

*CIEN AUTORES CONTRA EINSTEIN: UNA TRADUCCIÓN CRÍTICA PARCIAL*  
*A HUNDRED AUTHORS AGAINST EINSTEIN: A PARTIAL CRITICAL TRANSLATION*

LUCAS BLITZ LOZADA GOBILARD  
Carrera de Física  
Universidad Mayor de San Andrés  
c. 27 Cota-Cota, Casilla de Correos 8635  
La Paz, Bolivia

RESUMEN

La teoría de la relatividad de Einstein fue objeto de críticas de carácter científico, filosófico, gnoseológico e ideológico, principalmente en los primeros años posteriores a su publicación. En 1931, vio la luz en Leipzig, una obra titulada *Cien autores contra Einstein (Hundert Autoren gegen Einstein)*. A pesar que el libro pasó al olvido sin mayor repercusión (no se hizo traducción oficial alguna de su idioma original: el alemán) e incluso fue catalogado por Hans Reichenbach como “una acumulación de errores ingenuos”, es posible encontrar entre los pocos argumentos físicos y matemáticos rigurosos, algunos que deban ser mencionados y discutidos. Así, es posible trascender los prejuicios personales y descubrir razonamientos lógicos que sustentan algunas críticas, reforzando paradójicamente sin embargo, el valor científico y heurístico de la concepción einsteniana de la relatividad. Tal es la posición de quienes aseguraron que los autores que criticaron a Einstein incurrieron en errores gruesos porque no comprendieron adecuadamente la concepción de la relatividad. En este artículo traduzco el texto de uno de los autores que, en mi opinión, muestra el contenido del libro en general. Lo pongo al alcance del lector hispanohablante, ofreciendo también un comentario breve de los segmentos traducidos desde la perspectiva del conocimiento físico actual.

Código(s) PACS: 01.65.+g – 04.90.+e – 01.75.+m

*Descriptor:* Historia de la ciencia – Publicaciones sobre Teoría de la Relatividad – Ciencia y Sociedad

ABSTRACT

Einstein’s theory of relativity has been the subject to criticism: scientific, philosophical, epistemological and ideological, mainly in the first years after its publication. In 1931 in Leipzig a book called *A Hundred Authors against Einstein (Hundert Autoren gegen Einstein)* was printed. Despite the fact that the book was easily forgotten and had no major repercussion (an official translation of its original language, German, was never made) and it was even described by Hans Reichenbach as an “accumulation of naive errors”. It is possible to find among the few rigorous physical and mathematical arguments, some that should be mentioned and discussed. Thus, it is feasible to transcend personal prejudices and discover the logic behind some of the criticisms, paradoxically reinforcing, the scientific and heuristic value of Einstein’s conception of relativity. Such is the position of those who asserted that the authors who criticized Einstein made major errors because they did not properly understand the conception of relativity. In this article, the text of one of the authors who generally reflects the content of the book has been translated, so as to make it available to the Spanish-speaking reader. The article, also offers a brief commentary on the translated segments from the perspective of current physical knowledge.

*Subject headings:* History of science – Publications on Theory of Relativity – Science and Society

1. INTRODUCCIÓN

El físico, historiador y filósofo de la ciencia estadounidense Thomas Kuhn diferencia lo que denomina *ciencia normal* de la *revolución científica*. La primera refiere la producción de conocimiento como ejercicio relativamente rutinario, es el trabajo del día a día de científicos bajo la égida de

algún paradigma; es decir según las estipulaciones explícitas e implícitas que posibilitan y restringen el conjunto de prácticas científicas en algún momento histórico. Cuando surge una nueva teoría, lo más probable es que sea asimilada a la ciencia normal, en la medida que no cuestione el conocimiento previo establecido que es asumido como válido por la co-

munidad respectiva. Pero cuando algún científico o filósofo piensa nuevos contenidos siguiendo pautas que no son aceptadas, cuando evidencia supuestos diferentes, elabora conceptos nuevos y se refiere a objetos cuya naturaleza parecía estar completamente entendida; también cuando propone relaciones inéditas entre los objetos, sucede lo que Kuhn denomina “revolución científica”. Se trata de una conmoción acumulada por las ideas y teorías que contradicen el paradigma instaurado, aunque sin destituirlo de manera absoluta. Es posible que una revolución científica, según Kuhn, se consuma durante largo tiempo y se precipite solo por la formulación de una teoría; pero para que se dé el cambio revolucionario, debe proyectar formalmente una nueva concepción del universo. Al inicio, la teoría revolucionaria es rechazada por la comunidad que ve afectado su poder académico; a tal comunidad le disgustan los conceptos y las nuevas percepciones que hasta ese momento fueron inconcebibles y que la ciencia normal se empeña en criticar o censurar. Sin embargo, la historia muestra que constatada la consistencia y verdad de la nueva teoría, se reconstituye la comunidad científica, siendo reemplazada por personas que aceptan, valoran y proyectan la teoría revolucionaria generando nuevo y fértil conocimiento que a la vez, revoluciona el viejo paradigma e instituye uno nuevo.



FIG. 1.— Thomas Kuhn. Esta y todas las imágenes del presente trabajo fueron obtenidas de la colección de fotos libres de derecho de autor de Wikipedia.

La revolución relativista, la einsteniana, constela las características principales de una revolución científica según Thomas Kuhn. Hoy día, la teoría de la relatividad es auto-consistente, se respalda con resultados experimentales y es la base de otras teorías exitosas como la electrodinámica cuántica. Sin embargo, inmediatamente después de su publicación, varios autores se opusieron a ella con diversos argumentos; siendo intensas y múltiples las expresiones de rechazo. El libro *Cien autores contra Einstein* (*Hundert Autoren gegen Einstein*) publicado en Leipzig y recopilado y escrito por Israel, Ruckhaber & Weinman (1931), es un manifiesto de rechazo in-

mediato a su teoría; incluye la colección de textos cortos de 29 autores con citas de publicaciones de otros 19 escritores que critican a Albert Einstein.

El presente artículo incluye a continuación la traducción al español del texto aportado por el profesor Dr. Jean-Marie Le Roux, un matemático francés. Existen dos razones que motivaron mi elección del Dr. Le Roux: en primer lugar, representa el empeño por demeritar a Einstein resumiendo con propiedad los argumentos expuestos por varios autores del libro. En segundo lugar, entre los 47 autores que forman la compilación y que fueron citados, solamente hay tres matemáticos de profesión que se empeñan en argüir razonamientos lógico-matemáticos que invaliden la teoría de la relatividad: uno de ellos es Le Roux. Los otros dos matemáticos son Emanuel Lasker y Hjalmar Mellin, destacando, además el físico Karl Strehl.

## 2. TRADUCCIÓN

A continuación se presenta la traducción al español de los argumentos del Dr. Jean-Marie Le Roux expuestos en la obra referida (traducción del francés al alemán por el Dr. Erick Ruckhaber, uno de los autores principales del libro). Las críticas del matemático francés al físico alemán se presentan en nueve puntos. El presente artículo traduce cada uno de tales puntos, seguido de un comentario breve con base en conocimientos actuales del tema en cuestión. Los comentarios recopilan la bibliografía específica sobre cada punto ofreciendo un panorama general. Además, son frecuentes las referencias a la obra de Hans Reichenbach, físico y lógico alemán mencionado en el resumen. No obstante, debo decir que de ningún modo me considero especialista en relatividad, ni trato de desmeritar al autor o desacreditar los alegatos expuestos en el texto traducido.



FIG. 2.— Portada de *100 Autoren gegen Einstein*.

