado de otra entidad (otra entidad a la que podría o no corresponder la representación del cristal). Son las entidades del mundo externo (las que podrían o no parecer como sus imágenes) las que con su actuar afectan el entorno del sujeto, y no las imágenes que tiene éste de aquellas.

¹⁷³ Un ejemplo concreto de esta situación es tomar dos imágenes fotográficas de una persona logradas en tiempos distintos como la persona misma. Si las imágenes son distintas en cuanto a aspecto, se estará afirmando a la vez cosas distintas de una misma persona.

¹⁷⁴ Ibidem, p. 229

La distinción entre la imagen del acontecimiento y el acontecimiento mismo, sin embargo, la explica Bergson recurriendo a una distinción de igual género, a saber: La distinción entre el observador real y el observador imaginario. Si la imagen es la imagen que tiene un sujeto del objeto, no basta con entender al objeto para saber si la imagen corresponde o no con el objeto. El conocimiento del objeto exige conocer también la naturaleza de la relación por medio de la cual se da la imagen del objeto en el sujeto, esto es, la manera como la interacción entre el objeto y el sujeto genera en este las imágenes de aquel . El conocimiento es el producto de la interacción entre el objeto y el sujeto: Es conocimiento de un objeto por parte de un sujeto. Una teoría o epistemología que anula el papel del sujeto o que se vale de éste como una mera figura retórica es una teoría o epistemología que raya en la pseudo-objetividad. Si bien, para Bergson, la relatividad einsteineana reivindica el papel del sujeto (u observador) en la teorización física de la naturaleza, la relatividad de la que deriva la paradoja de los gemelos es una relatividad que hace pasar por observadores reales observadores imaginarios. Para Bergson, una es la relatividad que resulta de teorizar el comportamiento de los acontecimientos a partir de observadores reales o físicos y otra la que se obtiene de teorizarlos a partir de observadores imaginarios o metafísicos. De acuerdo al punto de vista de Bergson, en la interpretación de la relatividad que conduce a la paradoja de los gemelos se entremezclan dos discursos teóricos distintos. Uno que corresponde a las observaciones de sujetos reales (sujetos que, de realizarse las experiencias descritas por los planteamientos einsteineanos, estarían presentes en carne y hueso); y otro que corresponde a las observaciones de sujetos imaginarios (sujetos que no estarían presentes físicamente). Si las paradojas semánticas de las que se ha hablado en el primer capítulo de este trabajo se deben a la confusión entre dos discursos teóricos distintos que parecen partir del mismo punto o conducirse por los mismos caminos, la explicación sobre el origen de la paradoja de los gemelos ofrecida por Bergson ubicaría a esta paradoja en la categoría de las paradojas semánticas. La

distinción hecha por el autor de *Durée et simultanéité* entre observador real e imaginario es una clave para entender la naturaleza de la paradoja de los gemelos.

Uno de los aspectos que distingue al observador imaginario del real es el tiempo¹⁷⁵. Para Bergson, el observador imaginario se halla inmerso en un tiempo más lento. A esta distinción se refiere cuando afirma que: “En tanto Pablo ocupa un tiempo más lento que el de Pedro, es observado y no observa; no es sino una imagen. Pablo podría, sin duda, volverse observador; de imagen se volvería realidad. Pero entonces, cesaría de estar en un tiempo retardado”. De acuerdo a Bergson, los observadores de los que parte la interpretación hecha a los planteamientos einsteinianos son observadores que desde una perspectiva son observadores reales o físicos, y desde otra perspectiva son imágenes o no físicos. Cuando un observador es observado en su sistema de coordenadas es un observador que es una imagen, una imagen que es observada por un observador real. Como mera imagen, dicho observador tiene una visión virtual y realiza observaciones virtuales¹⁷⁶. Por el contrario, un observador real es el que tiene una visión real y realmente observa. Como entidad que actúa y produce efectos en su entorno, el observador real puede dar cuenta de sí mismo y diferenciarse de su imagen observada al dar cuenta de sus observaciones. En este sentido, el observador interior al tren del planteamiento einsteiniano es real en cuanto efectúa observaciones y puede dar cuenta de ellas. Por el contrario, el observador al interior del tren que ve el observador en el terraplén es un observador imaginario en cuanto que no realiza observación alguna ni da cuenta de sí mismo: un observador vacío de acciones. En este orden de ideas, ante la cuestión de si el sujeto al interior del tren tiene ante sí la imagen de dos acontecimientos sucediendo simultáneamente o la imagen de dos acontecimientos sucediendo uno tras otro, la solución ofrecida por Bergson es simple: El observador real del interior del tren observa y, por tanto, tiene ante sí la imagen de dos acontecimientos

¹⁷⁵ Véase, *Ibidem*, pp-274-276

¹⁷⁶ Cfr., *Ibidem*, pp. 273-277

sucediendo simultáneamente; en tanto que su imagen, que es la que tiene ante sí el observador del terraplén, no realiza observación alguna y, por ende, carece de la imagen de dos acontecimientos sucediendo uno tras otro. Para el observador que se encuentra al interior del tren, dos rayos de luz que parten a la vez de los puntos *A* y *B* del tren hacia el punto medio donde se encuentra, llegan a él a la vez y los ve simultáneamente. Para el observador del terraplén, que ve al tren desplazarse uniformemente a una velocidad cercana a la de la luz y que ve al observador al interior de tren ir al encuentro de uno de los rayos y alejarse del otro, estos rayos de luz no llegan a la vez al observador del interior del tren y, por tanto, éste no los ve simultáneamente. Para Bergson, lo que ve el observador al interior del tren es lo que ve como observador real¹⁷⁷, y no lo que supone el observador en el terraplén a partir de sus observaciones: lo que ve el observador al interior del tren es lo que él mismo ve, y no lo que el otro ve de él. El observador real, pues, es el observador que experimenta la simultaneidad en sus observaciones; en tanto que el observador imaginario es al que se le atribuye la experiencia de la no simultaneidad en sus observaciones.

Un rasgo más por el que se destaca la naturaleza no física del observador que es observado es el vinculado a los propios planteamientos de la teoría especial de la relatividad. Un observador físico es una entidad cuyo estado de conciencia depende de las funciones fisiológicas de su organismo. Un observador físico no es un espíritu que exista al margen del cuerpo. El observador físico siente, piensa y mira a consecuencia de la actividad cerebral y de todas las funciones físicas y químicas que hay detrás de ésta. Un observador no físico, por el contrario, es aquel que queda intacto a cualquier afectación al cuerpo: una entidad que es y será a pesar de que las funciones vitales del cuerpo cesen. Conforme a los planteamientos de la teoría especial de la relatividad, los relojes que se hallan al interior de un tren que se desplaza a una velocidad cercana a la velocidad de la luz marcharán más lentamente a consecuencia de la dilatación del tiempo. Por ende, un corazón cuyos latidos sean

¹⁷⁷ Cfr. *Ibídem*, p. 279

regulares marchará más lentamente en virtud de que es un reloj biológico. Lo mismo sucederá con todas aquellas funciones metabólicas o fisiológicas que operen de manera regular. Si el tan mentado tren igualara la velocidad de la luz (más no la superara) y sus relojes se detuvieran, también se detendrían los latidos del corazón y todos los demás relojes biológicos vinculados al cuerpo del observador que en el viajan. Al alterarse o detenerse las funciones vitales del cuerpo del observador físico, también cesarían sus funciones mentales y con ello su capacidad de hacer observaciones. En tal caso, una de dos, o bien el observador cae como en un sueño profundo donde cesan las imágenes que percibía y su sentido del *yo* se anula por completo, o bien la sucesión de imágenes que percibía se detiene y queda ante él una sola imagen de la cual no es consciente puesto que la sucesión de sus estados mentales también ha cesado: el discurrir del *yo* observador y de lo otro que observa se detienen. Un observador no físico, por el contrario, es aquel que, a pesar de que las funciones vitales de su cuerpo cesan, no es afectado por esto y continúa realizando sus funciones mentales: siente, piensa y observa como si nada distinto sucediera.

Para Bergson, sin embargo, el observador que se halla al interior del tren es un observador real o físico y, por lo tanto, realiza observaciones; lo cual significa que ni los relojes biológicos ligados a su cuerpo ni los relojes de cualquier otro tipo que se hallen al interior del tren se detienen o atenúan su ritmo de marcha. Si el reloj biológico de un cuerpo transcurre de igual manera en el terraplén como al interior del tren, es porque las leyes de la naturaleza, incluyendo las leyes biológicas, operan de igual manera en ambos sistemas. El observador físico es aquel en el que los procesos metabólicos transcurren al ritmo que transcurren realmente y su conciencia producto de ellos discurre con la misma prontitud con la que discurre el devenir de los demás relojes. El observador no físico es aquel cuyo reloj biológico se atenúa a la par de la atenuación de la marcha de los demás relojes pero el discurrir de su conciencia se mantiene sin cambio alguno. El observador real o físico es aquel cuya conciencia

corre a la par del correr de los demás acontecimientos. El observador no físico es aquel cuya conciencia corre dispar al correr de los demás acontecimientos.

Un último rasgo por el que se distinguen entre sí los observadores real e imaginario es el proceso mediante el cual se genera en uno y otro la imagen. En el observador real, la imagen se genera mediante un proceso abiertamente físico. En primera instancia, la luz que incita el sentido de la vista del observador inicia su viaje en un objeto: los objetos emiten o reflejan luz. En el planteamiento einsteineano, los observadores no sólo ven rayos de luz desplazarse de unos puntos a otros, también ven los sistemas de referencia respecto a los que se desplazan, esto es, el tren y el terraplén. Como objetos que no generan luz, el tren y el terraplén la reflejan. La luz reflejada por estos objetos viaja hacia el observador. Al captarla, el sistema visual del observador real genera una imagen de tales entidades. La mirada del observador no se halla en el objeto ni lo observa en sí; sino que tiene ante sí la imagen del objeto que hace acto de presencia una vez que la luz ha concluido su viaje. Por el contrario, la mirada del observador imaginario, como la mirada omnipresente de dios, no requiere que la luz viaje del objeto hacia el observador. Ni siquiera la mirada del observador imaginario requiere viajar; ésta se halla al momento en cada objeto que observa: la mirada del observador imaginario pasa de ver el objeto más cercano a divisar la estrella más lejana visible. Dado que la mirada del observador no viaja del sujeto a los objetos ni requiere estímulo luminoso proveniente de éstos para verlos, ésta los ve en sí, esto es, lo que tiene ante sí la mirada del observador imaginario son los objetos que se hallan ahora ahí frente al él: son los acontecimientos mismos que suceden ahora en cualquier punto distinto al que se halla el observador.

En la interpretación ligada a la paradoja de los gemelos, se toman por reales los observadores imaginarios. Para Bergson, un observador es real cuando se lo considera presente en un sistema en el que el tiempo transcurre a su ritmo real, y es imaginario cuando se lo considera en un sistema en el que el tiempo transcurre más lentamente. Esta y otras diferencias entre uno y otro tipo de observador

se hacen a un lado y, con ello, se los pone en un mismo nivel ontológico. Un observador que en su sistema ve dos rayos de luz llegar a la vez al punto M provenientes de los puntos equidistantes A y B es un observador real. Un observador que ve en otro sistema dos rayos de luz llegar sucesivamente al punto M' de los puntos A' y B' es un observador imaginario. El observador es real en tanto que la imagen de los rayos llegando simultáneamente al punto M de su sistema es generada por la luz que se mueve al interior de este. El observador es imaginario en razón de que ve dos rayos de luz llegando al punto M del otro sistema sin que le llegue luz de este sistema:

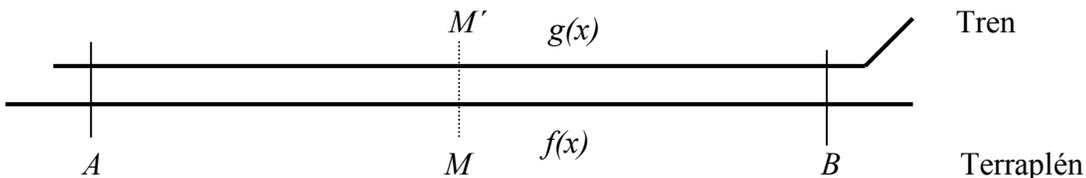
Sea $f(x)$ la línea recta en el sistema S (el terraplén) en la que se desplazan dos rayos de luz y sea $g(x)$ la línea correspondiente en el sistema S' (el tren) en la que se desplazan otros dos rayos de luz. Conforme al planteamiento einsteineano, estas líneas son paralelas. Los rayos de luz llegan simultáneamente al punto medio en el que se halla un observador si y sólo si las imágenes de los puntos iluminados por los rayos caídos en los puntos *en sí* son simultáneas para dicho observador. En caso contrario, no llegarán simultáneamente. Si rayos de luz corren sobre las líneas $f(x)$ y $g(x)$ y un observador se halla en el punto medio de $f(x)$, los que corren sobre esta suscitan imágenes en dicho observador en un sentido físico; en tanto que los otros no. Un observador es real para los rayos de luz que corren sobre la línea en la que se halla; e imaginario para los rayos que corren sobre la otra línea. Si $f(x)$ y $g(x)$ son líneas rectas paralelas entre sí y un proyectil de arma recorriera $f(x)$, éste heriría a cualquier sujeto que se halle sobre esta línea y se interponga en su camino; y no a los que se hallen sobre $g(x)$. Si el proyectil disparado desde un punto de $f(x)$ hiere a cualquier sujeto que se halle sobre $g(x)$, es porque no corre sobre $f(x)$; sino porque pasa de $f(x)$ a $g(x)$. De igual modo, un rayo de luz que salga de algún punto de $f(x)$ no podrá ser visto en un sentido físico por un observador que se halle sobre $g(x)$, al menos que dicho rayo de luz pase de una línea a otra. Así pues, no tiene sentido físico afirmar que un observador sobre $g(x)$ ve un rayo de luz que corre sobre $f(x)$. Un observador que ve de

este modo acontecimientos que suceden en un sistema distinto al suyo es un observador imaginario o metafísico.

