

Poincare y la experimentalidad del principio de relatividad

ANTONIO E. TEN ROS

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de Valencia

En un artículo anterior (Ten 1978) tratamos el problema de la influencia del experimento de Michelson-Morley sobre los orígenes de la Relatividad Restringida. El problema forma parte de otro más general, el de la fundamentación de los principios que sirven de base a la Relatividad Restringida, que a su vez puede situarse dentro de una controversia de mayor alcance: la controversia que enfrenta a algunos filósofos e historiadores de la ciencia contra otros. Esta controversia tiene como núcleo la disparidad de opiniones sobre los fundamentos epistemológicos de las teorías físicas y sobre el contenido trans-empírico o no de sus postulados base.

La teoría de la Relatividad Restringida ha sido una de las más utilizadas como referente histórico en los combates. En virtud de ello se ha visto sometida a buen número de tensiones, según los criterios interpretativos del usuario de turno. Adolf Grunbaum y Gerald Holton, un «filósofo» y un «historiador» han sido situados desde hace ya tiempo (Gutting, 1972) como cabezas de fila en dos campos diametralmente opuestos sobre el significado e importancia de los experimentos en el surgimiento de la Relatividad Restringida y sobre el mismo contenido experimental de la teoría.

El problema general está lejos de ser resuelto e incluso es posible dudar de que tenga solución definida y unívoca. Intervienen en él demasiados aspectos de índole filosófica y estructural para que alberguemos esperanzas de pronta y rápida solución. Pero en su concreción al tema de la Relatividad restringida y al problema de sus fundamentos, en

el que queremos centrarnos, dicho problema se entrelaza con el de los orígenes de la teoría. En éste, las dos tendencias citadas tienen bastantes puntos en común y tal vez el fundamental sea su acuerdo en fijar como origen de la Relatividad Restringida el artículo de Einstein de 1905, ignorando en algún caso o simplemente considerando no relativistas las aportaciones de otros investigadores.

El Problema se plantea entonces en términos de si los experimentos, en particular y como más citado el de Michelson y Morley, pero no sólo éste, tuvieron importancia en la génesis de la Relatividad en la mente de Einstein, como quiere señalar Grünbaum (por ejemplo en Grünbaum 1961), o por el contrario la base de las ideas que condujeron a la formulación de sus postulados se encuentra en consideraciones puramente racionales como la creencia en la existencia de una simetría universal, posteriormente complementada con la interpretación de resultados experimentales favorables, posición que parece defender Holton (ya desde sus artículos) (Holton, 1964) o (Holton, 1969).

Este apriorismo, que no lo es en Holton, que dedica bastantes artículos a defenderlo, necesariamente oscurece la aportación que a este problema de la experimentalidad realizan otros científicos de la época y en concreto Henry Poincaré. Y ello es lamentable por cuanto Poincaré es posiblemente quien más explícitamente trata el tema de la experimentalidad de los postulados base de la Relatividad:

Por ejemplo, aún en 1912, el año de su muerte, en su ensayo «L'espace et le temps» (Poincaré 1912), afirma categóricamente:

«El Principio de Relatividad Física, lo hemos dicho, es un hecho experimental, del mismo modo que las propiedades de los sólidos naturales. Como tal es susceptible de incesante revisión.»

Y, en efecto, esta afirmación es una constante en sus aproximaciones a lo que él ya llama «Principio de Relatividad». Desde sus primeros trabajos dirigidos expresamente al estudio de la electrodinámica de los medios en movimiento, resalta esta conexión con la experiencia. En su tercer artículo de la serie dedicada en 1895 a la revisión de las distintas teorías en boga en la época «A propos de la Théorie de M. Larmor» (Poincaré, 1895), dice:

«La experiencia nos ha mostrado un gran número de hechos que pueden resumirse en la siguiente aserción: es imposible demostrar el movimiento absoluto de la materia, o mejor, el movimiento de la materia respecto al éter. Todo lo que se puede demostrar es el movimiento de la materia ponderable respecto a la materia ponderable.»

Aunque los ejemplos podrían multiplicarse de un modo considerable, permítaseme citar aún un párrafo de su artículo de 1906 «Sur la Théorie de l'électron» (Poincaré 1906), escrito antes de que apareciera el de Einstein de 1905. Dice en él Poincaré:

«Parece que esta imposibilidad de poner en evidencia experimentalmente el movimiento absoluto de la Tierra es una ley general de la Naturaleza. Somos naturalmente llevados a admitir esta ley, que llamaremos «Postulado de Relatividad y a admitirlo sin restricciones. Aunque este postulado, hasta aquí de acuerdo con la experiencia, debe ser confirmado o refutado más tarde por experiencias más precisas, es en todo caso interesante ver cuáles pueden ser sus consecuencias.»