1. EL QUIEBRE DE LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD. La teoría de la relatividad (TR) <sup>1</sup> de Einstein ha provocado un vívido movimiento mental y ha iniciado varias investigaciones teóricas y experimentales que han contribuido al avance de la ciencia. La teoría en sí misma no resiste una prueba exhaustiva. A la luz de la crítica, se muestra que la síntesis dada es un resplandor vacío, que solo se puede preservar en una semioscuridad proteccionista favorable. La incoherencia de los argumentos y la puerilidad de las hipótesis son del mismo tipo. Las inferencias a veces no tienen relación con las premisas y los componentes básicos de los cálculos en el resultado adquieren un significado que no se corresponde con la definición en los datos subyacentes. Quizás se puede pasar por alto los errores metodológicos, si los resultados trajesen consigo un verdadero provecho para nuestro conocimiento. Lamentablemente, este no es el caso. Uno u otro de los resultados obtenidos son independientes de la teoría y de ninguna manera sirven para respaldarla.

Se sabe que la TR especial se creó con motivo del experimento de Michelson. Pero su propio autor no entendió los resultados de este experimento correctamente. Ha extraído de ellos conclusiones que en realidad no están incluidas. ¡Después trató de explicar estas conclusiones mediante una serie de hipótesis que se contradicen entre sí y no tienen relación con el fenómeno!

La teoría gravitatoria también es muy extraña. Aquí, sin embargo, viene el defecto del gigantesco engaño en la supuesta explicación de la progresión secular del movimiento del perihelio de Mercurio. La magnitud observada de dicho movimiento es de aproximadamente 374''. La teoría de Einstein da un desfase de aproximadamente 42''. La teoría de Newton predice un valor de 336'' para este movimiento. Para deducir la superioridad de la doctrina de Einstein, se necesita algo más que la autocomplacencia más ciega y aberrante.

La impotencia de la TR en este sentido se debe a toda su composición. La teoría toma su propio principio como el punto de partida de sí misma

al comprometerse a representar el movimiento de los cuerpos mediante medidas geodésicas en forma de diferenciales cuadráticos con cuatro variables, por espacio-tiempo con cuatro dimensiones. Esta hipótesis está en contradicción con la gravitación.

Los intentos de los matemáticos, que son más concienzudos que clarividentes, de reconciliar entre sí las cosas lógicamente incompatibles, son forzosamente rechazados y no tienen éxito. En los aproximadamente quince años desde que se fundó la TR general, ha sido imposible deducir de ella una representación aproximada del movimiento del sistema solar o de cualquier otro sistema. Las promesas hechas no se han cumplido, esto es un fracaso significativo.

El texto no contiene referencias de los datos mencionados en este punto. Sin embargo, respecto a la precesión del perihelio de Mercurio existe bastante literatura; por ejemplo, en el libro *Theory of Relativity*, de Wolfgang Pauli (1958) se lee:

“Las dos consecuencias de la teoría de gravitación de Einstein acá desarrolladas admiten ambas una revisión experimental. Para la precesión del perihelio <sup>2</sup> (...), esta solo es medible en el caso de Mercurio, donde las condiciones son particularmente favorables debido a su corta distancia al Sol y la grande excentricidad de su órbita. El valor teórico de la precesión en un siglo es

$$\Delta\pi = 42.89''$$

$$e\Delta\pi = 8.82''.$$

Se sabe entre los astrónomos desde tiempos de Leverrier que un residuo está presente en la precesión del perihelio de Mercurio, que no puede ser causado por perturbaciones debidas a otros planetas. De acuerdo a los cálculos renovados de Newcomb, es de magnitud:

$$\Delta\pi = 42.24''$$

$$e\Delta\pi = 8.48'' \pm 0.43''$$

Sobre este punto, debo decir que no se aclara si los datos mencionados por el Dr. Le Roux hacen referencia a una precesión secular, a una precesión teórica o de otro tipo.

La versión original del libro de Pauli fue publicada en alemán en 1921. Se sabe que el Dr. Le Roux no hablaba alemán, porque de otro modo no hubiese necesitado un traductor (Ruckhaber) para su aporte

<sup>1</sup> El texto en alemán abrevia “teoría de la relatividad” como RTH. El presente artículo señala TR.

<sup>2</sup> Aquí solo se hace alusión a la ecuación usada para calcular la precesión.

a *Cien autores contra Einstein*. Una versión en inglés fue publicada en 1958, y aunque se desconoce si Le Roux estaba al tanto de las cifras presentadas en el libro de Pauli, vale decir que en la página de Wikipedia del matemático francés se dice que él editó el artículo *Wahrscheinlichkeitstheorie*, de Emanuel Czuber (ver Jean-Marie Le Roux en Wikipedia). Curiosamente, fue en esa enciclopedia que Pauli publicó su trabajo sobre relatividad, dando la noción que Le Roux sí estaba enterado del trabajo. Por todo lo mencionado, es pertinente decir que nunca cambió su criterio de oposición de la teoría de la relatividad de Einstein (este no es el caso de todos los autores que aportan al libro).

Si el experimento de Albert Abraham Michelson fue el motivo de la creación de la TR, es un tema que trataré en el siguiente punto.

2. LA PRUEBA DE MICHELSON. A partir del experimento de Michelson, la TR concluye que la velocidad relativa de propagación de la luz es la misma para el observador en todas las direcciones. Esta conclusión es incorrecta. La isotropía de la onda de interferencia no incluye la de la onda de propagación. A lo sumo, se puede concluir que el medio en el que la luz se propaga, sea éter o llamado de otra forma, es homogéneo e isótropo respecto a un sistema de referencia dado solo bajo ciertas condiciones.

Si se admite que el éter está influido por la gravedad, entonces incluso la ley de propagación puede satisfacer las siguientes condiciones:

- a) Hay un sistema de referencia  $S$ , tal que los medios de propagación son homogéneos e isotrópicos con respecto a  $S$  en cualquier región suficientemente alejada de los cuerpos.
- b) Para cada fuente de luz inmutablemente unida al mismo sistema de referencia, la onda de interferencia es isotrópica en un área particular.
- c) Para cada fuente de luz, transportada por y ligada a una masa material, la onda de interferencia también es isotrópica en un área específica.

Hay un número interminable de soluciones cuyas características comunes son fáciles de determinar. Por lo tanto, el análisis exacto del fenómeno no da paso a las implicaciones peculiares que forman la base de la relatividad especial. Los resultados muy precisos de los nuevos experimentos de Miller son de gran interés porque pueden ayudarnos a conocer la influencia de la materia en las condiciones de propagación de la luz.

Vale decir que el Dr. Le Roux es el único autor que en el libro hace mención a sistemas de referencia físicos. Por otra parte, decir que la TR concluye tesis *a partir* del experimento de Michelson es osado. Aunque mucha literatura -principalmente pedagógica- presenta la teoría de la relatividad como el propósito de explicar los resultados del experimento de Michelson, aquí se encuentra uno de los genuinos problemas históricos de la física.

En la primera parte de su artículo titulado "Einstein and the *Crucial* Experiment", Gerald Holton (1969), después de hacer un exhaustivo análisis y tratar el problema, concluye que el experimento de Michelson no fue *crucial* para Einstein en el desarrollo de la teoría de la relatividad, a pesar de la insistencia de tantos autores que arguyen lo contrario.