Si el sujeto ve algo sin haber luz de por medio, entonces lo que ve no es una imagen del objeto que sea suscitada por la luz; sino el objeto mismo. Si el sujeto real ve una imagen del objeto suscitada por la luz que le llega de éste; al prescindirse de la luz, el observador físico se torna imaginario, y la imagen del objeto se vuelve el objeto mismo. Así por ejemplo, cuando se considera al observador del terraplén viendo ante sí un tren de gran envergadura sin tomar en cuenta el viaje de la luz, a este observador se lo está tomando como una entidad metafísica que ve al tren en sí. La situación es distinta cuando se considera el viaje de la luz; en tal caso, el observador se torna de metafísico a físico, y el objeto en su imagen. Entre el objeto y su imagen hay una gran diferencia: el objeto existe al margen de la conciencia, y su imagen es parte de un estado de la conciencia y es contemporánea a otros elementos de la conciencia, esto es, al tener ante sí la imagen de tal o cual objeto, el sujeto piensa, siente o experimenta otros estados mentales. Si se toma la imagen del objeto por el objeto mismo, cualquier imagen que sucede en y para la conciencia del sujeto se tomará como el acontecer del objeto allá y ahora. En este sentido, la mirada virtual del observador metafísico ve, al momento que sucede, el estallido de una estrella que se halla a años luz de él. Si no se toma en cuenta la luz que viaja del objeto al sujeto, se considerará al sujeto viendo al objeto. Si no se toma en cuenta el viaje de la luz y no importa la distancia que esta recorra, será irrelevante la posición del sujeto pues dondequiera se que halle verá los acontecimientos suceder al momento que suceden.

Al interpretar los planteamientos einsteinianos y no considerar el papel de la luz en las observaciones hechas por los diferentes sujetos, se altera el verdadero sentido de la relatividad einsteiniana, a saber, la de la relatividad de las imágenes de los acontecimientos. Para apreciar el sentido de esta tergiversación considérese al observador del terraplén frente al tren de gran envergadura. Si respecto al terraplén el tren no se mueve y se prescinde de la luz que va del tren hacia

el observador en el terraplén, se considera a éste viendo el tren que está ahí frente a él. Si en el punto medio del tren se hallan dos relojes de idéntica manufactura que marchan a la par sincrónicamente, estos relojes no sufrirán modificación alguna en su marcha si el tren se halla en reposo respecto al terraplén y a un reloj que se halla en el punto medio de este junto a un observador. Gráficamente el escenario es:



Si uno de los relojes del tren es movido lentamente sobre $g(x)$ hasta el punto A , el observador del terraplén verá que éste sigue marchando a la par del reloj que tiene junto a él y al otro que se halla en el tren. Para este observador no hay retraso del reloj, pues no se toma en cuenta el viaje de la luz que refleja este reloj conforme es movido hacia el punto A . Como la mirada virtual del observador metafísico ve a los relojes en sí, ve al reloj que es desplazado sobre $g(x)$ lo mismo en el punto A que el punto M .

El observador real del interior del tren ve una cosa distinta de lo que ve este mismo observador como imagen del observador del terraplén. Si en sus observaciones el observador en el terraplén ve que el observador del tren ve como no simultáneos dos acontecimientos que el propio observador al interior del tren ve como simultáneos, las observaciones de uno y otro observador son reales pero las del primero no corresponden con lo que ve el segundo; esto es, si se trata de establecer qué es lo que realmente ve el observador del interior del tren, lo que importa es lo que realmente ve dicho observador y no lo que el otro ve para inferir que aquel ve una cosa distinta. El observador al interior del tren, pues, es real en cuanto que realiza observaciones y ve imágenes específicas; y es imagen en cuanto que es observado y se lo mira (o considera) observando imágenes distintas a las que realmente

observa. Si en el experimento mental de Einstein se toman a los observadores con mirada virtual, no hay retraso en el reloj que es desplazado sobre $g(x)$. El retraso lo padecería el reloj si se mueve a velocidad considerablemente alta y de ello daría cuenta la mirada virtual que es capaz de verlo en sí.

La situación es distinta cuando se considera el viaje de la luz y la distancia que recorre ésta del objeto al sujeto. Si el reloj es desplazado a lo largo de $g(x)$, la distancia que recorre la luz del reloj al observador del terraplén aumenta. Si el reloj en el punto A marcha a la par de los relojes en los puntos M y M' , la luz que sale del reloj A al observador del terraplén recorre una mayor distancia que la que sale del reloj M hacia el mismo observador. Por tanto, un par de rayos que salgan a la vez de uno y otro reloj llegarán en diferentes momentos al sujeto. Así pues, la imagen que suscite la luz proveniente del reloj A quedará amalgamada a la imagen que suscite la luz proveniente del reloj M ¹⁷⁸ y aquel primero será visto retrasado respecto a este último. El retraso que tenga el reloj del punto A respecto al del punto M , para el observador del terraplén, dependerá de la distancia que media entre uno y otro punto. Para Bergson, la velocidad a la que se mueve este reloj es un factor que explica, en efecto, no el retraso del propio reloj, sino la de su imagen que aparece junto a la del otro reloj.

La relatividad einsteineana no es una relatividad que se refiera a acontecimientos en sí (o relojes marcando tal o cual posiciones), sino a las imágenes que de ellos tiene ante sí el observador. No es, en este sentido, al momento en que salen los rayos de luz de los relojes, sino al momento en que llegan al observador. La relatividad einsteineana no se refiere a la posición que tienen las manecillas de los relojes al salir de ellos los rayos de luz, sino a sus imágenes que se producen al llegar al observador. A esta relatividad se refiere Einstein cuando señala que la afirmación “las chispas eléctricas A y B son simultáneas con respecto al terraplén” es equivalente a la afirmación “los rayos de luz que parten de A

¹⁷⁸ Estos rayos llegan a la vez al observador, pero no salen a la vez de sus respectivos relojes: el rayo M sale posteriormente al rayo A .

y B , donde han caído las chispas, convergen en el punto medio M del trayecto $A \rightarrow B$ del terraplén”,¹⁷⁹ (punto donde se halla el observador del terraplén). Einstein amplía este sentido de su relatividad al exponer el caso de la no simultaneidad:

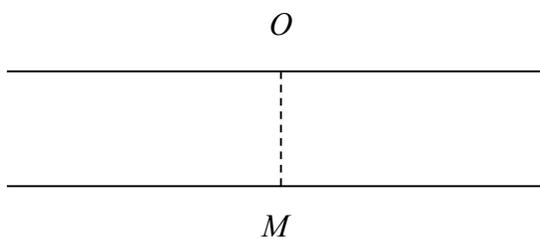
“Mas los sucesos A y B corresponde también a posiciones A y B en el tren. Sea M' el punto medio del trayecto $A \rightarrow B$ del tren en marcha. En el momento en el que caen las chispas (visto desde el terraplén) este punto M' coincide ciertamente con el punto M , pero –como se ve en el diagrama– se mueve hacia la derecha con la velocidad v del tren. Un observador que, sentado en el tren en la posición M' , no participara de dicha velocidad, permanecería constantemente en M , y los rayos de luz que partiesen de las descargas A y B llegaría a él simultáneamente, es decir, estos dos rayos de luz se encontrarían precisamente donde él se halla situado. Pero en realidad (visto desde el terraplén) dicho observador corre al encuentro del rayo de luz procedente de B y huye delante del rayo de luz que proviene de A . Por consiguiente, verá antes el rayo de luz procedente de B que el que proviene de A . De modo que aquellos observadores que utilizan el ferrocarril como cuerpo de referencia tienen que llegar al resultado de que la chispa ha caído antes que la chispa A . Llegamos así a un resultado importante”.¹⁸⁰

Como puede apreciarse en este revelador pasaje de los planteamientos einsteinianos, la relatividad a la que se refiere Einstein es la de las imágenes que surgen en el observador suscitadas por los rayos de luz que llegan a él provenientes de los puntos A y B . Los que toman la relatividad de las imágenes de los acontecimientos como la relatividad de los acontecimientos mismos, omiten considerar el viaje de la luz del objeto al sujeto. Para Bergson, ciertamente un observador ve como no simultáneos dos acontecimientos que el otro ve como simultáneos; pero ni la simultaneidad que percibe uno ni la no simultaneidad que percibe el otro son realidades más allá de sus percepciones: no son hechos de universo externo a cada uno de ellos, sino hechos del universo interno de sus representaciones. Cada cabeza es un universo en el que habitan entidades que nadie más que el propio sujeto puede constatar su existencia. La paradoja de los gemelos, pues, surge cuando el universo interno y real de cada sujeto es tomado por un universo externo y real a consecuencia de tomar observadores imaginarios por reales.

¹⁷⁹ Einstein, A., *Sobre la teoría especial y la teoría general de la relatividad*, ed. Altaya, Barcelona, 1993, p. 79

¹⁸⁰ *Ibid*

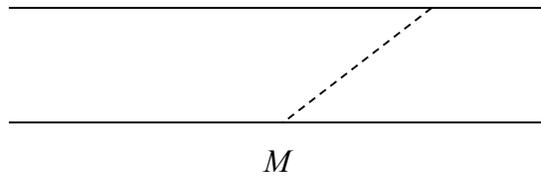
Para Bergson, la dilatación del tiempo que sucede en un sistema de coordenadas que se desplaza uniformemente respecto a otro es semejante a la reducción de tamaño que sufre en el campo visual del sujeto el objeto que de él se aleja. Si un par de gemelos de idéntico aspecto se encuentra uno al lado del otro y se ven entre sí, la experiencia visual que tiene uno del otro son idénticas entre sí, esto es, las dimensiones que tiene el gemelo *A* para el gemelo *B* son las mismas que tiene éste para aquél. Las dimensiones que tiene uno para el otro tienen su mayor valor cuando la distancia entre ellos es la mínima¹⁸¹. Las dimensiones de uno para el otro disminuyen conforme se alejan entre sí. Cualquiera que sea la distancia entre ellos, las dimensiones que tenga *A* para *B* son las mismas que tiene *B* para *A*. Sus experiencias y representaciones del otro son equivalentes entre sí. Así como en este experimento las representaciones de los gemelos son equivalentes entre sí, también lo serán, desde la perspectiva de Bergson, las observaciones que tengan entre sí los gemelos en el experimento mental de Einstein. Si uno y otro realiza el mismo experimento de lanzar un rayo de luz del punto *M* al punto *O* de sus respectivos sistemas de referencia, lo que verá el gemelo *A* del experimento de *B* será lo mismo que verá el gemelo *B* del experimento de *A*. Al lanzar la luz del punto *M* al *O*, uno y otro gemelo ve que en su sistema la luz hace un viaje que es perpendicular a la base de su sistema:



Si la velocidad a la que se separan entre sí los sistemas de los gemelos es v y es considerable respecto a la de la luz, uno y otro verán en el sistema del otro que la luz viaja con trayectoria oblicua:

O

¹⁸¹ Para Bergson, estas son las dimensiones reales que tienen en sí los personajes que toma de ejemplo. Véase, *Ibidem*, p. 229



La longitud e inclinación que tiene la trayectoria de la luz en el sistema del otro son las mismas para uno y otro observador o gemelo. Como la distancia entre M y O representa el tic tac de un reloj, para cada gemelo, el tiempo del otro sistema sufre una dilatación. La dilatación para uno y otro gemelo es la misma entre sí. De este modo, si para el gemelo A el B envejece más lentamente, para B el A también envejece más lentamente. De acuerdo a Bergson, si se es consecuente con el principio de la relatividad del movimiento, uno para el otro, los observadores envejecen al mismo ritmo. Pero así como la distancia hace más pequeña aparentemente a una persona, la velocidad atenúa aparentemente la marcha de los relojes y, por tanto, ni la persona que se aleja se hace más pequeña ni los tic tacs de los relojes se vuelven más lentos con el movimiento a alta velocidad de los sistemas en los que se hallan. En sus imágenes, los gemelos envejecen más lentamente de lo que en sí mismos envejecen. No hay paradoja en esto. La paradoja surge cuando se omite la diferencia entre lo que es el gemelo y lo que es su imagen y se atribuye a uno de los dos gemelos envejecer más lentamente de lo que se percibe envejeciendo en sí. El yo del gemelo no nota la diferencia entre los tic tacs de los relojes que tiene a la mano cuando su sistema se halla en relativo reposo respecto a otro y los tic tacs de los mismos relojes cuando su sistema se encuentra en relativo movimiento respecto al otro; siendo que los segundos son más lentos que los primeros. Para Bergson, esta manera de concebir la relatividad einsteineana es comparable con la idea de que, al alejarse uno de los gemelos, este disminuya sus dimensiones para el otro y que, sin embargo, siga percibiéndose de iguales dimensiones.

