



DIFERENCIA(S)

revista de teoría social contemporánea

NICOLÁS PÉREZ

LA GEOMETRIZACIÓN DE LA FÍSICA

RESEÑA DE MAUDLIN, TIM (2014). FILOSOFÍA DE LA FÍSICA I.
MÉXICO: FONDO DE CULTURA ECONÓMICA. PP. 282 PÁGINAS.
TRADUCCIÓN DE MARIANO SÁNCHEZ-VENTURA.

EN REVISTA DIFERENCIA(S)

TIEMPO - N°4 - AÑO 3 - MAYO 2017. ARGENTINA.

ISSN 2469-1100

PP. N° 202-207



LA GEOMETRIZACIÓN DE LA FÍSICA

RESEÑA DE MAUDLIN, TIM (2014). FILOSOFÍA DE LA FÍSICA I. MÉXICO: FONDO DE CULTURA ECONÓMICA. PP. 282 PÁGINAS. TRADUCCIÓN DE MARIANO SÁNCHEZ-VENTURA.

NICOLÁS PÉREZ

Email: iosivnikov@gmail.com

RECIBIDO 08/04/2017

APROBADO 31/04/2017

“Tim Maudlin es profesor de filosofía en la Universidad de Nueva York y miembro de la Academia Internacional de Filosofía de las Ciencias. Sus principales líneas de investigación son los fundamentos de la física, la metafísica y la lógica. Es autor de los libros *Quantum Non-Locality and Relativity*, *The Metaphysics within Physics* and *Truth and Paradox*.”

El autor va a dividir su exposición de la siguiente manera: el espacio en Aristóteles. El espacio y el tiempo absolutos en Newton y sus discusiones con la postura de Leibniz. El espacio-tiempo en la relatividad especial y general desde un punto de vista geométrico. Por último trata el tiempo, su dirección y la posibilidad de los viajes en el tiempo.

El análisis de la Física aristotélica está centrado en mostrar que para que tenga sentido el concepto de locomoción, se requiere un lugar a donde se dirija un móvil para quedar en reposo. El reposo es el lugar, locus, donde termina todo movimiento. Hay dos grandes grupos de movimientos, el que es realizado en línea recta o el circular. Los movimientos sublunares se alejan del centro del universo, que es el centro de la Tierra, o bien se alejan de este punto. Mientras que la quintaesencia supralunar solo realiza un tipo de movimiento: el circular. Toda la física tiene sentido sólo a la luz de un espacio finito esférico. Esto va a desaparecer con la concepción newtoniana de un espacio absoluto infinito y un tiempo absoluto. El autor cita los famosos pasajes de los Principia... donde Newton describe la metafísica del espacio y del tiempo. Pero va un poco más allá, afirma que la primera ley de Newton solo se entiende en un espacio y tiempo absolutos. El argumento es que al no haber un lugar privilegiado, lo que se privilegia es el estado de movimiento, pero para que pueda moverse de ese modo implica que Newton supone una geometría euclidiana que el autor bautiza como E3. El espacio absoluto euclidiano tiene tres características que se deducen de la primera ley newtoniana: según su análisis topológico la geometría euclidiana que subyace es continua, la segunda es que según el tipo de estructura afín el espacio euclidiano permite que los postulados sobre las rectas sean posibles, y la tercera característica refiere a la estructura métrica del espacio y que satisface el postulado del círculo, es decir el espacio es isométrico, conserva las distancias en las transformaciones.

De allí, que ahora tiene sentido decir que algo está en reposo, esto quiere decir que ocupa siempre los mismos puntos del espacio absoluto. Sin embargo, todavía no se entiende qué significa que algo se mueve de manera “uniforme” sin apelar a la noción de tiempo absoluto, pues ocupa distintos puntos del espacio en cantidades de tiempo iguales. Termina el análisis diciendo que Newton pensó que estas postulaciones eran de sentido común y que sin ellas no se podían formular las leyes del movimiento.

En el segundo capítulo nos encontraremos con la segunda ley de Newton y el movimiento circular. Tanto para Aristóteles como para Galileo este movimiento es natural, es decir, que no actúan fuerzas. Sin embargo, para Newton todo movimiento no rectilíneo y uniforme requiere una fuerza para producirse y mantenerse, y esta necesidad es debida a la concepción de un movimiento de tipo absoluto con respecto al espacio absoluto. Maudlin analiza el famoso experimento de la cubeta más el de los globos unidos por una cuerda girando en el espacio. Su conclusión es que es muy difícil explicar el origen de la fuerza sin apelar al inobservable espacio y tiempo absoluto. Piensa que el modo de hacerlo implica una transformación en dos pasos: de la geometrización a la aritmetización y la transformación de la ontología del espacio y del tiempo. Con respecto al primer paso, el autor señala que esta transformación no se registra en ningún curso normal de física y que parece natural aprenderse las leyes de Newton con ecuaciones algebraicas, sin embargo Newton no las usó, sino que demostró sus proposiciones con geometría. Lo que es natural para nosotros hoy al aprender física, es extraño para Newton y viceversa. El modo en que se logró esto, consistió en la utilización de sistemas de coordenadas en las cuales se representan con números, propiedades geométricas. Visto desde ese ángulo es que solamente tiene sentido hablar de “marco de referencia inercial”, ya que con la concepción de un espacio euclidiano no hay punto de origen, el espacio euclidiano es isótropo y homogéneo. Esto demuestra que puede obtenerse la dinámica newtoniana sin la metafísica del espacio y del tiempo absoluto, pero, al sustraerse la base se pierde en la comprensión global de la visión y de los fundamentos de su física. A continuación retoma el debate entre Leibniz y Clarke, que está muy bien llevado pero no aporta nada nuevo. Vayamos al segundo punto, la nueva ontología del espacio y del tiempo.