Respecto a los incisos a), b) y c) de este punto, resulta inmediato asociar el sistema de referencia mencionado por Le Roux con la teoría del arrastre del éter. Esta sustancia hipotética, supuesto medio de propagación de la luz, resulta en un sistema de referencia privilegiado. La relatividad especial por sí sola prescinde de la hipótesis del éter. Es más, esta cuestión fue desbancada por la teoría general de la relatividad y la hipótesis fue anulada por posteriores resultados experimentales. Para más detalle sobre la teoría del arrastre del éter ver, por ejemplo, Stokes (1845) y acerca de la vasta validación experimental de la teoría de la relatividad, recomiendo consultar Clifford (2014).

En el último párrafo, el Dr. Le Roux refiere a los trabajos de Dayton Miller, físico norteamericano y ferviente opositor de la TR de Einstein que trabajó con Edward Morley en el desarrollo de su interferómetro, entre otras cosas. Miller intentó detectar experimentalmente éter luminoso, pero los resultados en algunas de sus publicaciones (ver, por ejemplo, Eddy, Morley & Miller (1898)), por el contrario, sirvieron para validar la TR de Einstein. Miller se empeñó en aumentar la precisión de sus experimentos para mostrar la existencia de éter luminoso, lo que le llevó a fabricar el interferómetro más preciso jamás construido hasta entonces.

3. LA EXPLICACIÓN RELATIVISTA DEL EXPERIMENTO DE MICHELSON. Luego de obtener conclusiones incorrectas del experimento de Michelson, la escuela relativista intenta explicarlas. Dado que la ecuación con derivadas parciales para la propagación de las ondas para la transformación analítica, que representa una traslación lineal regular no es válida, se cambia el significado de las palabras. La transformación de Voigt-Lorentz, que mantiene la forma analítica de la ecuación en cuestión, es renombrada "traslación".

Esta es una treta ridícula. La traslación es una cosa y las transformaciones de Voigt-Lorentz son otra. Hay un grupo de traslaciones así como hay un grupo de



FIG. 3.— Dayton Miller.

Voigt-Lorentz. Ambos grupos tienen su propio significado y área de estudio en las matemáticas. Como se trata de un asunto de definiciones, no se las puede mezclar.

Con el propósito de trabajar con el grupo de Voigt-Lorentz, Einstein adopta dos sistemas de referencia: cada uno de ellos tiene un observador con un conjunto completo de escalas y relojes. Cada uno de ellos realiza mediciones de longitud en su propio sistema, colocando las escalas, de acuerdo con los métodos de la geometría euclidiana. Los observadores y los objetos tienen una existencia permanente e incluso, como se le llama, pueden pasar de un sistema a otro. Finalmente, la relación entre las coordenadas de uno y el mismo punto de evento relacionado con ambos sistemas está establecida por las fórmulas de Lorentz.

Es inmediatamente obvio que estas hipótesis no tienen nada en común con las condiciones del experimento de Michelson, donde solo hay un observador que no tiene que consultar su reloj ni fijar el valor numérico de la velocidad de la luz.

El Dr. Le Roux no expone explícitamente la ecuación con derivadas parciales a la que se refiere en este punto, aunque resulta lógico asumir que se trata de una ecuación de onda. Dos años después de la publicación de *100 Autoren gegen Einstein*, Le Roux (1933) publicó un trabajo en francés titulado *El principio de la relatividad y la ley de gravitación*, donde expone detalladamente sus alegatos y razonamientos matemáticos para desacreditar e invalidar la teoría de la relatividad de Einstein.

En un espacio-tiempo 4D, las transformaciones de Lorentz son “rotaciones” y no “traslaciones”. El autor parece confundir estos dos conceptos y asume como correctas las transformaciones de Voigt. Estas

difieren de las transformaciones de Lorentz y pueden mencionarse de forma sencilla como sigue:

$$x' = x - vt, \quad y' = \frac{y}{\gamma}, \quad z' = \frac{z}{\gamma},$$

$$t' = t - \frac{v}{c^2}x^2; \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Para mayor detalle, consultar a Ernst & Hsu (2001).

Respecto a este trabajo, cabe señalarse que alrededor de 1886, el físico alemán Woldemar Voigt investigó la perspectiva de los cuerpos en movimiento en la misma forma como Albert Einstein formuló la TR.



FIG. 4.— Woldemar Voigt.

Por otro lado, Hendrik Lorentz fue un físico neerlandés, ganador del premio Nóbel de Física en 1902. En su artículo, “Special Relativity”, O’Connor & Robertson (1996) resumen el papel que jugaron Voigt y Lorentz en la formulación de la TR:

“Lorentz escribió un artículo en 1886 donde criticaba el experimento de Michelson, apelando a la poca precisión del mismo. Michelson fue persuadido por William Thomson, entre otros, a repetir el experimento y así lo hizo con Morley. En los resultados parecía que la velocidad de la luz era independiente de la velocidad del observador.

También en 1887 Voigt escribió las transformaciones que llevan su nombre y mostró que ciertas ecuaciones eran invariantes bajo estas transformaciones. Con un factor de escala diferente, tales transformaciones son conocidas como las ecuaciones de Lorentz y el grupo de transformaciones de Lorentz proporciona la geometría de la relatividad especial. Todo esto era desconocido para Voigt cuando escribió las transformaciones.”

Aunque estas transformaciones se hallan en el estudio de teoría de relatividad, la motivación original de Lorentz radicaba en el intento de resolver

las inconsistencias entre la mecánica clásica y el electromagnetismo. En este sentido, uno de los sistemas de referencia de Lorentz fue el éter luminoso.

El factor de escala mencionado en el texto de O'Connor y Robertson refiere a una constante multiplicativa en la transformación de un operador d'alambertiano al pasar de un sistema de referencia a otro:

$$\text{Lorentz } \square' = \square$$

$$\text{Voigt } \square' = \gamma^2 \square$$

Así, la denominada "invariancia" de las transformaciones de Lorentz se da con una diferencia de una constante multiplicativa. Para mayor detalle, consultar Kittel (1971).



FIG. 5.— Hendrik Lorentz.

Los resultados experimentales, donde destacan los realizados por Michelson, mostraron que este factor no está presente, lo que parece contradecir parcialmente el punto 2. Es por esto, en parte, que muchos autores consideran que los resultados del experimento de Michelson fueron prueba experimental suficiente para validar la teoría de la relatividad, a pesar de haber sido obtenidos mucho antes del desarrollo de Einstein.

4. INCOMPATIBILIDAD DE LAS CONDICIONES DE EINSTEIN. Pero aún más: las hipótesis son lógicamente incompatibles entre sí.

Puede haber dos sistemas con las variables  $S(x, y, z, t)$  y  $S'(x', y', z', t')$  que se corresponden entre sí según las fórmulas de Lorentz. Si se va a fijar un punto en el sistema  $S'$ , entonces  $x', y', z'$  deben ser constantes mientras que  $t'$  permanece arbitrario. Entonces, la ecuación que determina  $t'$  no juega ningún papel.

En estas circunstancias, todos los puntos vinculados a  $S'$  se someten a una traslación directa y uniforme con respecto a  $S'$ ; pero las variables  $x', y', z'$  no representan coordenadas cartesianas con

ángulos rectos tal como ocurre en el sistema  $S$ . Lo mismo es obviamente cierto si se toma  $x, y, z$  como fijos y  $t$  como arbitrario.

Einstein no distinguió entre los valores instantáneos fijos y los valores variables de  $t$  y  $t'$ , entre un objeto permanente y un evento momentáneo.

Pero los observadores, sus estándares y relojes en el sistema al que están vinculados deben considerarse como cosas permanentes.