Desde la perspectiva de Bergson, esta interpretación de la relatividad einsteineana trae consigo complicaciones inherentes. Si en lugar de un par de gemelos se considera trillizos, la paradoja se vuelve más evidente. Supóngase que cada uno de los trillizos se halla en un sistema. El sistema S'' se

mueve respecto a los sistemas S' y S de modo que para los trillizos de estos dos sistemas el trillizo del primer sistema envejezca a ritmos diferentes. Si para el trillizo en el sistema S el trillizo de S'' envejece el doble de lo que envejece para el trillizo en S' , ¿Cuál será el envejecimiento del trillizo de S'' cuando se reencuentre con los otros dos trillizos: el envejecimiento según el trillizo en S o el envejecimiento según el trillizo en S' ? Si ninguno de estos dos sistemas es privilegiado, el trillizo en S'' habrá de envejecer a dos ritmos distintos al ritmo que él se percibe envejecer. Para Bergson, así como el gemelo que se aleja del otro no disminuye sus dimensiones y vuelve a ser percibido en sus dimensiones reales cuando se reencuentra con este otro, así también el trillizo que viaja en S'' no envejece a dos ritmos distintos al ritmo en que se percibe envejecer y tendrá la misma edad que sus hermanos cuando se reencuentre con estos.

Para Bergson, no son las personas las que disminuyen su dimensión al alejarse de quien las ve, sino su imagen que aparece en el observador. Tampoco son los relojes los que se atrasan en sí al moverse a velocidades próximas a la velocidad de la luz, sino las imágenes que de ellos podrían llegarse a tener en caso de moverse a dichas velocidades. La teoría especial de la relatividad, de acuerdo a la perspectiva de Bergson, es una teoría, no sobre el universo externo al sujeto, sino el universo de las representaciones del sujeto. No es, por tanto, una teoría para la que el universo externo al sujeto exista en una diversidad de versiones, cada una con un discurrir propio del tiempo; es una teoría que da cuenta de las experiencias internas de los sujetos expuestos a diversas situaciones de movimiento. No es una teoría sobre cómo es el universo en sí, sino cómo es en las representaciones o imágenes del sujeto. No es, pues, una teoría que trate sobre las dimensiones que tengan los objetos del universo externo o sobre los tiempos en los que suceden en sí los acontecimientos; es más bien una teoría que trata sobre las dimensiones que presentan en las percepciones (o mediciones) del sujeto y los tiempos en los que suceden dichas percepciones.

La paradoja de los gemelos se origina cuando el universo de las representaciones internas del sujeto es tomado como el universo externo a él. Con ella, las representaciones diversas de un mismo universo que llegan a tener realmente diversos sujetos se toman como universos paralelos que existen en sí al margen de estos sujetos. Interpretada de esta manera la relatividad einsteineana es mucha más atractiva a la imaginación de quienes abrigan la esperanza de hallar una realidad mejor a la que estamos condenados a vivir.

La reivindicación del sujeto en el conocimiento

La física de Newton, a diferencia de la de Einstein, se caracteriza, según el propio autor de la teoría especial de la relatividad, en que: “tenga que atribuir al espacio y al tiempo, y también a la materia, una existencia real independiente”¹⁸². En un sentido literal, esta afirmación de Einstein significa que, la teoría de la relatividad, niega la existencia autónoma de la materia. Sin embargo, lo que en realidad niega es el carácter absoluto de la rigidez de la materia. A través del sentido del tacto, se percibe a la materia como una entidad sólida e impenetrable, pero más allá de esta percepción no hay nada que garantice que la materia sea así. Para Einstein, la materia no es un compuesto de puntos materiales, sino una “región de densidad especialmente alta de energía del campo”¹⁸³.

Para Hans Reichenbach, entender la teoría de la relatividad exige abandonar la concepción de la materia como una entidad compuesta de puntos materiales sólidos¹⁸⁴. Este cambio en la concepción de la materia, además de facilitar la comprensión de los cambios de longitud en ésta, presenta una nueva forma de conocimiento. De acuerdo a Reichenbach, esta nueva forma de conocimiento no es o “no constituye una interpretación de la cosa real como una cosa en sí misma, sino una interpretación de la cosa según la medición que de ella se realiza en un sistema de coordenadas”¹⁸⁵. Lo que en realidad

¹⁸² Einstein, Albert, *Sobre la teoría de la relatividad especial y general (Apéndice)*, ed. Alianza Editorial, Madrid, 1984, p. 119

¹⁸³ Einstein, Albert, *Notas autobiográficas*, ed. Alianza Editorial, Madrid, 1970, p. 38

¹⁸⁴ Cfr. Hans Reichenbach, *The theory of relativity and a priori knowledge*, ed. University of California Press, Los Angeles, 1965, p. 100

¹⁸⁵ *Ibidem*, p. 97

destaca Reichenbach como una nueva forma de conocimiento es el reconocimiento del carácter subjetivo del conocimiento, esto es, el hecho de que el conocimiento es el producto de la actividad de sujetos. Si la teoría de Newton hizo a un lado al sujeto al pretender la plena objetividad del conocimiento, la teoría de Einstein reconoce que no hay conocimiento sin sujeto. Cuando Einstein señala que la teoría de Newton afirma la existencia independiente de la materia como puntos materiales, lo que asevera es que al margen de la percepción del sujeto es imposible saber si la materia es como nuestro sentido de tacto nos la muestra. En este sentido puede decirse que la materia como una entidad sólida al margen de la percepción de tacto no existe en sí como objeto de conocimiento.

En la teoría de Einstein, sin embargo, el conocimiento no es completamente subjetivo. El carácter objetivo del conocimiento en la teoría de la relatividad lo explica Reichenbach con relación al papel que juegan los sistemas de coordenadas en esta teoría. Es sabido por físicos y filósofos de la ciencia que las maneras que tiene la física de construir teoría sobre su objeto se basan en la abstracción, esto es, se despoja al objeto no sólo de algunos de sus atributos, sino también se prescinde de algunas de sus relaciones con su medio. Así pues, por ejemplo, al describir la caída libre de los cuerpos, se prescinde de la forma de estos y de la resistencia que les manifiesta el aire. La idealización que hace la física de su objeto es una abstracción de las relaciones que guarda éste tanto con entidades internas que constituyen sus rasgos como entidades externas que conforman factores de su medio. Si bien este objeto de la física dista de ser el objeto del mundo externo al sujeto, es el objeto con el que realmente trata esta ciencia. Este objeto, sin embargo, no es completamente subjetivo; tiene rasgos del objeto real que se revelan al sujeto al relacionarse éste con aquél. El objeto de la física es real en tanto que no es completamente una ficción y es lo que tiene ante sí el físico: es el objeto que emana de las mediciones del físico. Para Reichenbach, el cambio de objeto de la física newtoneana al de la física relativista trae consigo un cambio en los métodos de conocimiento de la física. O mejor aún, para Reichenbach, tanto en la teoría de Newton como en la de Einstein, hay una correspondencia entre el

objeto que aborda cada una de ellas y sus respectivos métodos. Si los objetos de una u otra teoría son más cercanos o parecidos al objeto, ello dependerá del método. Sin duda, para Reichenbach, el método relativista einsteineano es superior al newtoneano, aunque no el definitivo¹⁸⁶. El método relativista einsteineano, a diferencia del de Newton, toma al objeto en su relación con el sistema de referencia desde el que se mide. Si el objeto se halla en relación espacial con otros objetos y estos son tomados como sistemas de referencia para medir a aquél, el método einsteineano es superior al newtoneano porque toma al objeto en su relación con los sistemas de referencia. Esta diferencia entre el método newtoneano y el método einsteineano puede ser ilustrada con el grado de objetividad que tiene una proposición en la que se afirma la pequeñez o grandeza como propiedad en sí del objeto frente a la objetividad que tiene otra proposición en la que se afirma la pequeñez o grandeza como propiedades relacionales del objeto con otros objetos. Es más subjetiva la proposición en la que se afirma que “x objeto es de tal o cual magnitud de pequeñez o grandeza en sí” que la que afirma que “es pequeño con relación al objeto y o grande con relación al objeto z”. Para Reichenbach, el método de conocimiento de la física relativista einsteineana es superior al de Newton porque recupera la relación que tiene el objeto de la física con los sistemas de referencia¹⁸⁷. El objeto de la física es, en este sentido, un objeto cuyo ser depende de todas sus relaciones con su entorno.

Pero la física de Einstein no sólo da cuenta de la relación que guarda el objeto con su entorno; recupera, además, la relación que tiene con el sujeto. En la relatividad einsteineana se precisa, como condición fundamental, la ubicación que tiene el objeto respecto al sujeto o el sujeto respecto al objeto. Si en la física newtoneana el sujeto, mediante su mirada a distancia (que ve en sí la realidad), es incorporado al objeto y queda borrado como entidad (esto es, desaparece como sujeto de conocimiento), en la física einsteineana, en todo momento, se distingue al sujeto del objeto y, por ello,

¹⁸⁶ Cfr. *Ibidem*, pp.102-105

¹⁸⁷ Es en este sentido que Reichenbach afirma: “This method shifts the concept of physical relation. Only a length measured in a specific system can be ascertained and therefore be called objective”. *Ibidem*, p. 97

se precisa el lugar desde el que el éste observa al objeto. Este mismo rasgo del método relativista einsteineano lo expresa Ortega y Gasset en los siguientes términos: “Esta realidad (que es una sola) es la que el observador percibe desde el lugar que ocupa.”¹⁸⁸ La virtud de este rasgo del método einsteineano radica en que el sujeto despojará al objeto de la embestidura absolutista con la que lo presenta la física newtoneana. El objeto, según sea desde donde se lo vea, tendrá una presencia distinta para el sujeto. El objeto, en este sentido, deja de ser absoluto y adquiere un carácter relativo frente al sujeto. Si es un hecho que la imagen del objeto cambia según sea el lugar desde el que se esté respecto al objeto y la teoría de Einstein reconoce dicho hecho, entonces es superior frente a la física newtoneana que lo desconoce. Así pues, la presencia que tenga el objeto para el sujeto hallándose este en un determinado lugar respecto a aquel, será la misma para cualquier sujeto que se halle en el mismo lugar. Si dentro de los factores que determinan la imagen que percibe el sujeto del objeto está el movimiento, entonces iguales condiciones de movimiento entre el sujeto y el objeto determinarán siempre la misma imagen. De este, los sujetos que se hallen en las mismas condiciones de movimiento respecto al objeto percibirán la misma imagen de este. Al reconocerse por la física einsteineana las condiciones espaciales y de movimiento que hay entre el sujeto y el objeto, les estará reconociendo el papel que juegan estas en la determinación del conocimiento o de la imagen que tiene el sujeto del objeto. Es por ello que, si un par de gemelos tienen las mismas condiciones de movimiento uno respecto al otro, las medidas u observaciones que realizan uno del otro, si realizan el mismo experimento, serán las mismas. En la teoría de Einstein, el conocimiento deja de tener un carácter relativo y adquiere un carácter absoluto al reconocerse que iguales condiciones de movimiento determinan las mismas observaciones o mediciones. A estas condiciones que determinan y le dan un carácter absoluto al conocimiento es a lo que refiere Ortega y Gasset de modo siguiente: “Ni el sujeto

¹⁸⁸ Ortega y Gasset, J. *El sentido histórico de la teoría de Einstein, en Albert Einstein y otros*, ed. Altaya, Madrid, 1993, p. 166

humano ni el de Sirio deforman lo real. Lo que ocurre es que una de las cualidades propias a la realidad consiste en tener una perspectiva, esto es, en organizarse de diverso modo para ser vista desde uno u otro lugar.”¹⁸⁹ En la teoría de Einstein, pues, al considerarse en todo momento la posición del observador (sujeto) respecto al acontecimiento (objeto), se está considerando el papel fundamental que tiene en el conocimiento la relación que entablan entre sí estos dos imprescindibles actores del conocimiento.