La propuesta del autor es cambiar al espacio-tiempo galileano. Para Newton estar en reposo absoluto y viajar con una velocidad x absoluta, son situaciones físicas diferentes ya que en el primer caso un cuerpo ocupa los mismos puntos en el espacio a través del tiempo, mientras que en el segundo caso, esos puntos del espacio van cambiando. Mas para Galileo, estas dos situaciones son las mismas, son indistinguibles, esta es la base del conocido principio de relatividad galileana. En ambas situaciones el tiempo transcurre de igual modo para todos los puntos del espacio situado. Tim Maudlin va a tomar esta nueva ontología del espacio y del tiempo y va a formular la primera y segunda ley de Newton en otros términos, que no incluyan inobservables. Va a quitar entonces el espacio y el tiempo absoluto pero, va a dejar la rotación absoluta de las esferas unidas con la soga. Para esto se ayuda de un diagrama de espacio-tiempo con dos dimensiones espaciales horizontales y una temporal vertical. Al colocar las dos esferas como puntos unidos, si estas giran o se mantiene en reposo, son representadas en el diagrama de diversas maneras.

Al obtener las líneas de mundo de ambos pares de esferas, tenemos que las que no giran son representadas como rectas, pero las que si giran son curvas, cuya curvatura indica la rapidez con que giran y la tangente a la curva representa la velocidad absoluta. Puestas de este modo se puede formular la primera ley de Newton así: la trayectoria de un cuerpo se representa por una línea recta en el diagrama de espacio-tiempo, excepto en la medida en que al cuerpo se le obligue a cambiar su estado mediante fuerzas impresas. De este modo, y revisando la segunda ley, no se mencionan velocidades absolutas sino ángulos de una tangente. Ya no hay espacios y tiempos absolutos sino que son reemplazados por eventos espacio-temporales. Se pueden armar diagramas que representen velocidades absolutas uniformes que en lugar de dar rectas paralelas al eje tiempo, están inclinadas, y su inclinación nos indica su rapidez.

El capítulo dedicado a la relatividad especial es el más detallado y largo del libro, usa numerosos diagramas y experimentos mentales que no podemos reproducir pero todos están diseñados para demostrar las siguientes conclusiones: la luz no tiene ninguna velocidad en el espacio y tiempo absoluto, y que la métrica del espacio-tiempo es la que rige lo que sea que hiciera la luz. El acercamiento a la teoría va a ser geométrico, pero ahora se trata del espacio-tiempo de Minkowsky y no del galileano. La estructura de esta geometría también se puede analizar, en base a su topología, estructura afín y su métrica, dando resultados semejantes al espacio-tiempo galileano, pero con una diferencia fundamental en su métrica; cuando se representa en un diagrama espacio-tiempo las distancias entre los puntos no se corresponden a los intervalos a los eventos representados. Esta desigualdad le permite explicar la paradoja de los gemelos en su versión geométrica. La paradoja, según el autor, es interpretada de manera errónea al mencionar aceleraciones y relojes que transcurren más lentos. Si se representa en un diagrama de espacio-tiempo, con conos de luz pasado y futuro, se muestra que las trayectorias de los gemelos son siempre distintas, y al realizar los cálculos aritméticos, uno de ellos tiene la trayectoria de mayor longitud, pero en el diagrama, es ésta trayectoria la que se representa como la más corta, de allí la advertencia hecha anteriormente. La eliminación de toda velocidad también es representada en un diagrama y se puede reformular diciendo: la trayectoria de cualquier ente físico que pasa a través de un evento jamás pasa por fuera del cono de luz de ese evento.

En el capítulo quinto se intentará mejorar el vocabulario de la teoría de la relatividad para que contenga solamente términos físicos y no del tipo operacional como “relojes” o “barras de medición”. La propuesta consiste en describir un reloj ideal posible en el marco de las coordenadas lorentzianas. Un reloj ideal consiste en un dispositivo que mida los mismos intervalos de tiempo si las situaciones son las mismas.