Y esta constante apelación a la experimentalidad del Principio de relatividad por parte de Poincaré es curiosamente uno de los motivos invocados para contraponer el Principio de Relatividad postulado por Einstein al de Poincaré, tratando de situar a este último dentro del marco de la «Física Clásica» en contraposición al de Einstein al que se sitúa como base de la «Física Relativista».

Pero, ¿existe realmente dos principios? ¿Invoca Poincaré el Principio de Relatividad Clásico (nombre introducido en 1911) y Einstein el Principio de Relatividad Restringida? Hemos mostrado en otra parte (Ten 1978b) que tal distinción no se plantea entre ambos principios, que el principio de Relatividad Restringida no es un nuevo principio de la Física en su sentido axiomático, sino que por el contrario es un corolario del cambio del principio de interacción instantánea, implícito en la física Clásica, por el de interacción a la velocidad de la luz, considerada como velocidad máxima de transmisión de información, independiente del movimiento de las fuentes emisoras y receptoras. No es un principio que se contrapone a otro sino dos descripciones de los sucesos físicos, una hipotéticamente realizada a través de una observación «instantánea» y otra a través de un agente que se desplaza a velocidad finita, no sumable a la de sus fuentes emisora y receptora.

Este cambio más que el cambio a una nueva axiomática es el que permite pasar de la «Física Clásica» a la «Física Relativista», es el que permite pasar de una descripción «covariante Galileo» a una descripción «covariante Lorentz». Y es este hecho y no otro el que es repetidamente testado por los experimentos: la transmisión de ondas electromagnéticas no es afectada por el movimiento de fuente o receptor y el valor de su velocidad es siempre el mismo, no conociéndose otro medio cuya velocidad de transmisión supere al de éstas.

Bastaría que se encontrase otro medio de transmisión de información

cuya velocidad superase a la de la luz para que se viniese abajo de edificio de nuestra física relativista, aunque podría rehacerse sobre la base de un cambio de escala si este nuevo medio conservase la propiedad de independencia del movimiento de su velocidad del de sus fuentes o receptores. Los experimentos no han proporcionado hasta ahora pruebas de la existencia de tal medio.

Y esto lo expresa claramente Poincaré ya en 1904 (Poincaré 1904) cuando dice:

«¿Qué sucedería si dos observadores pudieran comunicarse por señales que no fueran las luminosas y cuya velocidad de propagación difiriese de la de la luz? Si, después de haber reglado los relojes por el procedimiento óptico, se quisiera verificar su reglaje con ayuda de estas nuevas señales, se constatarían divergencias que pondrían en evidencia la traslación común de sus dos estaciones...»

Nos encontramos ya con la suficiente perspectiva para contemplar de nuevo el problema de la experimentalidad de los fundamentos de la Relatividad Restringida. No se puede negar categóricamente que no fuera una especulación puramente racional sobre las propiedades de simetría de las leyes físicas lo que llevara a Einstein a postular de modo axiomático los principios, aparentemente independientes sobre los que edifica su teoría de la Relatividad, las pruebas y testimonios de que disponemos, convierten cuando menos en aventurada tal afirmación, pero lo que sí creemos poder afirmar es que el Principio de Relatividad, el único principio de Relatividad, fue obtenido por Poincaré a partir de resultados puramente experimentales sobre las propiedades de transmisión de señales luminosas.

Pero ello no es aún suficiente para entender lo que quiere decir Poincaré cuando afirma tan categóricamente como hemos visto, que el principio de Relatividad es un hecho experimental. Como hemos dicho, hay otro problema más profundo que subyace a todas las anteriores consideraciones, el de si podemos llamar «experimental» a un axioma, el viejo problema del empirismo. Aquí nos limitaremos a señalar cuál es la visión que Poincaré tiene del tema.

Hay en la obra de Poincaré numerosos párrafos dedicados a hacernos ver cuál es esta visión, que muchos han etiquetado ya como «convencionalista»:

La más clara definición de principio que se encuentra en sus escritos es la que aparece en su libro «La ciencia y la Hipótesis» publicado en 1902 (Poincaré 1902). En la página 131 de la edición española afirma categóricamente:

«Los principios son convenciones y definiciones disfrazadas. Sin embargo, se obtienen de leyes experimentales; estas leyes han sido, por decirlo así, erigidas en principios a los cuales nuestro espíritu atribuye un valor absoluto.»