La relación cognoscitiva entre el sujeto y el objeto, en la teoría relativista de Einstein, sin embargo se complementa con la propia luz, esto es, el movimiento y otros rasgos de la luz se vuelven una condición de conocimiento. Así por ejemplo, la velocidad finita de la luz se torna una constante mediante la cual es posible determinar magnitudes fundamentales para la física, tales como el tiempo y espacio relativo. Es gracias a esta constante que el tiempo de la percepción de los acontecimientos pierde el carácter absoluto que tiene en la física newtoneana y adquiere el carácter relativo que le otorga la teoría einsteineana. Si la velocidad de la luz se tomara infinita, la señal de luz que viaja del acontecimiento al observador llegaría al instante a cualquier punto del universo en el que se halle un observador (por más distantes que se hallen del acontecimiento) y cualquiera tendría la percepción o la imagen del acontecimiento en el momento mismo que sucede el acontecimiento (como es el caso de la mirada virtual en la física newtoneana). Dado que en la física einsteinea la velocidad de la luz es finita, le lleva un tiempo recorrer la distancia que hay entre el acontecimiento y el observador y, por tanto, los tiempos de la percepción serán distintos según qué tan distantes se hallen los observadores de los acontecimientos.

En síntesis, la teoría epistemológica que hay detrás de la teoría de la relatividad einsteineana reivindica el papel que tiene el sujeto en el conocimiento y, con ello, se coloca por encima de la que hay detrás de la física newtoneana.

¹⁸⁹ Ibidem, p. 167

El fenomenalismo relativista

Desde la perspectiva de Bergson, la paradoja de los gemelos tiene su origen en una interpretación a la teoría especial de la relatividad distinta al sentido dado por Einstein a esta teoría. La posibilidad de que Einstein no haya deslindado su teoría de la paradoja en cuestión tal vez se deba al hecho de que él mismo se haya distanciado de sus planteamientos o ideas originales. En las obras “Ensayos sobre el pensamiento científico en la época de Einstein”¹⁹⁰ y “The shaky game”¹⁹¹, Einstein realism and the quantum theory”, tanto Gerald Holton como Arthur Fine, respectivamente, ponen en evidencia una ruptura filosófica del viejo Einstein con el joven Einstein. Entre el joven Einstein y el viejo Einstein hay una línea divisoria que marca una diferencia epistemológica en la manera de hacer ciencia. En las siguientes páginas intentaremos precisar los rasgos del viraje filosófico dado por Einstein y la relación que guarda este con la omisión de un análisis que dejará en claro el vínculo lógico entre su teoría y la paradoja de los gemelos. Al hacer tal precisión nos circunscribiremos al aspecto epistemológico de este viraje filosófico en el pensamiento de Einstein.

Una cuestión epistemológica fundamental es la referente a la relación que guardan nuestras representaciones mentales (esto es, las que se nos ofrecen como sensaciones y percepciones) con el mundo externo. ¿Son éstas un fiel reflejo de entidades extra-mentales que se hallan cohabitando con los sujetos percipientes? O ¿son tan sólo una creación de los procesos neuronales que se suscitan en nuestros cerebros? O tal vez no sean una copia exacta de originales pero tampoco un algo proveniente

¹⁹⁰ Holton Gerald, *Ensayos sobre el pensamiento científico en la época de Einstein*, ed. Alianza Editorial, Madrid, 1982.

¹⁹¹ Fine Arthur, *The shaky game, Einstein realism and the quantum theory*, ed. University of Chicago, Chicago, 1986.

de la nada, sino elaboraciones cerebrales que se nutren de un océano de energía que conforma a lo que llamamos universo. Son tres las respuestas que se han dado a esta cuestión: 1) la que establece una identidad entre lo que se nos ofrece a las sensaciones y percepciones (fenómenos) y las entidades que conforman el universo de las cosas; 2) la que niega que haya entidades distintas a las que conforman el universo de las que asisten a nuestras sensaciones y percepciones; y 3) la que reconoce la existencia de un universo distinto e irreducible al de los fenómenos. Es en el escenario de estas tres maneras de entender la relación entre lo que se nos ofrece como representaciones mentales y las entidades extra-mentales que las determinan donde se analizará el viraje filosófico en el pensamiento de Einstein.

A la primera de estas tres formas de responder por la relación entre las imágenes ofrecidas por los sentidos (visuales, auditivas o de género similar) y las entidades objetivas, Einstein la denominó “realismo ingenuo”¹⁹². Ya en el calificativo que refiere a esta manera de abordar la problemática en cuestión, marca su distanciamiento de ella. Existen pruebas suficientes que confirman que a lo largo de la evolución de su pensamiento, Einstein estableció una clara distinción entre lo que se nos ofrece a la percepción y las entidades extra-mentales que coexisten con el sujeto. Una idea se impone a los que visualizan la relación entre el sujeto y objeto desde una perspectiva física, a saber, que la interacción del objeto con el sujeto trastoca el estado del objeto. La mente del sujeto no es una pantalla vacía sobre la que se proyecte el objeto tal cual es en sí mismo. Al considerarse al sujeto como una entidad física, se está obligado a concluir que lo que provenga del objeto modifica su estado al entrar en contacto con el sujeto. Einstein no se sustrajo de esta idea y declara que “las impresiones sensoriales están condicionadas por un factor objetivo y por un factor subjetivo”¹⁹³. Por el distanciamiento que mantuvo desde su juventud con el realismo ingenuo, Einstein proveyó a sus planteamientos

¹⁹² Cfr. Holton Gerald, *Einstein, historia y otras pasiones: la rebelión contra la ciencia en el final del siglo XX*, ed. Taurus, Madrid, 1998, p. 258.

¹⁹³ Véase Ibid.

relativistas de la distinción que el realismo ingenuo no logra hacer entre lo que se mira como imagen del mundo y el mundo mismo. Así pues, los observadores a los que recurre una y otra vez en sus diversos escritos, son observadores que, en tanto que entidades físicas, están provistos de esta distinción, esto es, son observadores que no miran en sí la realidad, sino lo que ésta condiciona en ellos.

En consonancia con la distinción que hace entre el dato de la percepción y el objeto que lo condiciona, Einstein reconocerá la separación física de estas dos entidades, esto es, tanto el sujeto de la percepción como el objeto que la provoca son entidades reales que se encuentran en puntos diferentes entre los que media una distancia. Uno es el punto en que sucede un evento real y otro el punto en el que se suscita su representación perceptual. En su famoso experimento mental del tren, Einstein ubica los puntos en los que suceden acontecimientos reales (la caída de dos chispas de luz) en los puntos *A* y *B* del tren o del terraplén. Distantes de estos puntos, en un punto medio de estos coloca al observador, como la entidad que percibe las señales luminosas provenientes de los puntos en los que se suscitaron los acontecimientos reales.

Si bien Einstein distinguió e hizo la separación entre el acontecimiento real y su observación, no remarcó o insistió en esta distinción en sus artículos científicos. El realismo ingenuo de cual Einstein se deslindó es la base filosófica sobre la que se erige la paradoja de los gemelos. En las siguientes páginas intentaremos mostrar cómo el paso de un fenomenalismo empirista a un realismo racionalista por parte de Einstein deja abierta la puerta para que se introduzca a la teoría especial de la relatividad una interpretación realista e ingenua de la misma.

Es sabido que una influencia decisiva en el pensamiento científico del joven Einstein fue el físico y filósofo austriaco Ernst Mach. Para entender la perspectiva epistemológica del joven Einstein es conveniente revisar algunos rasgos epistemológicos del pensamiento de Mach. Inicialmente un kantiano idealista, Mach evoluciona hacia un positivismo fenomenalista. Una de las caracterizaciones

más certeras del Mach positivista que influenció a joven Einstein es la hecha por uno de sus más fervientes seguidores, Moritz Schlick:

“Mach era un físico, fisiólogo y también psicólogo, y su filosofía... surgió del deseo de encontrar un punto de vista fundamental que pudiese mantener en cualquier investigación y que no tuviese que cambiar cuando fuese desde el campo de la física al de la fisiología o de la psicología. Llegó a ese punto de vista seguro remontándose a lo que es dado con anterioridad a toda investigación científica: el mundo de las sensaciones... Puesto que todos nuestros testimonios sobre el llamado mundo exterior se apoyan solamente en sensaciones, Mach mantenía que podemos y debemos tomar estas sensaciones y estos conglomerados de sensaciones como el único contenido de esos testimonios, y que, por tanto, no hay necesidad de suponer adicionalmente una realidad desconocida que se esconde detrás de las sensaciones. Con ello, la existencia se suprime como una suposición injustificada e innecesaria. Un cuerpo, un objeto físico, no es otra cosa que un conglomerado o esquema de sensaciones más o menos estable (invariante), por ejemplo, de colores, de sonidos, sensaciones de calor y presión, etc.

No existe en este mundo nada que no sean sensaciones y sus conexiones. En lugar de la palabra «sensaciones», Mach prefería usar la palabra «elementos», que es más neutra. El conocimiento científico del mundo consiste simplemente, según Mach, en la descripción más simple posible de las conexiones entre los elementos, y tiene como único objetivo el dominio intelectual de esos hechos con el menor esfuerzo posible de pensamiento. Este objetivo se alcanza por medio de una cada vez más compleja «acomodación de los pensamientos entre sí». Así es como Mach formula su famoso «principio de la economía de pensamiento»¹⁹⁴.

Hay en esta caracterización del fenomenalismo empírico de Mach un par de rasgos sobresalientes que asume el joven Einstein. Por un lado resalta el papel epistemológico que juegan las sensaciones. El empirismo de Mach rehúye a incorporar dentro del conjunto de aseveraciones que constituyen el cuerpo teórico de las ciencia afirmaciones que tengan que ver con entidades que están más allá de lo que hace acto de presencia a los sentidos. Las proposiciones científicas son, en este sentido, estrictamente afirmaciones sobre entidades observables. La ciencia, desde esta perspectiva, no es una actividad racional que dé cuenta del ser de las cosas que esté más allá de los sentidos, si acaso

¹⁹⁴ Ibidem, 168

estas existieran; sino una organización racional del cúmulo de sensaciones o percepciones que registran los seres humanos mediante sus sentidos. De conformidad con este credo epistemológico de Mach, el Einstein previo al de 1921¹⁹⁵ declara que: “El objeto de toda ciencia, sea natural o psicológica, consiste en coordinar nuestras experiencias de modo que el todo forme un sistema lógico”¹⁹⁶. Por otro lado resalta también el carácter anti-materialista de Mach. En congruencia con su credo epistemológico, Mach considera al átomo como una mera hipótesis metafísica. Como parte de este anti-atomismo, anota en su diario: “Colores, espacio, tonos, etc. Estas son las únicas realidades. No existen otras”¹⁹⁷. Fuera de estas entidades, las entidades materiales constituidas por átomos no tienen realidad alguna en el universo de Mach. Como el autor de “la ciencia de la mecánica”¹⁹⁸, Einstein también niega la existencia del átomo como una entidad material, discreta e indivisible. Con Einstein, el átomo deja de ser una entidad corpórea para llegar a ser una entidad energética, esto es, un campo de fuerza cuya intensidad de acción disminuye del centro hacía fuera:

“De la teoría de la relatividad sabemos que la materia representa enormes depósitos de energía y que la energía representa materia. No se puede, por este camino, distinguir cualitativamente entre materia y campo, pues la diferencia entre masa y energía tampoco es cualitativa. La materia es, con mucho, el mayor depósito de energía; pero el campo que envuelve la partícula representa también energía, aunque en una cantidad incomparablemente menor. Por esto se podría decir: la materia es el lugar donde la concentración de energía es muy grande y el campo es donde la concentración de energía es pequeña. Pero si éste es el caso, entonces la diferencia entre materia y campo es sólo cuantitativa. No hay razón, entonces, para considerar la materia y el campo como dos cualidades esencialmente diferentes entre sí. No se puede imaginar una superficie nítida que separe el campo de la materia”¹⁹⁹.

¹⁹⁵ El Einstein que aún no enterado de las críticas y rechazo de Mach a la teoría especial de la relatividad.

¹⁹⁶ Einstein Albert, *El significado de la relatividad*, ed. Origen Planeta, México, 1985, p. 51.

¹⁹⁷ Véase Holton Op. cit., p. 198.

¹⁹⁸ La más influyente obra de Ernst Mach.

¹⁹⁹ Einstein Albert, *La evolución de la física*, ed. Salvat, Barcelona, 1993, p. 195.