De acuerdo con una de las hipótesis básicas de Einstein sobre la longitud de masa en uno de los sistemas, dos objetos similares en el mismo sistema se relacionan entre sí mediante una transformación euclidiana realizada sobre las variables de ese sistema.

Por otro lado, de acuerdo con las hipótesis formuladas, los observadores, los sistemas de coordenadas y los relojes se referencian mutuamente de un sistema a otro. El total de estas suposiciones requeriría que la transformación de una sustitución euclidiana sea invariante, lo cual no es el caso.

La interpretación einsteniana del grupo de Lorentz encuentra pues una contradicción lógica. Toda la TR especial se basa en este frágil fundamento.

Sería interesante disponer del detalle de los sistemas  $S$  y  $S'$ , señalándose la relación entre los mismos y explicitándose el ejercicio que mantenga una variable arbitraria y las otras constantes, según lo mencionado por el Dr. Le Roux. Quizás de este modo sería ilustrativo y sencillo comparar los sistemas mencionados, como los que se encuentran en la teoría de la relatividad de Einstein.

No obstante, aludiendo a los argumentos de Le Roux mencionados en el primer párrafo, podría ocurrir que en las transformaciones de Lorentz:

$$x' = \gamma(x - vt)$$

$$t' = \gamma(t - vx) = \frac{t}{\gamma},$$

$x'$  adopte un valor constante arbitrario, siendo posible que tome valor nulo. Por otro lado, en la ecuación  $t' = t/\gamma$ , el factor  $\gamma$  es perfectamente conocido. De esta forma,  $t'$  asume un valor bien definido a través de la transformación de Lorentz: se trata de la dilatación del tiempo, donde  $t'$  corresponde al tiempo propio.

En su trabajo *Einstein y la Geometría*, Álvarez-Gaumé & Vázquez-Mozo (2005) proporcionan de manera clara conceptos esenciales en la TR de Einstein. En la sección "La Geometría del Espacio-Tiempo", escriben:

“El principio de relatividad galileano supone la existencia de un conjunto infinito de sistemas de referencia inerciales (esto es, sistemas de referencia en los que se satisface la ley de la inercia) y que necesariamente se mueven unos con respecto a los otros con velocidad constante. Este principio afirma que las leyes de la mecánica toman la misma forma en todos los sistemas inerciales (...). En particular, en la relatividad galileana el tiempo no cambia al pasar de un sistema de referencia inercial a otro más allá del cambio producido por una diferente elección en el origen de los tiempos: los relojes de dos observadores inerciales no tiene por qué marcar la misma hora, pero sí medirán el mismo intervalo temporal transcurrido entre dos sucesos”.

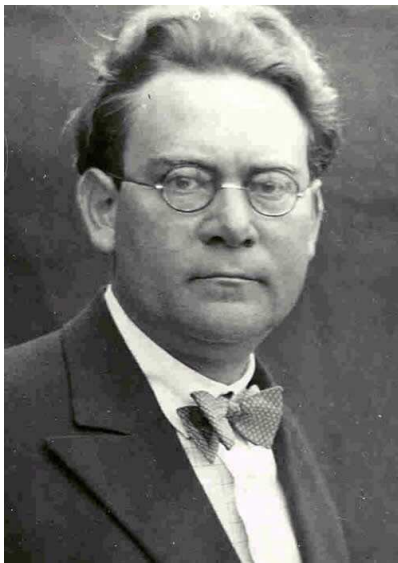


FIG. 6.— Hans Reichenbach.

Tiempo y simultaneidad son dos conceptos esenciales en la TR. En el capítulo IX: “¿Qué es el tiempo?” del libro *La filosofía científica*, Hans Reichenbach (1951) -quien calificó a *Hundert Autoren gegen Einstein* con el adjetivo de “errores ingenuos”- escribe:

“La definición de sucesión temporal tiene una pareja en la definición de *simultaneidad*. Llamamos simultáneos a dos acontecimientos cuando ninguno de ellos es anterior o posterior al otro. El problema de la simultaneidad lleva a consecuencias peculiares cuando se comparan acontecimientos ocurridos en lugares diferentes. Este problema ha adquirido fama gracias al análisis de Einstein.

Cuando queremos conocer el tiempo en que ocurre un acontecimiento lejano hacemos uso de una señal que nos transmite el mensaje de la realización del acontecimiento. Pero como la señal tarda en llegar, el momento en que la recibimos no es idéntico al tiempo en que ocurrió el acontecimiento y que es el que nosotros queremos averiguar. Esto es cosa bien conocida en el caso de señales sonoras.”

Desarrollar la transformación de una ‘sustitución

euclidiana’ y confirmar por qué debería ser invariante según las hipótesis de Einstein es un trabajo que cualquier persona que desee entender a profundidad el punto 4 del Dr. Le Roux debería realizar.

No obstante, huelga decir que la carencia de una definición concreta de conceptos tales como ‘longitud de masa’ o ‘sustitución euclidiana’ dificulta seriamente la comprensión física de este punto.

5. ESPACIO Y ESPACIOS. En la TR general hay una mezcla de dos cosas que los matemáticos suelen llamar erróneamente con el mismo nombre: el espacio geométrico y los espacios analíticos.

En los casos en que se producen  $n$  variables <sup>3</sup>, los analistas a menudo dan a un sistema de valores numéricos asignados a estas variables, el nombre de “punto analítico” y a la suma de estos puntos el nombre de “espacio analítico”. El número de dimensiones del espacio analítico considerado es el número de variables que lo componen. Estas definiciones son puramente analíticas e independientes de los significados concretos de las variables dadas.

El punto de vista del geómetra es diferente. Para él, el número de dimensiones no es una propiedad del espacio, sino una propiedad del elemento de espacio.

Esto requiere una explicación. La posición de un punto geométrico está determinada por tres coordenadas. La totalidad de las posiciones de los puntos geométricos formaría así un espacio analítico tridimensional. Pero una recta está determinada por cuatro números, que asimismo son también llamados sus coordenadas; la posición de un sólido rígido está determinada por seis coordenadas, y así sucesivamente. Si se considera a la recta como un elemento, la totalidad de las posiciones posibles forma un espacio analítico de cuatro dimensiones (espacio ordenado de Plücker). El conjunto de las posiciones de un sólido rígido también determinaría un espacio analítico de seis dimensiones.

Para el geómetra, la ubicación de los puntos es la misma que la de la recta o el sólido: siempre es el mismo espacio.

Por lo tanto, el espacio considerado como un lugar en el sentido del geómetra no tiene un número definido de dimensiones.

La mecánica clásica considera sistemas cuya posición depende de cualquier

<sup>3</sup> En el texto se denota cualquier variable con negrilla (**n**). En la traducción, yo uso itálicas para evitar la confusión con variables vectoriales.

número  $n$  de parámetros. El total de las posibles posiciones de este sistema forma un espacio analítico de  $n$  dimensiones; el lugar de estas posibles ubicaciones siempre pertenece al mismo espacio indeterminado del geómetra.

El punto de un evento en el sentido relativista está determinado por tres coordenadas de posición asociadas con un valor de tiempo. Su totalidad forma un espacio analítico tetra-dimensional. Pero cuando el evento se compone de la consideración simultánea de dos posiciones de puntos y un valor de tiempo, el todo forma un espacio analítico de siete dimensiones.

El total de las conexiones posibles de dos puntos de evento completamente independientes formaría un espacio analítico de ocho dimensiones.

Otros ejemplos son superfluos. El aquí dado es suficiente para aclarar qué diferencia esencial existe entre el geómetra entre el espacio de lugar y los espacios totales. Hay dos términos diferentes que reciben el mismo nombre.

