COMPRENDIENDO LA RELATIVIDAD ESPECIAL DE EINSTEIN

Álvarez Manuel¹, Iza Peter²

Resumen. Se presenta de una manera sencilla los inicios de la Teoría de la Relatividad Especial describiendo el experimento diseñado por Michelson y Morley en 1887, para demostrar la presencia de un medio en el cual la luz se pueda mover denominado “éter”. Aunque el experimento falló, sirvió para demostrar que la velocidad de la luz es constante. Basado en este hecho Albert Einstein desarrolla lo que hoy se conoce como Teoría de la Relatividad Especial, y sus consecuencias son presentadas de una manera sencilla para el lector en este trabajo.

Palabras Claves: Relatividad Especial, Experimento de Michelson-Morley.

Abstract. The beginning of Special Relativity Theory is showed in this work and the Michelson-Morley experiment designed to demonstrate the presence of a medium in which light can move called "ether" in 1887 too. The failed experiment served to demonstrate that the speed of light is constant. Albert Einstein based on this result developed the Special Relativity Theory and its consequences are presented here in a simple way for the reader.

Keywords: Special Relativity, Michelson-Morley experiment.

Recibido: Agosto 2014.

Aceptado: Agosto 2014.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia el hombre se ha enfrentado a cambios profundos y más aún, cuando se trata de ciencia. A mediados del siglo XIX se pensaba que la física estaba en su auge y que todo era posible explicarlo en bases a las leyes newtonianas. Sin embargo, un experimento marco la historia y con ello el inicio de una nueva era para la física, donde grandes científicos aparecieron y revolucionaron al mundo con sus teorías como Lorentz, Einstein entre otros.

Nuestro Universo como lo conocemos es la totalidad del espacio y del tiempo, de todas las formas de la materia, la energía y el impulso, las leyes y constantes físicas que las gobiernan formando un todo, o dicho de una manera más sencilla es una maquinaria compleja que requiere ser estudiada, y para esta ocasión vamos hacer un viaje por la historia de la física, para poder finalmente llegar a embarcarnos a un rayo de luz. Nuestro guía en este mundo es una persona cuyo nombre simboliza la ciencia y su imagen, es un icono de nuestro tiempo: él es Albert Einstein, quien con sus sueños, revolucionó nuestra concepción del Universo y demostró que la física de Newton anclada, ya desde hace más de doscientos cincuenta años de antigüedad, solo era válida bajo ciertas condiciones establecidas o, en otras palabras, no era del todo correcta. Einstein convirtió la realidad en un mundo de ciencia ficción, un mundo con una velocidad límite: la de la luz, donde los relojes marcan tiempos diferentes y los objetos cambian de tamaño, una realidad que depende de quién lo observa y el movimiento garantiza la inmortalidad.

Einstein, con su teoría de la relatividad nos proporcionó la teoría de viajar en el tiempo, descubrió que el espacio y el tiempo forman un todo de cuatro dimensiones, una realidad turbia, una teoría revolucionaria. Prepárense a descifrar el código del Universo. Bienvenidos a la relatividad especial y su historia [1].

“No todo lo que cuenta puede ser contado y no todo lo que puede ser contado cuenta” [3].

2. EXPERIMENTO DE MICHELSON-MORLEY

El principio de la teoría de la relatividad, se basa en un criterio simple: “Nada puede viajar más rápido que la luz”, pero... ¿En base a qué se puede aceptar esta afirmación?

La respuesta a esta interrogante yace en el experimento más famoso de toda la historia de la física, se llama el experimento de Michelson-Morley (M-M) y fue diseñado para detectar el movimiento de la Tierra a través del éter, el cual era un invento de los físicos del siglo XIX, para explicar cómo podía transmitirse la luz a través del espacio vacío entre el Sol y la Tierra. La física tiene su folklore y sus leyendas, como cualquier otra cultura. Por ejemplo, seguramente que usted recuerda la famosa historia de Isaac Newton y la manzana, pues asimismo hay una leyenda con respecto al experimento de M-M, enraizada ya profundamente, pues ocurrió lo siguiente: Michelson y Morley diseñaron su experimento con el fin de determinar la presencia del éter, pero al final demostraron que no había tal éter, de modo que Einstein se vio obligado a inventar la teoría de la relatividad para poder explicar ese resultado, y quizás lo más notable de esta historia es el hecho de que Albert Abraham Michelson siguió creyendo los cincuenta años que vivió, que su experimento había sido un fracaso.