El joven Einstein, a diferencia de Mach, no niega la existencia de un mundo fuera e independiente del sujeto. La influencia de Mach en el joven Einstein se circunscribe al ámbito epistemológico y no trasciende al ámbito ontológico. Que el primero niegue “la posibilidad de conocer el mundo exterior al negar que existe un mundo exterior por conocer” no significa que el segundo niegue “las entidades exteriores del mundo objetivo al negar la posibilidad de conocerlas”. Si para el autor de la *ciencia de la mecánica* no existe nada más allá de las sensaciones o percepciones, para el joven Einstein sí existe un más allá que queda fuera de los propósitos epistémicos de la ciencia. Es fácil advertir que el joven Einstein ubica perfectamente a un algo objetivo que desdeña describir si se analiza con detenimiento algunos extractos de su exposición popular de 1917 a la teoría especial de la relatividad. Su planteamiento inicia sentando la existencia de dos acontecimientos que suceden en puntos específicos de un sistema de coordenadas: “Imaginemos que sobre el terraplén de nuestro ferrocarril ha caído un rayo, afectado a los carriles en dos lugares, *A* y *B*, muy alejados uno del otro. Y agrego ahora la afirmación de que estas dos descargas se han producido *simultáneamente*”²⁰⁰. Unas cuantas líneas abajo confirma la objetividad de dichos acontecimientos señalando: “Supongamos que por medio de ingeniosas consideraciones un competente meteorólogo hubiese descubierto que el rayo siempre tiene que caer en *A* y *B* simultáneamente”²⁰¹. Más allá de estas declaraciones, lo que deja en claro el carácter objetivo de estos acontecimientos es que se producen en dos puntos que se hallan a igual distancia de un punto *M* y que la luz que parte de esos puntos al suceder dichos acontecimientos le lleva el mismo tiempo recorrer dichas distancias. La simultaneidad de estos acontecimientos es un hecho que da por sentado el planteamiento de Einstein y sobre el cual no cabe insistir. No es la simultaneidad en sí de estos acontecimientos la que interese a la física, sino su percepción por parte del sujeto u observador. No importa si los acontecimientos son simultáneos en sí, sino cómo son para

²⁰⁰ Einstein Albert, *El significado de la relatividad*, ed. Origen Planeta, México, 1985, p. 14.

²⁰¹ *Ibidem*, p. 15.

el observador. Si la mirada del observador viera en sí los acontecimientos o la transmisión de la luz de un punto a cualquier otro del universo fuese simultánea, entonces la simultaneidad de estos acontecimientos sería la misma que miraría cualquier sujeto, por más cerca o lejos que se encuentre de dichos acontecimientos. Pero dado que el joven Einstein reconoce, por un lado, que el mundo de las entidades o acontecimientos objetivos es inaccesible a la percepción del observador y que, por otro, la luz se transmite a una velocidad finita y constante; entonces, para los propósitos epistémicos que persigue la física según el propio joven Einstein, lo que hay que determinar es cómo suceden para el sujeto. En la siguiente afirmación se aprecia claramente que para el joven físico el suceder de los acontecimientos corresponde al tiempo en el que la luz que transmite la información de dichos acontecimientos llega al observador: “Cuando decimos que las chispas eléctricas *A* y *B* son simultáneas con respecto al terraplén, esto significa que los rayos de luz que parten de *A* y *B*, donde han caído las chispas, convergen en el punto medio *M* del trayecto $A \rightarrow B$ del terraplén”²⁰². Esta misma correlación entre el *suced*er de los acontecimientos para el sujeto y la recepción por parte del observador de la luz que transmite la información de dichos acontecimientos está presente cuando se hace el reconocimiento de que la no simultaneidad de un par de acontecimiento corresponde al hecho de que el observador capta en dos momentos distintos la luz proveniente de dos acontecimientos objetivos que suceden simultáneamente:

“Un observador que, sentado en el tren en la posición *M'*, no participara de dicha velocidad, permanecería constantemente en *M*, y los rayos de luz que partiesen de las descargas *A* y *B* llegarían simultáneamente; es decir, estos dos rayos de luz se encontrarían precisamente donde él se halla situado. Pero en realidad (visto desde el terraplén) dicho observador corre al encuentro del rayo de luz procedente de *B* y huye delante del rayo de luz que proviene de *A*. Por consiguiente, verá antes el rayo de luz procedente de *B* que el que proviene de *A*. De modo que aquellos observadores que utilizan el ferrocarril como cuerpo de referencia tienen que llegar al resultado de que la chispa *B* ha caído antes que la chispa *A*.”²⁰³

²⁰² Ibidem, p. 20

²⁰³ Ibidem, pp. 20 y 21.

Es evidente, pues, que el Einstein adepto al credo epistemológico de Mach es un Einstein que renuncia a aquello que está fuera del ámbito de lo que se presenta a los sentidos y abraza fehacientemente los datos de la experiencia. Es, en este orden de ideas, un empirista que rehúye a las entidades metafísicas.

Un argumento mas que refuerza la aseveración de que el joven Einstein centra su atención en la percepción de los acontecimientos, y no en los acontecimientos en sí, se revela en el análisis de la idea contenida en la siguiente proposición: “Todo suceso que tenga lugar a lo largo de las vías tendrá lugar también en un punto determinado del tren”²⁰⁴. Cabe recordar que, para Einstein, cualquier acontecimiento (o suceso) es una entidad cuya identidad está determinada por cuatro números (x, y, z, t) . De conformidad con esta idea, A y B son acontecimientos distintos si y sólo si difieren entre sí en al menos uno de sus cuatro números. Si sobre el punto A del terraplén se deja caer verticalmente una pelota, un acontecimiento es el impacto de la pelota en el punto A del terraplén²⁰⁵. Es una cuestión discutible que esta pelota que se deja caer sobre el terraplén (esto es, fuera del tren) se halle al mismo tiempo dentro del tren protagonizando el acontecimiento de impactar el punto A del terraplén. En el contexto de la física de ese entonces, no tiene sentido una pelota que se halle fuera (en el terraplén) y dentro del tren, impactando y no al punto A del terraplén. Si el tren corre a lo largo de una vía al lado del terraplén, ninguno de los puntos del tren coinciden con los del terraplén. Por tanto, en el supuesto de que una misma pelota impacte el suelo del terraplén y el del tren, no sería el mismo acontecimiento. Si un acontecimiento objetivo no puede suceder a la vez fuera y dentro del tren, observaciones vinculadas con dicho acontecimiento sí pueden suceder fuera y dentro del tren. Tanto un observador del terraplén como un observador del tren llegan a tener, cada uno por su lado, su propia contemplación del mismo acontecimiento. Desde este punto de vista, la enunciación más

²⁰⁴ Ibidem, p. 19.

²⁰⁵ Un acontecimiento no es una entidad que se reduzca a una naturaleza óptica. El propio Einstein da como ejemplo de acontecimiento uno no óptico, la llegada de un tren a la estación de trenes.

precisa de la proposición que enuncia “Todo suceso que tenga lugar a lo largo de las vías tendrá lugar también en un punto determinado del tren” es “toda observación de un suceso que tenga lugar a lo largo de las vías puede tener lugar también en un punto determinado del tren”. Un acontecimiento puede ser observado desde cualquier sistema de referencia y, en este sentido, el Einstein de la teoría especial de relatividad es un Einstein que busca dar cuenta de la manera cómo aparecen o se presentan los acontecimientos para el observador en cada uno de los sistemas de referencia desde el que los observe.

El joven Einstein, sin embargo, no sólo desdeña partir de entidades metafísicas (o de lo que está más allá de lo que se ofrece a los sentidos) como premisas para erigir sus modelos explicativos del universo fenoménico que hace acto de presencia a la conciencia del sujeto. Al igual que Mach, asume una actitud crítica frente a conceptos que forman ya parte del cuerpo teórico de la física. Inmediatamente al inicio de la *ciencia de la mecánica*, Mach asienta lo que será el propósito de esta obra, a saber, examinar y evaluar los conceptos newtoneanos de tiempo y espacio: “En un escolio añadido inmediatamente después de las definiciones, Newton presenta sus ideas acerca del tiempo y del espacio, ideas que debemos examinar con más detalle”²⁰⁶. En esta obra, Mach califica a los conceptos newtoneanos de tiempo y espacio como metafísicos, al considerar que son producto de un procedimiento opuesto al empirista que pregona Newton: “Juzgando por las observaciones que acabamos de citar podría decirse que Newton se encuentra aún bajo el influjo de la filosofía medieval, como si empezara a ser infiel a su firme propósito de investigar únicamente hechos reales”²⁰⁷. En consonancia con esta actitud de Mach, Einstein declara inmediatamente al inicio de su obra *El significado de la relatividad* que:

²⁰⁶ L. Pearce Williams, *La teoría de la relatividad: Sus orígenes e impacto sobre el pensamiento moderno*, ed. Altaya, Barcelona, 1993, pp. 25 y 26.

²⁰⁷ Ibid.

“La única justificación de nuestros conceptos y sistema de conceptos reside en el hecho de que son útiles para representar el complejo de nuestras experiencias; pero fuera de ello no poseen otro título de legitimidad. Estoy convencido de que ha sido perjudicial la consecuencia que ha tenido en el progreso del pensamiento científico, el empeño de los filósofos de sacar fuera del dominio del empirismo ciertos conceptos fundamentales, trasladándolos así de este dominio, que está bajo nuestro control, a las alturas intangibles de lo apriorístico... Esto es particularmente aplicable a nuestros conceptos de tiempo y espacio, a los cuales los físicos se han visto obligados, por hechos, a hacerles descender del Olimpo de lo *a priori*, con el objeto de modificarlos de modo que puedan prestar servicios útiles.”²⁰⁸

El Einstein de la teoría especial de la relatividad es un joven abierto a criticar los conceptos fundamentales de la física, y reconstruirlos a partir de los datos que se ofrecen a la experiencia o, mejor aún, adecuarlos al cúmulo de sensaciones o percepciones que experimenta el sujeto. El tiempo y espacio de la teoría especial de la relatividad, no es el tiempo y espacio metafísico, esto es, de las entidades o acontecimientos objetivos que están más allá de la experiencia del sujeto; sino el tiempo y espacio que conforman a los acontecimientos que hacen acto de presencia a la conciencia.

Esta visión epistemológica, sin embargo, no habría de ser definitiva en Einstein y evolucionaría a una diametralmente opuesta. Si bien no hay una fecha precisa que indique el inicio del proceso de emigración del fenomenalismo empirista al realismo racionalista por parte de Einstein, sí se puede indicar un hecho como catalizador de este proceso, a saber, la publicación de la obra *Principios de óptica física* de Mach, en cuyo prefacio su autor declara abiertamente su rechazo a la teoría especial de la relatividad:

“Me siento obligado, en la que puede ser mi última oportunidad, a cambiar mis ideas sobre la teoría de la relatividad.

Según deduzco de las publicaciones que me llegan, y especialmente de mi correspondencia, se me considera cada vez más como el precursor de la relatividad. Soy capaz de imaginar aproximadamente, incluso en este momento, las nuevas exposiciones e interpretaciones que recibirán en el futuro desde este punto de vista las ideas expresadas en mi libro sobre Mecánica. Era de esperar que los filósofos y los físicos llevaran a cabo una cruzada en mi contra porque, como he mencionado repetidamente, yo era simplemente una persona sin prejuicios moviéndome de un lado a otro, que tenía ideas originales en varios campos del conocimiento. Sin

²⁰⁸ Einstein Albert, *Op. cit.* pp. 20 y 21.

embargo, debo negar que sea precursor de la relatividad con la misma energía con la que personalmente rechazo la doctrina atomística de la escuela, o la iglesia actual. La razón por la que rechazo la actual teoría de la relatividad, que encuentro cada vez más dogmática, y el grado en que lo hago, junto con las razones particulares que me han llevado a estas ideas –consideraciones basada en la fisiología de los sentidos, en dudas epistemológicas, y sobre todo en la comprensión que me dan mis experimentos– se tratarán en un apéndice”²⁰⁹

A partir de este frustrante hecho, Einstein tomará conciencia de las diferencias que hace algunos años antes había empezado a tener con Mach, acelerando con ello su distanciamiento de él en el ámbito epistemológico. Son dos instancias en las que Einstein sustenta su teoría especial de la relatividad: 1) las leyes electromagnéticas de Maxwell, y 2) la constancia de la velocidad de la luz. Para uno y otro caso, había resultados experimentales que sugerían su autenticidad empírica, esto es, como hechos experimentables empíricamente. Mientras en el primer caso (las leyes de Maxwell) podría considerarse suficientes los datos experimentales que le concedían su status ontológico de *hecho*, en el segundo caso se tenían reservas al respecto. Si bien el experimento Michelson-Morley fue diseñado para establecer la velocidad de la luz respecto al éter y éste arrojó resultados que sugerían la constancia de la velocidad de la luz, no fueron considerados como concluyentes por el propio Michelson²¹⁰. La posibilidad de mejorar las condiciones técnicas del experimento dejaban abierta la puerta para acceder a resultados que mostrasen las distintas velocidades de la luz. Sin conocer los trabajos de Michelson, Einstein adoptó como un hecho incuestionable la constancia de la velocidad de la luz. Es a este respecto donde se puede señalar una primera discrepancia que habría de tomar fuerza con el paso de los años entre Einstein y Mach. Si bien el joven Einstein y el autor de la ciencia de la mecánica son empiristas, lo son en grados distintos. Si Einstein consideraba la constancia de la velocidad de la luz como un hecho, Mach no la consideraría así. Para Mach, los conceptos

²⁰⁹ Holton, *Op. cit.* pp. 20 y 21.