Y en su famosa conferencia de St. Louis, el ya citado artículo (Poincaré 1904), vuelve sobre el tema:

«Estos principios son resultados de experiencias fuertemente generalizadas, pero parecen pedir por su generalidad misma un grado eminente de certeza. Cuanto más generales son, en efecto, más frecuentemente se tiene ocasión de controlarlos, y las verificaciones, al multiplicarse, al tomar las formas más variadas e inesperadas, acaban por no dejar lugar a la duda.»

«Es la física matemática de nuestros padres la que nos ha familiarizado poco a poco con estos principios, la que nos ha habituado a reconocerlos bajo las diferentes vestimentas con que se disfrazan. Se les ha comparado a datos de la experiencia, se ha visto como era preciso modificar su enunciado para adaptarlos a estos datos, por ello se les ha ensanchado y consolidado. Hemos sido conducidos así a considerarlos verdades experimentales» (págs. 306 y 307).

Un principio es así la generalización de un conjunto de experiencias, generalización que adquiere un carácter operativo que permite utilizarlo sin referencia directa a éstas. Pero esta generalización no es necesariamente una «verdad», caso de que pueda atribuirse un sentido preciso a tal término en este contexto, ni debe elevarse a la categoría de ente metafísico sustraído a la crítica continua. Todo principio, toda base axiomática sobre la que se edifica una interpretación del mundo físico, es esencialmente mutable. Porque en último extremo no hay en el más contenido que las experiencias que lo han inducido. La acumulación de experiencias puede llegar a darnos una ilusión de seguridad y firmeza, pero la progresión de esta acumulación puede llevarnos a modificarlo e incluso a sustituirlo.

El Principio de Relatividad, ese principio que ya en su libro de 1902, Poincaré expresaba como que:

«El movimiento de un sistema cualquiera debe obedecer a las mismas leyes, tanto si se le relaciona con ejes fijos como con ejes móviles arrastrados en un movimiento rectilíneo y uniforme» (página 109)

es una consecuencia de que un gran número de experiencias, a destacar la de Michelson-Morley, nos han mostrado que al igual que para las cajas del navío de Galileo, para las ondas electromagnéticas, las «ondas luminosas», el movimiento de la Tierra es como no existente. Afortunadamente aún no se han encontrado otras «ondas» para las que esto no sea ya cierto.

Las modernas teorías de la filosofía de la Ciencia han difuminado este carácter categórico y preciso del «experimento». El mundo científico (¿todo?) ha dejado ya de creer en el valor absoluto e independiente de las experiencias cuidadosamente preparadas. Pero si queremos entender los orígenes de lo que ahora llamamos Teoría de la Relatividad Restringida, tendremos que situarnos en la época en que «nació». Este es el camino correcto para entender lo que se dice cuando se habla de la experimentalidad o no del Principio de Relatividad. Si no más vale comenzar con el espacio hiperbólico de cuatro dimensiones y su grupo asociado de transformaciones.

BIBLIOGRAFIA

- GRUNBAUM (1961), La génesis de la Teoría Especial de la Relatividad, in Feigl & Maxwell eds. *Current Issues in the Philosophy of Science*, N. York. Molt, Rinehart & Winston. Trad. Castellana en: Einstein. Grunbaum, Eddington y otros. *La Teoría de la Relatividad*, Madrid, Alianza Universidad (1973).
- GUTTING (1972), Einstein Discovery of Special Relativity, *Philos. Sci. (USA)*, 39, 55-68.
- HOLTON (1964), On The Thematic Analysis of Science: The case of Poincaré and Relativity, in, *Melanges Alexandre Koyré*, vol. r., Paris, Hermann.
- HOLTON (1969), Einstein, Michelson and the Crucial Experiment. *Isis*, 60, 133-197.
- POINCARÉ (1895), A propos de la Theorie de M. Larmor, *L'Eclairage Electrique*, 3, 5-14.
- POINCARÉ (1902), *La Ciencia y la Hipótesis*, 3.ª ed. Madrid, Espasa-Calpe (1963).
- POINCARÉ (1904), L'Etat actuel et l'avenir de la Physique Mathematique. *Bull. Sci. Math*, 28, 302-324.
- POINCARÉ (1906), Sur la Dynamique de l'electron. *Rend. Circolo Mat. Palermo*, 21, 139-176.
- POINCARÉ (1912), L'espace et le Temps, in. *Derniers Pensees*, Paris (1912). Trad. Castellana en *Ultimos Pensamientos*, Buenos Aires. Espasa-Calpe (1946).
- TEN (1978), El experimento de Michelson-Morley y su influencia en los orígenes de la Relatividad, *Llull*, 1, núm. 2, 42-50.
- TEN (1978 b.), *Sobre los principios que sirven de base a la Relatividad Restringida*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.