En la terminología moderna, suele entenderse el llamado espacio analítico como “espacio de configuraciones”. En la relatividad general, la geometría del espacio-tiempo no es igual al espacio de configuraciones de la mecánica. El primero corresponde a un espacio físico y el segundo al mencionado en este punto por el autor, quien parece confundirlos.

Cómo determina el Dr. Le Roux en este punto el número de dimensiones de un espacio analítico detalladamente, según sea el caso, es algo que escapa de mi conocimiento. Insto para que algún lector experto en el tema ponga especial atención a este punto. No obstante, parece intuitivo asimilar que las siete dimensiones a las que se refiere el autor corresponden a 2 eventos localizados en un espacio de configuraciones con coordenadas  $(x, y, z)$  y  $(x', y', z')$  respectivamente, y un tiempo absoluto compartido:  $(t)$ .

Acerca de la naturaleza del espacio, que revela la relatividad general, en su libro *La filosofía científica*, al mencionar la teoría de Einstein en el capítulo “La Evolución”, Reichenbach (1951) escribe:

“Según Einstein el universo no es infinito, sino un espacio riemanniano cerrado de tipo esférico. Esto no quiere decir que el universo se halle encerrado dentro de una especie de cascarón esférico, encerrado a su vez dentro de un espacio infinito. Quiere decir que el espacio total es finito, sin linde alguno. Dondequiera que nos encontremos, siempre habrá espacio alrededor de nosotros en todas direcciones, y no podrá verse ningún fin; pero si avanzamos en línea recta, algún día regresaremos a nuestro punto de partida por la dirección opuesta.

Podemos comparar estas propiedades tridimensionales del espacio con las propiedades observables de la superficie bidimensional de la Tierra, que en todas partes muestra el aspecto de una superficie prácticamente plana, en tanto que la totalidad de estas áreas es cerrada, de modo que quien avance en línea recta regresará finalmente a su punto de partida. Como todas las demás concepciones de la geometría no euclidiana, el espacio cerrado es susceptible de representación, aun cuando esta representación requiere alguna práctica para vencer el condicionamiento de un medio geométrico más simple.”

Adicionalmente, Álvarez-Gaumé & Vázquez-Mozo (2005) ofrecen una explicación sencilla y completa sobre la geometría usada por Einstein en sus trabajos sobre la teoría de la relatividad. En la introducción de *Einstein y la Geometría* escriben:

“Tuvieron que pasar no obstante 300 años desde el intento de Kepler para que la geometrización de la Física viniera de la mano de la teoría de la relatividad einsteiniana. A pesar de la fascinación infantil de Einstein con la geometría no fue él quien dio el primer paso. En su celeberrimo artículo de junio de 1905 la relatividad es presentada de manera física a través de relojes y reglas. Fue el matemático suizo Hermann Minkowski quien en 1908 se dio cuenta de que las transformaciones entre los diferentes sistemas de referencia inerciales se podían entender geoméricamente como ciertos cambios de coordenadas en el “espacio-tiempo”, un hiperespacio de cuatro dimensiones en las que tres de ellas se identifican con las dimensiones espaciales habituales mientras que la cuarta corresponde al tiempo.”



FIG. 7.— Hermann Minkowski.

Más adelante, Álvarez-Gaumé y Vázquez-Mozo explican las características del espacio de Minkowski y cómo la geometría en la teoría de la relatividad especial se desarrolla asumiendo tales características. Quizás en este punto y en



los siguientes se fundamentan los razonamientos matemáticos del Dr. Le Roux, que usualmente no son considerados en el ámbito de la física. También es posible que el pensamiento de matemático *puro* no permitió al Dr. Le Roux desplegar el *olfato* físico para captar y asimilar los postulados de la TR.

Respecto a la diferencia mencionada en el último párrafo del punto, la naturaleza de la geometría empleada en la TR ha mostrado que Einstein sí comprendía y diferenciaba correctamente estos conceptos.

6. EL ESPACIO-TIEMPO RELATIVISTA Y EL ESPACIO ANALÍTICO DE LA GRAVEDAD NEWTONIANA. La relatividad tiene solo un espacio-tiempo tetradimensional a la vista, que analiza en forma de diferenciales cuadráticos; esto debería jugar un papel similar al elemento de línea de una superficie en geometría.

Luego, la fuerza de gravedad estaría determinada por esta forma cuadrática. El movimiento natural de un punto estaría representado por una línea geodésica de la forma diferencial en cuestión. Esta línea geodésica sería su línea de mundo, de tal forma que cada movimiento corresponde a una línea geodésica.

Hay algo similar en la mecánica clásica. El principio de mínima acción lleva a la suposición de que el movimiento de un sistema se basa en una línea geodésica en forma de diferenciales cuadráticos. Pero uno tiene en mente el movimiento de un sistema completo que se considera como un todo sólido y ya no es el de un solo elemento.

La forma cuadrática comprende tantas variables como sea necesario para determinar la posición del sistema, y es el movimiento del todo lo que está representado por una línea de la forma en cuestión.

Si se piensa, por ejemplo, que el universo está constituido por un conjunto de  $n$  puntos de masa, la posición de todo dependerá de  $3n$  variables. El espacio analítico correspondiente tendrá  $3n$  dimensiones. El tiempo no es una coordenada complementaria, ya que el movimiento de un reloj, sea cual sea su naturaleza, es independiente de los movimientos de los cuerpos en el universo.

La forma cuadrática mencionada es la siguiente:

$$U \sum mds^2$$

donde  $U$  denota una función de las coordenadas del sistema. El cálculo implica

la introducción de una variable auxiliar  $t$ , que está determinada por la ecuación:

$$dt^2 = \frac{\sum mds^2}{2U}$$

Esto permite volver las ecuaciones diferenciales geodésicas a la forma usual de las ecuaciones de la mecánica. Esta variable auxiliar  $t$  es el tiempo canónico de la mecánica clásica.

El sistema de referencia canónico es aquel para el cual la energía cinética del universo observable es mínima.

Si se determina  $U$  mediante una minimización de dicha energía, se encuentra:

$$U = f \sum \frac{m_i m_k}{r_{jk}} + h$$

donde  $m_i$  y  $m_k$  denotan las masas de dos elementos y  $r_{jk}$  su distancia. Esta es la primera ley de Newton. Las ecuaciones de movimiento, entonces tienen la siguiente forma:

$$m_i \frac{d^2 x_i}{dt^2} = \frac{\partial U}{\partial x_i} \quad (1)$$

Estas ecuaciones contienen no solo las coordenadas del punto considerado, sino también las de todos los otros puntos del sistema, dando así la unidad al todo.

Un hecho interesante de la relatividad, que revela la mecánica clásica, pero escapó de la escuela de Einstein, es el carácter relativo del principio de igual acción y reacción. Este principio no expresa una propiedad de la materia: es una propiedad que proviene de la elección del sistema de referencia.

En el ámbito de la geometría, una línea geodésica es aquella que une dos puntos en una superficie dada y tiene longitud mínima. Además, la línea geodésica está contenida dentro de la mencionada superficie. Una curva temporal es aquella que en cualquiera de sus puntos su vector tangente es un *vector temporal*. Así, una geodésica temporal es una curva temporal que además es geodésica. Para mayor detalle, ver Nomizu (1996). Las curvas geodésicas temporales han servido para ilustrar el comportamiento predicho por la teoría general de la relatividad con fuerte validación experimental en los últimos años. En particular, recomiendo los textos de Clifford (2014), quien ha dedicado años de su vida a recopilar la evidencia experimental que ha servido como sustento para validar y dar crédito a la teoría de la relatividad.