²¹⁰ Cabe señalar que Michelson rechazó fundamentalmente la teoría especial de la relatividad por incorporar ésta un resultado que no era definitivo. Cfr. Holton *Op. Cit.*, pp. 181 y 182.

fundamentales de la ciencia no pueden tomarse como asentados definitivamente, sino que deben estar sometidos a una permanente evaluación. El carácter fundamental que tiene el postulado de la constancia de la velocidad de la luz para la propia teoría especial de la relatividad obliga, bajo el empirismo machiano, a mantenerlo en reserva mientras no se acumulen las suficientes pruebas que lo evidencien como un hecho. En virtud de que Einstein no sabía de los resultados del experimento Michelson-Morley, la asunción del postulado de la constancia de la velocidad de la luz es el proceder de un empirista que ya deja entrever un perfil racionalista. El empirismo del joven Einstein, desde esta perspectiva, no está basado en resultados de experimentos reales. Einstein, como físico teórico, era proclive a los experimentos mentales. Si Einstein tenía la plena convicción de que los experimentos mentales²¹¹ son experimentos potencialmente reales (esto es, experimentos que realmente pueden efectuarse de contarse con las condiciones técnicas y tecnológicas apropiadas), entonces es un empirista que se basa en resultados de experimentos mentales. En la anticipación de resultados de experimentos reales a partir de resultados de experimentos mentales, está implícitamente presente el postulado fundamental del racionalismo: Si mental o racionalmente es posible anticipar los resultados de experimentos reales, entonces es posible conocer racional y anticipadamente lo que pueda delatarse a los sentidos. Mas aún, a través de la razón, es posible conocer todo aquello que permanece oculto a los sentidos. La línea divisoria entre el empirismo y el racionalismo de Einstein fue dejada atrás por éste cuando se enteró del rechazo de Mach a su teoría de la relatividad. A partir de este hecho, Einstein tomaría conciencia del papel activo de la razón en el conocimiento científico,

²¹¹ Su confianza en los resultados de experimentos reales sólo se explica por la anticipación de esos resultados en experimentos mentales. De esta confianza por los resultados de experimentos que apoyan sus teorías da cuenta su discípula Ilse Resenthal-Schneider: “En una ocasión, cuando me encontraba con Einstein para leer con él un trabajo que contenía muchas objeciones en contra de su teoría...interrumpió repentinamente la discusión del libro, alcanzó un telegrama que estaba sobre el alfeizar de la ventana y me entregó con las palabras «aquí tienes algo que quizá te interesará». Era el cablegrama de Eddington con los resultados de la medición de la expedición del eclipse (1919). Cuando yo estaba expresando mi alegría por el hecho de que los resultados coincidiesen con los cálculos, él dijo sin ninguna emoción «pero yo sabía que la teoría era correcta», y cuando pregunté qué habría pasado si no hubiese habido confirmación de su predicción, replicó: «En ese caso lo hubiese sentido por el querido Dios; la teoría es correcta». Véase Holton, *Ibidem*, p. 190.

frente al papel pasivo que le concedía Mach. A este respecto, Einstein expresa sus diferencias con Mach en los siguientes términos: “Su debilidad la veo en que él creía más o menos que la ciencia consiste en una mera ordenación de material empírico; es decir, no reconocía el elemento de construcción libre que existe en la formación de los conceptos. En cierta forma creía que las teorías surgen de *descubrimientos* y no de invenciones”²¹².

Pero el abandono del empirismo por parte Einstein no es el único aspecto que involucra la emigración epistemológica de este eminente científico. Un aspecto aún más relevante, para los propósitos que se persiguen en este trabajo, es el abandono de las sensaciones o percepciones como objeto de estudio de la física. Si para el joven Einstein el objetivo de la física es el de dar cuenta del cúmulo de sensaciones que se hacen presente al sujeto, para el Einstein maduro el objetivo de la física será el de dar cuenta de aquello que el empirismo de Mach desdeña, esto es, el mundo objetivo que está oculto detrás de las sensaciones o percepciones. El interés cognitivo de Einstein se desplaza del ámbito de *lo que se ofrece a la conciencia en las sensaciones* al ámbito de *lo que existe independientemente al margen de la conciencia*. En una carta escrita en 1930 a su amigo Moritz Schlick, Einstein da cuenta de este cambio en los siguientes términos: “En general, tu presentación no corresponde a mi estilo conceptual porque encuentro toda tu orientación, por así decirlo, demasiado positivista... Te lo diré con toda claridad: la Física es el intento de construir conceptualmente un modelo del *mundo real* y de su estructura con arreglo a las leyes que lo rigen”²¹³. Como ya se ha indicado, el joven Einstein no negó, a diferencia de Mach, la existencia de un mundo real al margen de la conciencia del sujeto; en todo caso, lo que negó es el carácter material de éste. En Einstein, la negación de la posibilidad de conocer ese mundo más allá de los sentidos no implica negar la existencia de dicho mundo. El Einstein empirista no negó la existencia del mundo objetivo pero sí su

²¹² Ibidem, p. 183.

²¹³ Véase en Holton, Op. cit. p. 199

relevancia para los fines epistémicos de la ciencia. Despojado del punto de vista empirista, el Einstein racionalista habría de reconocer abiertamente la existencia de este mundo objetivo al reconocer que podía conocerse a través de la razón. Este Einstein es un realista racionalista.

Pero qué peso tuvo el cambio de visión epistemológica de Einstein en el rechazo que hiciera Mach de la teoría especial de la relatividad. Mach no era un ingenuo como para rechazar una teoría cuyo autor pregonaba tener influencias de él al crearla, sobre todo si efectivamente fue creada sobre la base de sus ideas. En nada afecta el contenido de una teoría el hecho de que su creador modifique su enfoque respecto al procedimiento epistemológico que le permitió alcanzar tal creación; así como en nada afecta al carácter positivo de una teoría ética el hecho de que su autor se vuelva a futuro, por circunstancias de la vida, un delincuente. Mach habría sido un ingenuo si hubiese rechazado la teoría especial de la relatividad sólo porque Einstein no haya conservado una concepción empirista del conocimiento científico, tanto como ingenuo sería el que rechazase el concepto de libertad de Aristóteles sólo porque éste haya tenido a su disposición esclavos. Es circunstancial al contenido de la teoría especial de la relatividad el que se haya logrado bajo un determinado enfoque epistemológico u otro. Es igualmente circunstancial al contenido de la teoría el hecho de que se haya concebido considerando o no la existencia de una realidad más allá del mundo fenoménico que aborda la teoría como objeto de estudio. La teoría especial de la relatividad es una teoría que organiza una serie de sensaciones que experimenta el sujeto y le es irrelevante partir o no del presupuesto de una realidad objetiva; esto en virtud de que la teoría no tiene como propósito específico explicar el cómo esa realidad objetiva determina las sensaciones que experimenta el sujeto. Así como la termodinámica es una teoría estructurada a partir de entidades perceptibles como la temperatura, la presión, el volumen o el calor, sin la necesidad de partir de presupuestos metafísicos como átomos o moléculas; así también la teoría especial de la relatividad es una teoría que se centra en el mundo fenoménico de la electrodinámica de los cuerpos en movimiento, sin importarle a ésta, en lo fundamental, si la luz es

una partícula o una onda. En este sentido, habría sido una ingenuidad de parte de Mach rechazar la teoría de Einstein por el simple hecho de que éste haya trasladado sus intereses cognitivos del mundo fenoménico al mundo real.

Hay, pues, un aspecto más fundamental por el que Mach rechazó la teoría de Einstein. En la teoría especial de la relatividad no es evidente, conceptualmente hablando, la tetralidad del espacio, esto es, la amalgama del tiempo con el espacio. La presentación que se hace ahí del tiempo y espacio no dista de las experiencias de tiempo y espacio que tiene cualquier persona ordinaria. No es sino hasta el trabajo de Minkowski que la amalgama tiempo y espacio se vuelve una realidad conceptual. La naturaleza cuatridimensional del tiempo y espacio, que es fundamental y evidente en la teoría general de la relatividad, no lo es del todo en la teoría especial de la relatividad. Ante la presencia de la teoría general de la relatividad, el tiempo y espacio de la teoría especial de la relatividad habría de transformarse en una amalgama tiempo-espacio. Si Mach no había rechazado la teoría especial de la relatividad por el cambio de visión epistemológica de Einstein, sí lo haría por trastocar la naturaleza del tiempo y espacio de esta teoría. Es evidente para Mach que, si el tiempo y espacio de la teoría general de la relatividad no son empíricamente experimentables y si de estos mismos trata su antecesora, la teoría especial de la relatividad parte de entidades metafísicas.

Cabe recordar, sin embargo, que Einstein no fue un realista ingenuo. Si uno es el tiempo y espacio que se experimentan empíricamente (y de los que trata la teoría especial de la relatividad) y otro el tiempo y espacio que están más allá de la experiencia sensible (que son los que trata la teoría general de la relatividad); por más relación que haya entre ellos, unos no se reducen a los otros. Se toma a Einstein como un realista ingenuo cuando se equipara el tiempo y espacio de las experiencias sensibles que aborda la teoría especial de la relatividad con la amalgama tiempo-espacio, inaccesible a la conciencia o metafísico, que aborda la teoría general de la relatividad. A Juzgar por todo lo que se ha dicho, son dos temáticas distintas, aunque relacionadas entre sí, las que aborda Einstein a lo largo

de su evolución como científico. Una es la que aborda el joven Einstein en la teoría especial de la relatividad, y otra la que aborda el Einstein maduro en la teoría general de la relatividad. Objetivar el tiempo y espacio de las sensaciones o percepciones conduce a la embarazosa complicación lógica denominada como “paradoja de los gemelos”.

Una vez más, como se ha sugerido a lo largo de este trabajo, la solución a la paradoja es, como lo señala Bergson, hacer una distinción entre el tiempo y espacio experimentables por la conciencia y el tiempo y espacio metafísico. Mientras no se haga una distinción entre la temática que aborda el Einstein fenomenalista y empirista y la temática que aborda el Einstein realista y racionalista la paradoja de los gemelos persistirá como complicación lógica.

Como conclusiones

A lo largo del presente trabajo se ha intentado demostrar que “la paradoja de los gemelos” es una paradoja semántica, esto es, una paradoja que se origina por la confusión de significados que guarda una expresión lingüística. La paradoja semántica se debe, desde esta perspectiva, a que un cierto término o expresión lingüística se toma en un sentido diferente al que originalmente se le da. En una paradoja como la de los gemelos, los sentidos o significados que se confunden en un solo término o expresión se hallan tan íntimamente relacionados que en ocasiones es difícil marcar una línea divisoria que los distinga. La sutil diferencia entre uno y otro significado apenas se hace manifiesta en unas cuantas expresiones, y generalmente se hacen manifiestas con las mismas expresiones, sobre todo cuando el estilo así lo exige.

Si bien un acontecimiento es notablemente distinguible de su observación, en la teoría especial de la relatividad suelen usarse las mismas expresiones para referirse a una y otra entidad. En parte el uso indiscriminado de las expresiones se debe a que la observación de un acontecimiento es en sí misma un acontecimiento. Si la manera de identificar un acontecimiento (como la caída de un rayo de luz en un punto A) es la misma para identificar su observación, la posibilidad de confundir uno y otro tipo de acontecimientos es alta. A esta confusión contribuye el hecho de que los acontecimientos con los que estamos familiarizados parecen suceder en el momento mismo que los observamos. Por ejemplo, la pluma que sostenemos con la mano, una vez que la soltamos, nos parece llegar al suelo al momento que la observamos golpearlo. En el universo de las experiencias cotidianas o del sentido

común, los acontecimientos coinciden temporalmente con sus observaciones. Esta coincidencia temporal entre el acontecimiento y su observación genera la impresión de que se observa en sí al acontecimiento. En este sentido, el acontecimiento que sucede fuera del sujeto y que se halla en un punto distinto al de éste se confunde con su imagen que se suscita en el sujeto.

La paradoja de los gemelos se debe al hecho de confundir el tiempo del acontecimiento con el tiempo de su observación y no corresponde a la teoría einsteineana, sino a una de sus interpretaciones. Einstein fue completamente consciente de las diferencias entre el acontecimiento y su observación. Al explicar la objetivación de la noción de tiempo, Einstein hace una clara distinción no sólo entre el acontecimiento y su observación, sino también entre sus tiempos: “Hemos visto que tendemos a atribuir a las vivencias una ordenación temporal del tipo: Si β es posterior a α y γ posterior a β , entonces γ también es posterior a α (seriación de las <vivencias>). ¿Qué ocurre en este aspecto con los sucesos que hemos asignado a las vivencias? Lo inmediato es suponer que existe una ordenación temporal de los sucesos y que esa ordenación coincide con las vivencias. Eso es lo que se supuso con carácter general –e inconscientemente– hasta que se hicieron valer ciertas dudas escépticas”²¹⁴.