¹ Álvarez Manuel, M.Sc., (e_mail: mansalva@espol.edu.ec).

² Iza Peter, Ph.D., Director y Profesor, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, ESPOL. (e_mail: piza@espol.edu.ec).

¡Qué irónico! Pues sin duda alguna, su experimento daría una evolución a lo que se conoce hoy en día, como la física moderna.

En la base de un edificio cercano al nivel del mar, se construyó el interferómetro de Michelson y Morley [2], que se compone de una lente semiplataada o semiespejo, que divide la luz monocromática en dos haces de luz que viaja en un determinado ángulo el uno respecto al otro. Con esto se enviaba simultáneamente dos rayos de luz (procedentes de la misma fuente) en direcciones perpendiculares, para hacerles recorrer distancias iguales (o caminos ópticos iguales) y recogerlos en un punto común, en donde se crea un patrón de interferencia que depende de la velocidad de la luz en los dos brazos del interferómetro. Cualquier diferencia en esta velocidad (provocada por la diferente dirección de movimiento de la luz con respecto al movimiento del éter) sería detectada. En base a los cálculos realizados por Michelson y Morley, se determinó que iba existir una diferencia en los tiempos de llegada de los haces de luz y que esa diferencia de tiempo era producto del éter, sin embargo los resultados fueron otros, pues los haces de luz llegaban simultáneamente y de esta manera quedo descartada la existencia del éter, dando inicio a una nueva teoría.

“Hay dos cosas infinitas: el Universo y la estupidez humana. Y del Universo no estoy seguro”[3].

3. RELATIVIDAD ESPECIAL

Un segundo es un segundo, y no hay nada tan básico como el tiempo. Pero el tiempo es uno de los mayores misterios y solo un genio podía desenterrar sus secretos.

Si se le pide a cualquier persona que le diga el nombre de algún científico que conozca, seguramente esa lista de personajes de ciencia estará encabezada por Albert Einstein, el genio de la relatividad. Tener un planteamiento tan profundo, como lo es la teoría de la relatividad, conllevaba para un genio como Einstein, a un planteamiento que desafía nuestro sentido común, y cuyos efectos son inapreciables para nuestra percepción cotidiana.

El 1905 Einstein, confiándose de su intuición se preguntó lo que nadie jamás había preguntado: ¿Qué ocurre cuando algo se mueve a la velocidad de la luz? El mundo que percibimos está hecho de luz, no son los objetos lo que vemos, sino la luz que reflejan, y la velocidad de la luz es un límite de circulación. Einstein postula: la luz viaja a 300.000 km/seg, es decir, cumple con ser finita y nada puede viajar más rápido que ella, es un límite de velocidad y es la misma en todas las direcciones y para todos los observadores. Expresándolo en palabras más sencillas, en

nuestra vida cotidiana, la velocidad depende de nuestro movimiento. Según Einstein, cualquier observador, independiente de donde esté o la velocidad a la que se mueva, deberá deducir las mismas leyes universales. Luego, partiendo de la definición de velocidad igual distancia sobre tiempo, para que la velocidad de la luz sea constante, el espacio y el tiempo deben amoldarse según el espectador, por lo que ambos se “deforman” en función de la velocidad fija de la luz.