Al referirse a la similitud con la mecánica clásica, Le Roux parece no objetar el razonamiento de la

TR, pero sí parece cuestionar su originalidad. Nuevamente, la percepción del Universo para el Dr. Le Roux está dada en un espacio de configuraciones, como evidencian las mencionadas  $3n$  variables. Por otro lado, la propiedad del tiempo como parámetro absoluto fue discutida en el punto 4.

Aunque la naturaleza de la función  $U$  no es determinada *a priori*, puede resultar ilustrativo para el lector expresarla como variable despejada de la segunda ecuación de este punto, de tal modo que adquiere la forma de energía cinética:

$$U = \sum \frac{1}{2} m \left( \frac{ds}{dt} \right)^2$$

Por otra parte, lo que el autor llama en este punto primera ley de Newton se refiere a la ley de gravitación universal. Confío en que este error se produjo por una distracción en la traducción o la transcripción por parte de Ruckhaber.

Sería ilustrativo disponer de un procedimiento detallado que explique la obtención de las ecuaciones (1). Lamentablemente, en la compilación *Cien autores contra Einstein* es frecuente referir las ecuaciones que desmerecen la TR sin presentar el proceso lógico o matemático realizado para obtenerlas. Los detalles se hallan mayoritariamente en el trabajo de Le Roux publicado en 1933, al que hago mención en el comentario del punto 3.

No obstante, es posible deducir las ecuaciones a partir del principio variacional de Jacobi, quien estableció que en la integral de la acción, el tiempo debe ser eliminado por el principio de *vis viva*, y todo se reduce a elementos de espacio. Para más detalle al respecto, recomiendo la lectura de Jourdain (1912). Esto explica la ausencia inicial de un diferencial de tiempo en las ecuaciones, que termina siendo definido de manera astuta, como mejor le parezca al autor. En relatividad general, el proceso de extremizar el diferencial para obtener las geodésicas es similar, donde el parámetro corresponde al tiempo propio.

Aunque el supuesto carácter relativo del principio de acción y reacción, mencionado por Le Roux, resultó algo inédito para mí y mis futuros colegas físicos con los que pude discutir sobre este trabajo, sí es evidente una tendencia por parte del autor a asimilar y defender la validez absoluta del principio de Mach. La primera pauta de esto se halla en el último párrafo de este punto y se refuerza en los argumentos de los puntos siguientes.

7. SOBRE LA IMPOSIBILIDAD DE REPRESENTAR LOS FENÓMENOS DE LA GRAVITACIÓN MEDIANTE LA TEORÍA DE EINSTEIN. Todavía queda por demostrar que es imposible representar los fenómenos de gravitación, si se parte de la hipótesis básica de Einstein.

Sea  $t$  una forma cuadrática de diferenciales de cuatro variables  $x_1, x_2, x_3, x_4$ . Las ecuaciones de las líneas geodésicas de esta forma se pueden escribir de la siguiente manera:

$$\frac{d \frac{\partial T}{\partial(dx_i)} - \frac{\partial T}{\partial x_i}}{\frac{\partial T}{\partial(dx_i)}} = \frac{d \frac{\partial T}{\partial dx_k} - \frac{\partial T}{\partial x_k}}{\frac{\partial T}{\partial(dx_k)}} \quad (2)$$

Se permite que tres de las coordenadas se expresen como función de la cuarta y seis constantes de integración arbitrarias. Dos soluciones difieren solo en valores numéricos de estas seis constantes.

Consideramos dos soluciones que representan los movimientos de dos cuerpos arbitrarios. Sea  $y_1, y_2, y_3, y_4$  las coordenadas de los elementos de la primera, mientras que  $z_1, z_2, z_3, z_4$  las de la segunda. Se puede considerar, por ejemplo, que  $y_1, y_2, y_3$  se expresan como una función de  $y_4$ , y también  $z_1, z_2, z_3$  como una función de  $z_4$ . Pero no hay necesariamente una relación entre  $y_4$  y  $z_4$ : En general, no hay una relación necesaria del tipo elemento a elemento entre dos líneas geodésicas. Evidentemente, esto podría hacerse, estableciendo  $y_4 = z_4 = t$ , donde  $t$  denota un tiempo. Este acuerdo de ninguna manera es necesario. En las ecuaciones diferenciales (2), nada cambiaría si establecemos  $y_4 = t$  para la primera línea y  $z_4 = t + \alpha$  para la segunda, donde  $\alpha$  denota una constante arbitraria.

La ausencia de una relación regular entre los puntos de evento de dos líneas geodésicas diferentes es la razón principal por la cual la teoría de Einstein es inadecuada para representar un fenómeno de la gravitación. Es posible derivar de la teoría de ecuaciones diferenciales que se aproximarán más o menos a las del movimiento de un solo punto; pero nunca se podrá deducir a partir de ahí las ecuaciones para el movimiento de un sistema fijo, sin importar cuál. El fracaso de los experimentos realizados en este sentido no se debe a la dificultad del problema o la incapacidad de los autores, sino a la contradicción esencial entre el principio de la teoría de Einstein y la consistencia del conocimiento establecido.

Ni siquiera ha sido posible establecer las ecuaciones para el movimiento de un sistema de dos cuerpos basado en un sistema de referencia que no considera a uno de estos cuerpos como punto de partida.

El secreto de esta incapacidad radica en la limitación del espacio analítico correspondiente al problema de la gravitación en cuatro dimensiones.

La mecánica analítica, libre de la superstición del espacio-tiempo, resuelve el problema de forma clara y precisa al

introducir el número necesario de variables.

La mecánica relativista patalea en el mismo lugar, incapaz de salir de su prisión tetra dimensional.

El espacio analítico tetra dimensional de Einstein no contiene los puntos analíticos  $3n$ -dimensionales correspondientes a cada ubicación de un conjunto de  $n$  partículas. Mientras que la relatividad solo puede tratar los elementos individualmente, la mecánica clásica trata el conjunto del universo observable en su totalidad.

Una vez más, el libro prescinde de los procedimientos para llegar a la ecuación (2). A pesar de esto, se puede apreciar que ambos numeradores corresponden a ecuaciones de Euler-Lagrange, que al ser iguales a cero pueden igualarse entre sí, al dividirse ambas entre un denominador común, como hace el Dr. Le Roux. A partir de esto, el autor realiza varias suposiciones para llegar a la conclusión que la TR está limitada por sus propias hipótesis.

Nuevamente, el espacio de configuraciones se presenta como el único relevante y necesario. Las geodésicas pueden ser reparametrizadas, y el establecimiento de  $z^4 = t + \alpha$  corresponde a una parametrización afín, lo cual representa para el autor una ambigüedad.