Maudlin nos presenta un reloj de luz construido con espejos. Intenta demostrar que el reloj no funciona igual en los espejos originales con un movimiento inercial, si luego se aceleran para terminar en un nuevo estado inercial aunque distinto del anterior. De este modo concluye que: o refuta la relatividad especial a la relatividad galileana, o refuta a la equivalencia física de todos los marcos inerciales. Todo reloj sufrirá cambios si se pasa de un sistema a otro, a menos que se asegure mediante una barra rígida que absorba las tensiones y estiramientos. El otro tema tiene que ver con dilucidar qué se quiere decir con que la velocidad de la luz es constante, ya que en la construcción geométrica con coordenadas lorentzianas nada tiene velocidad absoluta. El único modo objetivo de asegurar esta constancia consiste en comparar dos situaciones iguales y observar la velocidad coordinada, en las coordenadas que representan el tiempo y el espacio.

El apartado dedicado a la relatividad general, comienza despejando las falsas concepciones sobre la teoría, la más importante afirma que la distribución de masas no determina, aunque si influye, en la métrica del espacio-tiempo, ya que hay soluciones de las ecuaciones en el vacío.

De allí en adelante el autor va a eliminar la fuerza de gravedad, como la última aceleración absoluta que queda. Recurre al famoso experimento de Galileo sobre las masas en caída libre. Según Newton, el que llegaran al mismo tiempo a tocar el suelo se debía a la equivalencia entre las masas gravitatorias y la inercial. Sin embargo en un diagrama espacio-temporal las dos masas llegan a la vez porque justamente no hay fuerzas actuando, su línea mundial es recta, justo como cualquier objeto en donde no hay fuerzas actuando. Muestra que las leyes de Newton son válidas desde un marco de referencial inercial, y que aparecen fuerzas ficticias, como la centrífuga, cuando se considera la situación en uno no inercial. Entonces, la fuerza de gravedad aparece como ficticia incluso en la misma mecánica newtoniana, ya que tanto Galileo, cómo la superficie de la Tierra están acelerados, son marcos no inerciales, ergo la fuerza de gravedad es ficticia.

Otro error conceptual consistiría en afirmar que la luz “se dobla” frente a un campo gravitatorio, ya que en el diagrama la luz sigue una línea recta, y es el entorno, el laboratorio y sus ocupantes los que siguen una trayectoria curva. Por último, mantiene que si bien, el espacio minkowskiano de la relatividad especial es plano, debe modificarse para hacerlo curvo en la versión general, sin embargo a pequeña escala los diagramas de la teoría general se reducen a la especial sin cambios importantes, solo a grandes escalas comienza a manifestarse la necesidad de diagramas espacio-temporales como plantea la relatividad general, es decir en los agujeros negros y en el Big Bang.

El último capítulo está dedicado al tiempo. A diferencia del espacio, el tiempo parece tener solo dos direcciones, como la línea del ecuador, con la salvedad de que si camino por la línea del ecuador voy a llegar al punto de partida. ¿Es posible que suceda esto con el tiempo? La respuesta es que sí, es posible desde un punto de vista matemático, con alguna geometría ad hoc tipo cinta de Moebius que permita líneas curvas cerradas, mas, no es posible físicamente debido a que los diagramas espacio-temporales son orientables, tienen un cono de luz definido entre el pasado y el futuro. A continuación analiza la posibilidad lógica, ya que no física, de los viajes en el tiempo explorando dos posibilidades con las cuales no se forman paradojas: un deus ex machina, que intervenga a tiempo para evitar asesinarme en el pasado, o sin intervención por terceros algún mecanismo físico autointeractivo que no permita cambiar un hecho ya pasado.

CONSIDERACIONES CRÍTICAS

La edición del libro en español tiene muchos errores, no de traducción sino de compaginación, cuando se explica la paradoja de los gemelos confunde las letras A y B mezclándolas, lo que dificulta mucho su comprensión. Le atribuye cosas a Newton que son de Einstein, y errores parecidos, cómo si se hubiera descuidado la prueba de galera final. Sobre la filosofía del texto, diré que a veces no discrimina lo suficientemente bien entre la geometría física y la matemática y uno tiene que diferenciarla por sobre el escrito, tarea que esperaba que estuviera bien definida en un filósofo. Hay errores de ontología al confundir materia con masa, y diferenciarla de la luz, se tendría que haber definido primero esto, así se seguía la argumentación con menos supuestos. Cuando analiza el espacio y el tiempo newtoniano, vuelve a plantear la equivalencia entre masa inercial y gravitatoria que resulta a esta altura superflua, en lugar de referirse al principio de equivalencia de Einstein en términos de leyes y no de masas. Por último, sobre la ontología del espacio-tiempo adopta una postura que recalca en el presentismo sin mucha argumentación más que una especie de consenso entre los físicos, en general, la última parte está un poco descuidada y apurada con respecto al resto del texto.

En definitiva, es un libro que podría servir de introducción a lectores no especializados, pero adolece de un rigor justamente en lo filosófico, imperdonable si se pretende una filosofía de la física seria. Pienso que se descuidó el aspecto semántico sin el cual no se pisa fuerte cuando se aborda lo ontológico.