Sin embargo, a pesar de que Einstein fue consciente de estas diferencias, su estilo las deja fuera de la vista del lector. Al abordar de nueva cuenta el concepto del tiempo, Einstein, tomado como un par de acontecimientos la caída de dos rayos luz sobre los puntos A y B de un mismo marco de referencia, se pregunta si la observación de dichas descargas de luz se efectúa o no simultáneamente. Por la manera como Einstein desarrolla la respuesta a esta pregunta, se aprecia claramente que la pregunta se refiere a la observación de dichos acontecimientos, y no a los acontecimientos en sí como parece sugerirlo la manera de plantear la pregunta: “imaginemos que sobre el terraplén de nuestro ferrocarril ha caído un rayo, afectado a los carriles en dos lugares A y B , muy alejados uno de otro. Y

²¹⁴ Einstein, Albert, *Apéndice a la teoría de la relatividad especial y general*, ed. Alianza Editorial, Madrid, 1984, pp. 123-124.

agrego ahora la afirmación de que estas dos descargas se han producido simultáneamente. Si yo ahora te pregunto, querido lector, si esta afirmación tiene algún sentido, me responderás con un sí convencido.... Dos acontecimientos (por ejemplo la caída de los rayos A y B) que sean simultáneos *con respecto al terraplén*, ¿son simultáneos *con respecto al tren*?²¹⁵ En su respuesta, los acontecimientos suceden simultáneamente si los rayos de luz que viajan de los puntos A y B llegan simultáneamente al punto M donde se encuentra el observador: “Cuando decimos que las chispas eléctricas A y B son simultáneas con respecto al terraplén, esto significa que los rayos de luz que parten de A y B , donde han caído las chispas, convergen en el punto medio M del trayecto $A \rightarrow B$ del terraplén”²¹⁶. Y no suceden simultáneamente cuando los rayos de luz no llegan a la vez al punto M : “Pero en realidad (visto desde el terraplén) dicho observador corre al encuentro del rayo de luz procedente de B y huye delante del rayo de luz que proviene de A . Por consiguiente, verá antes el rayo de luz procedente de B que el que proviene de A . De modo que aquellos observadores que utilizan el ferrocarril como cuerpo de referencia tienen que llegar al resultado de que la chispa B ha caído antes que la chispa A ”²¹⁷. Como es de apreciarse, en ambos casos los rayos de luz parten a la vez de los puntos A y B y la pregunta, por tanto, no se refiere al hecho de si estos rayos de luz parten o no simultáneamente de los puntos A y B , sino al hecho de si llegan o no simultáneamente al observador o, en otras palabras, si son o no observados simultáneamente. A juzgar por lo anterior, la teoría especial de la relatividad se refiere a los tiempos de la observación de los acontecimientos, y no al de los acontecimientos en sí. En estilo de Einstein, sin embargo, se da lugar a tomar el tiempo de la observación de los acontecimientos como el tiempo de los acontecimientos en sí mismos.

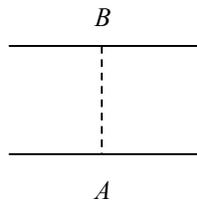
La confusión entre el tiempo de la observación del acontecimiento y el tiempo de los acontecimientos en sí es abordada por Bergson desde una perspectiva diferente. Para Bergson, la

²¹⁵ Einstein, Albert, *Sobre la teoría especial y la teoría general de la relatividad*, ed. Altaya, Barcelona, 1993, p. 76-79

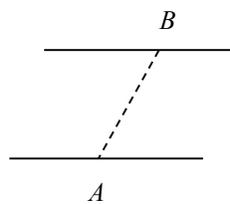
²¹⁶ *Ibidem*, p. 79

²¹⁷ *Ibid.*

paradoja de los gemelos se debe a la confusión entre un tiempo real y tiempos metafísicos. Bergson detecta estos dos tipos de tiempo al analizar el principio de la relatividad del movimiento. De acuerdo a este principio, dos sistemas de referencia que se alejan entre sí uniformemente (esto es, a una velocidad constante y con trayectoria rectilínea) poseen las mismas condiciones como observatorios: ninguno de los dos se halla en movimiento o en reposo absoluto. Cada uno es percibido en reposo por el observador que en él se halla, y en movimiento cuando se lo observa desde el otro sistema. Así pues, si los sistemas S y S' se alejan entre sí a la velocidad constante v , el observador en el sistema S percibe a éste en reposo y al sistema S' moverse a la velocidad v , en tanto que el observador en el sistema en S' percibe exactamente lo contrario: a S' en reposo y a S moverse a la velocidad v . Por el principio de la relatividad, las experiencias del observador en S son equivalentes a las del observador en S' . De este modo, si el observador en S ve al sistema S' moverse de izquierda a derecha, el observador en S' también ve al sistema S moverse de izquierda a derecha. Por este mismo principio, si cada uno de los dos observadores realiza al interior de su sistema el mismo experimento, las experiencias de ambos experimentos serán las mismas en uno y otro observador. Por el ejemplo, si el experimento consiste en lanzar un rayo de luz en dirección perpendicular al plano del suelo (desde el punto A hacia el punto B), tanto el observador en S como el observador en S' verán el rayo de luz de su propio experimento moverse verticalmente:



Y tanto uno como el otro observador verán el rayo de luz del experimento del otro moverse oblicuamente:



Si por el principio de la relatividad del movimiento las experiencias que tienen los observadores de uno y otro sistema son iguales entre sí y lo que ven uno y otro es equivalente entre sí (tanto de la luz del experimento propio como de la luz del experimento del otro), entonces uno y otro coincidirán en sus datos respecto a los mismos rubros. A este respecto, si la trayectoria oblicua que describe la luz en el experimento del otro tiene el mismo aspecto para uno y otro observador y la distancia que recorre la luz entre el punto A y el punto B representa a la unidad de tiempo, es de apreciar que para cada uno de estos dos observadores la unidad de tiempo del sistema del otro es más extensa que la del propio sistema. A este respecto, Bergson demuestra que, si se es consecuente con el principio de la relatividad del movimiento o se asume plenamente en sus consecuencias, la dilatación que padece el tiempo en el sistema S' para el observador en S es de la misma magnitud que la dilatación que padece el tiempo en el sistema S para el observador en el sistema S' ; lo cual significa que, para cada uno de los observadores, el otro envejece más lentamente de lo que él mismo envejece. Así por ejemplo, si en los cálculos del primer observador el segundo envejece 20 años menos que él, en los cálculos del segundo observador el primero también envejecerá 20 años menos que él. Por el principio de la relatividad del movimiento se tiene que cada observador envejece más lentamente para el otro y para sí más rápidamente. Uno es el tiempo que vive o experimenta cada observador y otro el que se le atribuye por parte del otro observador. El tiempo que vive cada observador Bergson lo denomina tiempo real y, para él, es el mismo para cada observador en sí. El tiempo que le atribuye un observador a otro observador Bergson le llama tiempo metafísico. La paradoja de los gemelos, como lo demuestra Bergson se debe al hecho de confundir entre sí el tiempo real y tiempos metafísicos.

Para Bergson, físicos como André Metz confunden estos dos tipos de tiempos y se enfrentan, por tanto, a la siguiente situación problemática: los observadores de los sistemas S y S' envejecen a la vez a un ritmo ordinario y más lentamente. Este problema, que no es tal para quien distingue entre el tiempo que realmente vive un observador y el tiempo que se le atribuye como vivido, es resuelto,

como Bergson lo muestra, negando el principio de la relatividad del movimiento. Bergson muestra a través de una analogía cómo se niega el *principio de la relatividad del movimiento* para resolver el problema del par de observadores que envejecen a dos ritmos diferentes a la vez. La analogía consiste en considerar un par de personas que tienen la misma estatura. Ya sea que se encuentren cerca o lejos una de la otra, sus experiencias respecto a sus estaturas serán equivalentes: cada uno al lado del otro, percibirá que su estatura es igual a la del otro. Si se alejan entre sí, cada uno percibirá que el otro disminuye su estatura, en tanto que la suya se mantiene fija. A cualquier distancia, la estatura que tenga la persona A para la persona B , será la misma que tendrá la persona B para la persona A . La equivalencia de percepciones que tienen estas personas respecto a sus estaturas corresponde a la equivalencia de observaciones que tendrán los observadores en los sistemas S y S' en virtud del principio de la relatividad del movimiento. La disminución de estatura a consecuencia del distanciamiento corresponde a la dilatación del tiempo a consecuencia de la velocidad. Si la persona B se aleja de la A , la equivalencia de sus percepciones respecto a las estaturas se rompe cuando se considera que la estatura de B realmente se ha reducido y A ve la estatura de B menor a la suya. De acuerdo a esta analogía, aunque B perciba que su estatura se mantiene fija, en realidad se reduce conforme a la observación de A . De este modo, cuando B se reúna con A , percibirá que su estatura será menor a la de A . En este caso, se le otorga a la mirada de A el privilegio de observar la reducción real de la disminución de estatura de B , en tanto que la mirada de B no tiene el privilegio de tener ante sí la estatura real de A . De igual modo se rompe la equivalencia entre las observaciones de los observadores de los sistemas S y S' cuando a la mirada de uno se le otorga el privilegio de ver en sí como se dilata el tiempo en el otro sistema, y a la mirada del otro no. Bergson muestra, pues, que al otorgársele a la mirada de uno el privilegio de ver en sí lo que sucede al interior del otro sistema y a la del otro no, se está privilegiando a uno de los dos sistemas respecto a aquel aspecto por el que se consideran equivalentes como laboratorios de observación, esto es, respecto al movimiento.

Considerar que uno de los observadores envejece a un ritmo ordinario y el otro no, no es otra cosa más que afirmar que la mirada de uno tiene el privilegio de observar la realidad en sí y la del otro no, y que, por tanto, los sistemas en los que se hallan no son equivalentes entre sí. Lo que Bergson delata con ello, no es que el privilegio de la mirada de uno para observar la realidad en sí provenga de una condición especial de dicho observador, sino del sistema de referencia en el que se halla. En el fondo esto significa que, al alejarse entre sí los sistemas S y S' y sus observadores ver que su respectivo sistema se halla en reposo y el del otro se mueve, a uno de ellos su mirada lo engaña: Si percibe que su sistema está en reposo, en realidad su sistema se mueve; y si percibe que el sistema del otro se mueve, en realidad dicho sistema se halla en reposo. El engaño de este observador corresponde con la realidad que percibe el otro: Si percibe que su sistema está en reposo, está realmente en reposo; y si percibe que el sistema del otro se mueve, en realidad dicho sistema se mueve. Bergson demuestra que, al privilegiar a uno de los dos sistemas como el sistema desde el que observa la realidad en sí y al otro como el sistema desde el que se engaña a la mirada, se anula el principio de la relatividad del movimiento, por lo que, aunque se pregone lo contrario, se tomará a uno de los dos sistemas en reposo absoluto y al otro en movimiento absoluto. Bergson muestra que una relatividad que asume parcialmente el principio de la relatividad del tiempo es una relatividad que irremediamente se conduce a la paradoja de los gemelos. Para esta relatividad, que no distingue entre el tiempo vivido por un observador y el tiempo que se le atribuye como vivido, los dos observadores en cuestión no pueden envejecer a dos ritmos diferentes a la vez, pues sólo uno de ellos envejece a un ritmo particular y el otro al otro.

Para Bergson, la paradoja de los gemelos (como la problemática que condujo a ella) desaparece cuando se hace la distinción entre el tiempo real y los tiempos metafísicos²¹⁸. Como ya se indicó, la

²¹⁸ Por esta manera de solucionar la paradoja de los gemelos, Bergson la estaría caracterizando como una paradoja semántica si adoptara la terminología considerada por estudiosos de este tópico en la actualidad.

teoría de la relatividad einsteineana no es una teoría sobre los tiempos de los acontecimientos en sí, sino una teoría sobre los tiempos de las observaciones de los acontecimientos. En este sentido, respecto a los observadores de uno y otro sistema, la teoría de la relatividad einsteineana no es la teoría sobre el tiempo de los acontecimientos que suceden en sí en un sistema de coordenadas que es objeto de observación desde el otro sistema. Es la teoría sobre los tiempos de la observación de dichos acontecimiento en el sistema observatorio. Si a la vez se realiza el mismo experimento en ambos sistemas, el tiempo en el que suceda en sí un determinado acontecimiento derivado de dicho experimento en el sistema S será el mismo en el que suceda en sí el correspondiente acontecimiento del experimento de S' . Por esta razón, al observador que mira los acontecimientos que suceden en otro sistema no le interesan los tiempos en los que suceden sí estos, sino los tiempos en los que los observa suceder. Al teoría de la relatividad einsteineana no interesa averiguar como transcurre en sí el tiempo en un sistema que es observado o como envejecen los personajes que en él se hallen (pues transcurre de igual manera como transcurre en el sistema desde el que se observa y se envejece de igual manera que en éste). Lo que le interesa averiguar es cómo transcurre el tiempo de un sistema para la observación desde otro sistema y cómo, conforme a está, se envejece para ella. Si, como lo sugiere Reichenbach, la física einsteineana aborda un objeto de estudio distinto al que aborda la física newtoneana, esta diferencia también se encuentra en los tiempos que aborda una y otra teoría. Los tiempos de la teoría de la relatividad einsteineana son los tiempos de la observación de los acontecimientos, observación que no es única y que varía o es relativa a las situaciones desde las que se observa. Los tiempos de la física newtoneana son los tiempos de los acontecimientos en sí, tiempos que son únicos e independientes de cualquier observación. Los tiempos de la teoría einsteineana son relativos porque la sucesión de los acontecimientos para la observación se da en órdenes o secuencias diferentes según las condiciones de la observación. Los tiempos de la física newtoneana son absolutos porque los órdenes o secuencias en las suceden en sí los acontecimientos son únicos e independientes

de cualquier condición de observación. La paradoja de los gemelos surge cuando se toma el ritmo del paso del tiempo que registra el observador del otro sistema como el ritmo en que transcurre el tiempo de tal sistema en sí, cuando se toma el envejecimiento del observador *B* que mira el observador *A* como el envejecimiento en sí del observador *B*.