Dado que Le Roux menciona en este punto el caso de dos soluciones que representan dos cuerpos arbitrarios, cabe mencionar que el problema de los 2 cuerpos no está analíticamente resuelto en relatividad general. Contextualizando, el problema de un cuerpo en relatividad general consiste en resolver la dinámica de un objeto masivo que orbita alrededor de otro, lo suficientemente grande como para ser considerado en reposo. Así, por ejemplo, el perihelio de Mercurio se calcula dentro de esta aproximación. Por otro lado, el problema de los dos cuerpos consiste en estudiar la dinámica de un genuino sistema binario (por ejemplo, dos estrellas de neutrones con masas comparables). La no linealidad de las ecuaciones de campo de Einstein y el hecho que el sistema binario produce ondas gravitacionales (ausentes en la teoría de Newton), hacen de este problema un desafío en cuanto a su resolución analítica se refiere. No obstante, este hecho no favorece la afirmación de Le Roux respecto a la incapacidad de la teoría relativista de dar cuenta de los fenómenos naturales; simplemente refleja la complejidad inherente de los mismos. El argumento es análogo a querer descalificar la teoría newtoniana de la gravitación por el simple hecho que el problema de los tres cuerpos no ha podido ser resuelto de forma analítica hasta la actualidad. Para una explicación más rigurosa y detallada del problema de uno y dos cuerpos en relatividad general, recomiendo Damour (2013).

A pesar de esto, cualquier persona con conocimiento de la teoría de la relatividad que ana-

lice lo expuesto por el Dr. Le Roux desde una perspectiva matemática, debe otorgarle a este punto y a la publicación de Le Roux (1933) especial atención.

Acotando la idea general del punto 7, en un libro muy referido en la pedagogía de la física, *Fundamentals of Modern Physics*, Robert Eisberg (1961) escribe lo siguiente:

“La teoría general de la relatividad que generaliza la teoría especial describiendo el movimiento en espacios-tiempos curvados, además engloba una teoría relativista de la gravitación que *generaliza* la teoría de gravitación de Newton.”

Esta última frase está en total contradicción con la primera oración y la idea general presentada en el punto 7. La teoría de la relatividad cumple muy bien el denominado principio de correspondencia: Bajo ciertas condiciones, la teoría se corresponde al límite clásico. De este modo, la teoría de gravitación de Newton prueba ser un caso específico de la teoría relativista de gravitación. Actualmente, esto es demostrado y aceptado por la comunidad científica.

8. La fuerza de gravedad es una propiedad del universo observable, considerada en su totalidad. La gravitación se considera comúnmente como la ley de aceleración o interacción. De esta manera, sin embargo, es privada del problema de su verdadera naturaleza. El llamado efecto newtoniano, que es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, es válido solo para movimientos relacionados con ciertos sistemas de referencia. Como estos sistemas están orientados hacia el cielo estrellado, en realidad dependen de la totalidad de las posiciones en el fondo observable de estrellas.

La redacción de la ley de atracción también presupone la elección de una característica especial para el tiempo, de modo que se pueda determinar la aceleración. Este tiempo canónico también se fija, teóricamente a través de la consideración del universo entero, prácticamente mediante la aparente rotación del cielo estrellado. Siempre es la totalidad del universo lo que se valida.

El concepto de dos efectos remotos iguales y directamente opuestos parece en principio ser contrario a nuestro entendimiento. Sin embargo, demostramos que:

- Cualquiera que sea el tipo de movimiento de un sistema de partículas, siempre existen sistemas de referencia tales que el movimiento relativo de la totalidad de partículas en relación

a cualquier partícula, se debe únicamente a efectos mutuos, iguales y opuestos.

- Las acciones recíprocas son, por lo tanto, esencialmente un hecho de la relatividad que resulta de la determinación de un sistema de referencia.

El método de Einstein no permitió descubrir este resultado significativo.

Para finalmente expresar la ley de acción mutua en una forma independiente de la elección de la variable de referencia, se tendría que usar todos los parámetros utilizados para determinar la posición del universo total observable.

Esto también excede las posibilidades del método de Einstein. Los resultados confirmados por la escuela relativista parecen satisfactorios solo si se los admite sin críticas. Esto es cierto, por ejemplo, para la afirmación engañosa de 42'' para Mercurio en lugar de 374'' y la incapacidad del método para explicar esta diferencia.

Las observaciones presentadas en el primer párrafo de este punto parecen estar motivadas por el hecho que Einstein se esforzó durante varios años en construir una teoría compatible con el principio de Mach, algo que nunca pudo concretarse.

Una discusión pormenorizada sobre el principio de Mach en la relatividad general está fuera de los objetivos de este trabajo. Empero, dado que la cuestión sigue en discusión hoy día y existen opiniones diversas y divididas entre los expertos sobre este tema, sugiero acudir al texto Barbour & Pfister (1995) para mayores referencias.



FIG. 8.— Ernst Mach.

Por otra parte, una de las consecuencias de carácter filosófico de la mecánica relativista es que elimina la acción a distancia. Como la información en la naturaleza es transmitida con una velocidad

límite dada por la luz, se debe abandonar el concepto de *simultaneidad* presente, por ejemplo, en la mecánica newtoniana. Naturalmente, esto también se cumple en la interacción gravitatoria. Un párrafo del capítulo “¿Qué es el tiempo?” de *La filosofía científica* de Reichenbach (1951) señala lo siguiente:

“Vemos que la definición causal de orden temporal conduce a una indeterminación con respecto a la comparación temporal de hechos ocurridos en puntos distantes. Y esto sucede así debido al carácter limitativo de la velocidad de la luz. El tiempo absoluto, es decir, la simultaneidad no ambigua, existiría en un mundo en el que no hubiera límite superior para la velocidad de las señales. Pero debido a que en nuestro mundo la velocidad de transmisión causal es limitada, no existe absoluta simultaneidad. La *teoría causal del tiempo* explica el significado de la sucesión y la simultaneidad temporales en tal forma que la explicación es aplicable tanto al mundo de la física clásica como a nuestro mundo, en el que la velocidad de la transmisión causal se halla sujeta a un límite superior y la simultaneidad no es definida sin ambigüedad.”

Acerca del concepto de tiempo estelar y las relaciones físicas dadas respecto al movimiento del cielo estrellado y la posición del universo en su totalidad, es mi recomendación personal acudir al excelente texto “The End of Time”, escrito por Barbour (1999).

9. CONCLUSIÓN. Estos hallazgos generales hacen que sea innecesario tratar varias irregularidades del método y las teorías pseudo-geométricas de la relatividad. Uno gana la misma impresión con ellas y encuentra la misma falta de crítica, combinada con algunas afirmaciones que significan verdaderos absurdos.

Mi conclusión muy clara es que la TR de Einstein no pertenece al campo de la ciencia positiva.

Debe entenderse que el autor usa la palabra “positiva” para referirse a aquella ciencia que es provechosa para la humanidad. No queda mucho que comentar sobre el punto 9. La conclusión del Dr. Le Roux es el texto perfecto para dar pie a las conclusiones de este trabajo.

### 3. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Mientras algunos autores utilizan argumentos en contra de las implicaciones metafísicas, religiosas y filosóficas de la teoría de la relatividad, los puntos expuestos por el Dr. Le Roux se presentan de forma pretendidamente científica o académica, por lo que sus críticas son relevantes en comparación a las anteriores. Es de destacar el aparato físico y matemático (siendo este último el preponderante) que da una base científica común para refutar dichas críticas.

Los comentarios expuestos en este trabajo solo refieren puntos específicos de réplica a los argu-

mentos del Dr. Le Roux. Sin embargo, es relevante señalar algunas paradojas del texto, como que variados argumentos físico-matemáticos empleados eventualmente para desacreditar e invalidar la teoría de la relatividad, terminaron por validarla incrementando su credibilidad.

Por eso con el paso del tiempo, varios autores terminaron aceptando la teoría de la relatividad. Aunque no es el caso de Le Roux, mi opinión refrenda la tesis de Kuhn que indica que una vez consolidado el paradigma, termina siendo aceptado por la comunidad científica, convirtiéndose en la fuente de nuevas temáticas de investigación que refuerzan el nuevo paradigma.

Para apoyar esta tesis, acudo a un párrafo escrito en *Fundamentals of Modern Physics*, por Robert Eisberg (1961):

“La teoría de la relatividad fue diseñada para estar de acuerdo con el hecho experimental que se observa que la velocidad de la luz es la misma en sistemas de referencia que tienen una traslación uniforme con respecto al otro. Sin embargo, en adición a esto, la teoría *predice* nuevos fenómenos tales como la contracción de la longitud, la dilatación del tiempo, el aumento relativista de masa y una relación entre la masa y la energía. Esto es típico de una teoría científica. También es típico el hecho que la aceptación inicial de la teoría fue solo tentativa, a pesar que parecía estar basada a partir de lógica correcta. La teoría no alcanzó completo prestigio hasta que sus predicciones concernientes a nuevos fenómenos fueron puestas a prueba por experimentos.”

Finalmente acudo al físico teórico alemán Hubert Goenner (1993), quien en su trabajo titulado *The Reaction to Relativity Theory in Germany, III: “A Hundred Authors against Einstein”* indaga extensamente en las motivaciones de los autores que aportan al libro, sus alegatos y publicaciones. Como él mismo afirma, su escrito se centra en responder las interrogantes de qué motivó a los editores del libro, quiénes fueron los que contribuyeron al mismo y cuáles fueron sus problemas para entender la relatividad especial y general. No obstante, antes de dar cuenta de esto en el subtítulo titulado *Einstein’s Opponents*, el Prof. Goenner escribe:

“Para mí, el libro es un ejemplo de una comedia pero inadecuada reacción de la clase media en Alemania (*Bildungsbürgertum*) a un tópico en las ciencias exactas sin consecuencias económicas o tecnológicas inmediatas: la teoría de la relatividad. No existen muchos ejemplos de tal interacción; en el siglo XIX, la teoría de la evolución de Darwin sería

uno; en nuestros tiempos, tal vez, la crisis en el fundamento de las matemáticas, que se conoce a través de la sociedad en la forma de “nueva matemática”. (...) Podemos ver claramente que tres temas están ocultos detrás de gran parte del pensamiento relativista en *Hundert Autoren gegen Einstein*: la disputa sobre la relación entre ‘realidad objetiva’ y teoría física, la falta de conocimiento acerca de la manera por la cual el consentimiento público entre los científicos para la validación de una teoría científica es establecida, y la cuestión de qué posible rol pueden jugar los no científicos en este proceso.”

Los temas que señala objetivamente el Profesor Goenner atribuyen a la teoría de la relatividad, sin mayor reflexión, el carácter de revolución científica. Esto se evidencia además, en las características comunes con la teoría heliocéntrica de Copérnico y la teoría de la evolución de Darwin: dos revoluciones científicas por excelencia, según Thomas Kuhn.

Queda abierto para los hispanohablantes conocedores de la teoría de relatividad, el ejercicio de analizar profundamente los argumentos del Dr. Le Roux, formulando juicios científicos y de valor sobre los mismos, en mi opinión, orientándolos a restar crédito al matemático francés. Finalmente, invito a los lectores curiosos germano-parlantes, a leer la obra *Hundert Autoren gegen Einstein*, para consolidar y aun eventualmente discutir, en torno a la epistemología de los paradigmas de Thomas Kuhn y la teoría de la revolución científica generada por la teoría de la relatividad, criticando los fundamentos de quienes se opusieron a la brillante teoría de Albert Einstein.

#### AGRADECIMIENTOS

El presente artículo surgió como una extensión del trabajo final de la materia Historia de la Ciencia, dada en la carrera de física, UMSA en el periodo I/2018. Agradezco a quien impartió la materia: Diego Sanjinés Castedo, Ph.D. por darme a conocer la existencia del libro, sugerirme y orientar el tema. Además, por sus recomendaciones, correcciones e invaluable ayuda con la edición del mismo. También agradezco a Zui Oporto-Almaraz, Ph.D. por las valiosas reuniones y la bibliografía proporcionada. Sus comentarios, correcciones y aportes al trabajo permitieron pulir y dar forma final al texto.

#### Conflicto de intereses

El autor declara que no hay conflicto de intereses con respecto a la publicación de éste documento.

#### REFERENCIAS

- Álvarez-Gaumé, L. & Vázquez-Mozo, M. (2005). Einstein y la Geometría, *CERN-PH-TH*, **034**, 05.
- Barbour, J. (1999). *The End of Time: The Next Revolution on Physics*. Oxford University Press. ISBN 13 978-0-19-511729-5.
- Barbour, J. & Pfister, J. (1995). *Mach’s Principle: From Newton’s Bucket to Quantum Gravity*. Birkhäuser Boston. ISBN 0-8176-3823-7.
- Clifford, W. (2014). Was Einstein Right? A Centenary Assessment. A publicarse en: *General Relativity and Gravitation: A Centennial Perspective*. arXiv:1409.7871 [gr-qc].
- Clifford, W. (2014). The Confrontation between General Relativity and Experiment. *Living Reviews in Relativity*, **17**, 4.
- Damour, T. (2013). *The general relativistic two body problem*, en Brumberg Festschrift, Berlin. Editado por S. M. Kopeikin. arXiv:1312.3505 [gr-qc].

- Eddy, H., Morley, E. & Miller, C. (1898). The Velocity of Light in the Magnetic Field. *Physical Review*, **5**, 283-295.
- Eisberg R. (1961). *Fundamentals of Modern Physics*, 3ª edición. Ed. John Wiley and Sons. CCN 61-6770.
- Ernst, A. & Hsu, J. (2001). First proposal of the universal speed of light by Voigt in 1887. *Chinese Journal of Physics*, **39**, 3.
- Goenner, H. (1993). The Reaction to Relativity Theory I: The Anti-Einstein Campaign in Germany in 1920. *Science in Context*, **6**(1), 107-133. doi:10.1017/S0269889700001332
- Holton, G. (1969). Einstein and the "Crucial" Experiment. *American Journal of Physics*, **37**, 10.
- Israel, H., Ruckhaber, E. & Wienman, R. (1931). *Hundert Autoren gegen Einstein*. Voigtländer<sup>s</sup> Verlag. CDB 94197100.
- Jourdain, P. (1912). The Principle of Least Action. Remarks on some Passages in Mach's Mechanics. Source: *The Monist*, **22**, 2, 285-304.
- Kittel, C. (1971). Larmor and the Prehistory of the Lorentz Transformation. *American Journal of Physics*, **42**, 726-729.
- Le Roux, J. (1933). Le principe de relativité et la loi de la gravitation. *Annales Scientifiques de L'E.N.S.*, **50**, 3. 127-169.
- Nomizu, K. (1996). *Foundations of Differential Geometry*. Ed. Wiley-Interscience. CCN 63-19209.
- O'Connor, J. & Robertson, E. (1996). *Special Relativity*. History Topics, Mathematical Physics. School of Mathematics and Statistics, University of St Andrews, Scotland. Web. 2 de febrero de 2020.
- Pauli, W. (1958). *Theory of Relativity*, Dover Publications. ISBN 0-486-64152-X.
- Reichenbach, H. (1951). *La Filosofía Científica*. Berkeley, California. Segunda edición en español, traducido por Horacio Flores Sánchez. Fondo de cultura de México.
- Stokes, G. (1845). On the aberration of light. *The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, **27**, 177, 9-15.
- Wiki: Jean-Marie Le Roux. En Wikipedia. Recuperado el 12 de febrero de 2020.  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Jean-Marie-Le-Roux>