No puede negarse que dos observadores miren acontecimientos suceder en secuencias diferentes. Lo que sí puede negarse es que dichas secuencias sucedan en sí o que correspondan con la secuencia en la que realmente sucedan. La teoría especial de la relatividad, desde esta perspectiva, es una teoría sobre la manera como el sujeto percibe u observa el universo de los acontecimientos que suceden a su alrededor.

Una manera más que ofrece Bergson para entender el origen de la paradoja de los gemelos es la relativa a la diferencia entre el observador físico y el observador metafísico. Específicamente esta diferencia se refiere a la manera como la mirada de uno y otro observador ven los acontecimientos. La mirada del observador físico ve los acontecimientos a través de un proceso en el que la luz viaja desde los objetos que participan en el acontecimiento hasta los ojos del sujeto. La mirada del observador metafísico, por el contrario, ve los acontecimientos sin necesidad de que la luz viaje de los objetos al sujeto. En este caso, es la mirada la que viaja instantáneamente del sujeto a los objetos, dondequiera que estos se encuentren. Esta condición metafísica de la mirada se hace manifiesta tan pronto se omite el proceso físico por el que la luz viaja de los objetos al sujeto. Estas diferencias que expone Bergson entre el observador físico y el observador metafísico, o entre sus respectivas miradas, se describen de manera sencilla en el siguiente experimento:

Considérese dos relojes de idénticas características. Entre sus características destacan las de instrumentos de alta precisión y mostrar a través de señales luminosas sus tic tac's. En particular, cada tic tac corresponde a un número que se muestra en su pantalla luminosa. De esta manera, dichos relojes muestran una serie de números que se suceden uno tras otro. Al pasar de un número a otro, los

relojes se apagan y encienden de una manera regular. Por la regularidad en la que se apaga y enciende la luz de uno y otro reloj, le corresponde una frecuencia de emisión. Si además de esta luz se considera otra que ilumina de manera continua a cada reloj y cuya frecuencia es igual a la frecuencia de emisión de la primera luz, tenemos un par de relojes que marchan a la misma frecuencia de la segunda luz. En una primera instancia, los relojes que se hallan juntos uno al otro frente a dos observadores que también se encuentran juntos uno al lado del otro. Si la distancia entre los relojes y los observadores es tal que el tiempo que le lleva a la luz pasar de los relojes a los ojos del observador físico es prácticamente cero, este observador físico mira a los relojes marcar un determinado tiempo justo cuando estos marcan en sí tal tiempo. En tal situación, tanto el observador físico como el observador metafísico ven a los relojes marcar un determinado tiempo justo cuando dichos relojes lo marcan en sí. En esta situación no hay diferencia entre lo que mira un observador físico y el observador metafísico; pues el tiempo que le lleva a la luz viajar de los relojes a los ojos del primer observador es igual al tiempo que le lleva a la mirada del observador metafísico pasar de sus ojos a los relojes (pues la mirada del observador metafísico pasa instantáneamente de los ojos al objeto, cualquiera que sea la distancia que medie entre unos y otro).

En una segunda situación las cosas cambian. Supóngase ahora que uno de los dos relojes empieza a desplazarse en línea recta a una velocidad baja. En la medida que la distancia que media entre éste y los observadores aumenta, también aumenta el tiempo que le lleva a la luz que emite llegar a los observadores. Así pues, a la luz emitida por el reloj en movimiento le llevará más tiempo llegar a los ojos del observador físico que el que le lleva a la correspondiente luz emitida por el reloj que se mantiene en reposo respecto a los observadores. Si la distancia a la que se halla este reloj de los observadores es igual a la longitud de onda de la luz que lo ilumina constantemente, entonces a la mirada del observador físico dicho reloj se habrá retrasado en una unidad de tiempo. Esto es, si n es el número de emisión de luz que percibe el observador físico del reloj en reposo, entonces la emisión de

luz que percibe a la vez del reloj en movimiento es igual a $n - l$. En otras palabras, ante la mirada del observador físico están presentes dos relojes que marcan tiempos distintos: t_n y t_{n-l} . A diferencia de la mirada de este observador, la mirada del observador metafísico (que es una mirada que pasa instantáneamente de los ojos a los objetos) tiene ante sí dos relojes que marcan el mismo instante t_n : A la vez ve lo que marcan en sí los dos relojes, sin importar la distancia a la que se encuentren. Es evidente que, si en la visualización de los objetos por parte de esta mirada no interviene la luz en su viaje a los ojos, dicha mirada viaja junto al reloj en movimiento y lo ve marcar en sí lo que marca.

Un aspecto más a considerar de esta situación es el relacionado con el llamado efecto Doppler. Una onda de luz cuya fuente se aleje del observador tenderá a disminuir su frecuencia y aumentar su longitud. La disminución de su frecuencia o el aumento de su longitud dependerá de la velocidad de desplazamiento de la fuente respecto al observador. De conformidad con este principio, si los tic tac's (o luz emitida intermitentemente) del reloj en movimiento tienen una frecuencia igual a la frecuencia de luz que lo ilumina continuamente; sus tic tac's, para el observador físico, disminuirán en la misma proporción que disminuye la frecuencia de la luz que ilumina continuamente a dicho reloj²¹⁹. En otras palabras, para el observador físico, los tic tac's de dicho reloj parecerán más distantes entre sí que los tic tac's del reloj que permanece junto a él. A diferencia del observador físico, el observador metafísico presencia un escenario distinto. Para éste, la frecuencia de los tic tac's del reloj que se aleja no sufre modificación alguna con respecto a la del que permanece en reposo: los tic tac's de ambos relojes marchan a la misma frecuencia y muestran en todo momento el mismo tic tac o tiempo.

De acuerdo a Bergson, la paradoja de los gemelos surge cuando se confunden las observaciones del observador físico con las del observador metafísico. No puede negarse que el observador físico vea relojes que marchan a ritmos distintos tal y como lo establece la teoría de Einstein, lo que sí se puede

²¹⁹ Esta disminución de la frecuencia de los tic tac's es igualmente una función de la velocidad v a la que se aleja el reloj del observador físico.

negar es que estas observaciones tengan el carácter de las observaciones del observador metafísico, esto es, la capacidad de ver los acontecimientos al instante que suceden, sin importar que tan distantes se hallen del observador. Sólo cuando se toma el universo de las observaciones internas del sujeto por el universo externo de los objetos se llega a absurdos como el correspondiente a la paradoja de los gemelos.

Al demostrar Bergson que, por un lado, hay dos niveles de entidades involucradas en la interpretación a la teoría especial de la relatividad y que, por otro, se confunden en virtud de sus similitudes, demuestra que la paradoja de los gemelos es, sin así llamarla, una paradoja semántica. Sin duda, una evaluación crítica y filosófica de la teoría especial de la relatividad que pretenda precisar el sentido original de ésta, no puede desdeñar la reconstrucción que de ella hace Bergson.

Bibliografía

Ambrose Alice y Morris Lazerowitz, *Fundamentos de lógica simbólica*, ed. IIF, UNAM, México, 1968.

Ayer A. J., *Lenguaje, verdad y lógica*, ed. Planeta Agostini, Barcelona, 1994.

Bergson H., *Duración y simultaneidad (A propósito de la teoría de Einstein)*, ed. Del signo, Buenos Aires, 2004.

Bergson H., *El pensamiento y lo moviente*, ed. Editorial la Pleyade, Buenos Aires, 1990.

Born Max, *La teoría de la relatividad de Einstein y sus fundamentos físicos, exposición elemental*, ed. Espasa Calpe, Madrid, 1922

Cargile, James, *Paradoxes: An study in form and predication*, ed. Cambridge University Press, Cambridge, 1979.

Clifford M. Will, *¿Tenía razón Einstein?*, ed. Editorial Gedisa S.A., Barcelona, 1989.

Díaz Estévez Emilio, *El teorema de Goedel*, ed. Universidad de Navarra, S.A., Pamplona (España), 1975.

Díaz Estévez Emilio, *La noción de paradoja y la autorreferencialidad*, ed. Universidad de Navarra S.A., Pamplona (España).

Einstein Albert, *La evolución de la física*, ed. Biblioteca Científica Salvat, Barcelona 1993.

Einstein, A., *Sobre la teoría especial y la teoría general de la relatividad*, ed. Altaya, Barcelona, 1993.

Einstein Albert, *Sobre la teoría de la relatividad especial y general (Apéndice)*, ed. Alianza Editorial, Madrid, 1984.

Einstein Albert, *Notas autobiográficas*, ed. Alianza Editorial, Madrid, 1970.

Einstein Albert, Max Y Hedwig Born, *Correspondencia (1916-1955)*, ed. Siglo XXI, México, 1973

Fine Arthur, *The shaky game, Einstein realism and the quantum theory*, ed. University of Chicago, Chicago, 1986.

Holton Gerald, *Ensayos sobre el pensamiento científico en la época de Einstein*, ed. Alianza Editorial, Madrid, 1982.

Holton Gerald, *Einstein, historia y otras pasiones: la rebelión contra la ciencia en el final del siglo XX*, ed. Taurus, Madrid, 1998.

Hughens, Patrick, *Círculos viciosos y paradojas*, ed. Zurgato, Madrid, 1994.

Ibarra Andoni y Mormann Thomas, *Representaciones en la ciencia: de la invariancia estructural a la significatividad pragmática*, ed. Ediciones Bronce, Barcelona, 1997.

Ibarra Andoni y Mormann Thomas, *Variedades de la representación en la ciencia y la filosofía*, ed. Editorial Ariel, Barcelona, 2000.

Kempner, Aubrey, J., *Paradoxes and common sense*, ed. Princeton, Van Nostran, 1959

Kuhn Thomas, *La teoría del cuerpo negro y la discontinuidad cuántica*, ed. Alianza Editores, Madrid 1988.

North Whitehead, A., *La organización del pensamiento y anatomía de algunas ideas científicas*, ed., Centro de estudios filosóficos, UNAM, México, 1964.

North Whitehead Alfred, *El concepto de naturaleza*, ed. Gredos, Madrid, 1968.

Norwood Russell Hanson, *Patrones de descubrimiento*, ed. Alianza Editorial, Madrid, 1977

Olivé M. León, Pérez, Ransanz Ana Rosa, *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*, ed. Siglo XXI, México, 2003.

Ortega y Gasset, J. *El sentido histórico de la teoría de Einstein, en Albert Einstein y otros*, ed. Altaya, Madrid, 1993.

Parrott, Stephen, *Relativistic electrodynamics and differential geometry*, ed. Spriger Verlag, New Spriger Verlag, New York, 1987.

Peierls R. E., *Las leyes de la naturaleza*, ed. Coordinación de humanidades, UNAM, México, 1988.

Quine W.V., *The ways of paradoxes and other essays*, ed. Random House, New York, 1966.

Quine W.V., *los métodos de la lógica*, ed. Planeta-Agostini, Barcelona, 1993,

Reichenbach Hans, *The theory of relativity and a priori knowledge*, ed. University of California Press, Los Angeles, 1965.

Reichenbach Hans, *El sentido del tiempo*, ed. Coordinación de humanidades, UNAM, México, 1988.

Rosser, William, *Introductory special relativity*, ed. Taylor and Francis, London, 1991.

Russell Bertrand, *La lógica matemática y su fundamentación en la teoría de los tipos*, ed. Taurus Ediciones, Madrid, 1966.

Russell Bertrand, *El a, b, c de la relatividad*, ed. Orbis, Barcelona, 1985

R. M. Sainsbury, *Paradox*, ed. Cambridge University Press, Great Britain, 1995.

Sarmiento Antonio, *El fantasma cuyo andar deja huella: la evolución del tiempo*, ed. FCE, México, 2001.

Saleem, Mohammad, *Special relativity: applications to particle physics and the classical theory of fields*, ed. E. Horwood, New York, 1992.

Smith Kart J., *Introducción a la lógica simbólica*, ed. Grupo Editorial Iberoamericano, México, 1991.

Teensma, E., *The paradoxes*, ed. Assen, Van Gorcum, 1969.

Tornebohm, Hakan, *Concepts and principles in the space-time theory within Einstein's special theory of relativity*, ed. Universitat, Goteborg, 1963.

Wolgast, Elizabeth Hankins, *Paradoxes of knowledge*, ed. Ithaca, Cornell University Press, 1977.

Whithrow G. J. *Einstein; el hombre y su obra*, ed. Siglo XXI, México, 1967.

Vladimir I. Lenin, *Materialismo y empiriocriticismo*, ed. Editorial Progreso, Moscú, 1979.