¿Qué consecuencias tiene esto? Para la relatividad especial, relojes iguales a ojos de observadores distintos no tendrían por qué coincidir necesariamente. Para ver el reloj, la luz debe viajar desde las agujas hasta nuestros ojos, así sabemos la hora. Pero para quien se aleja del reloj a cierta velocidad, la percepción visual de la aguja es detectada de forma retardada, y si nos alejamos del reloj a la velocidad de la luz, las agujas deben detenerse, debido a que la misma imagen quedaría congelada en nuestra visión a medida que la luz se va desplazando con nosotros. Por otra parte, si viajáramos junto a un rayo de luz a su misma velocidad, nos parecería que está quieto, pero lo que sucede realmente no es que el rayo se detenga, sino el tiempo: “a la velocidad de la luz no existe el paso del tiempo”. Conceptualizando, la relatividad especial predice que el tiempo transcurrirá de forma diferente para observadores en movimiento.

Según lo anterior, por muy complejo que parezca, la conclusión de Einstein es sencilla: la luz tiene consecuencias para dos conceptos que, hasta ese entonces, eran entendidos como absolutos: el espacio y el tiempo. Los efectos de la relatividad especial dependen de la velocidad con la que se mueva el observador, en otras palabras, es en el movimiento en donde está la definición de espacio y de tiempo. Sin embargo, el movimiento como tal sólo tiene sentido en relación con otros objetos, es decir, con respecto a un cierto sistema de coordenadas. En otras palabras, gracias a que somos capaces de distinguir distintas perspectivas, vemos el mundo moverse.

Einstein entendía que no hay un espacio o un tiempo absoluto porque no hay una perspectiva absoluta, por lo que los efectos de relatividad especial son analizados por un observador externo, no por uno mismo. Para evidenciar esto recordemos que si nos encontramos en un tren sin ventanas, avanzando a velocidad constante, no percibiríamos que nos estamos moviendo, salvo para alguien inmóvil que nos pudiese ver desde el exterior.

En el universo, todo se mueve con respecto a todo, no hay espectador sin una posición determinada, pero Einstein fue más allá. Imagine la siguiente situación: uno de dos hermanos gemelos viaja a la velocidad de la luz hacia una

estrella cercana, mientras el otro espera paciente en Tierra. Ahora, si el tiempo transcurre más lentamente cuando nos trasladamos, debiéramos vivir más moviéndonos más deprisa. Por este motivo, cuando el gemelo viajante, regresa al punto de salida, se encontrará con un hermano envejecido. Lo que para el primero ha sido sólo un instante, para el segundo ha sido toda una vida. A este efecto se le conoce como “la paradoja de los gemelos”. Por muy confuso que suene, la dilatación del tiempo es una ley natural. Experimentalmente se ha demostrado que el tiempo pasa más lento en un avión o en un cohete, que en la superficie de la Tierra [4].

“Hasta donde la ley de las matemáticas se refiere a la realidad, esta no es exacta; y cuando las leyes de la matemática son exactas, estas no se refieren a la realidad” [3].

4. LO SENCILLO DE LA RELATIVIDAD ESPECIAL DE EINSTEIN

Todo lo que se ha mencionado se resume en algo simple y complicado al mismo tiempo de entender: longitudes en movimiento se acortan, tiempos en movimiento se ralentizan, y estos

efectos dependen de quien observa. Einstein estableció que el espacio y el tiempo no son independientes como se creía hasta la época, sino aspectos diferentes de un todo flexible llamado “espacio-tiempo”, una realidad que varía en torno a un valor absoluto: la velocidad de la luz.

Además, Einstein demostró que la energía de un objeto es igual al movimiento de su masa, descubriendo que tiene un efecto en particular cuyo resultado tal vez sea significativo: si un objeto se aproxima a la velocidad de la luz, su masa se incrementaría de tal forma que se haría infinita, por consiguiente, el objeto necesitaría una cantidad infinita de energía para alcanzar la velocidad de la luz. Esta es la razón por la cual nada puede alcanzar la velocidad de la luz.

El transcurrir del tiempo depende del punto de vista, este es el gran legado de la relatividad. A pesar de qué vivimos sometidos a la rigidez de los relojes, y a la artificialidad de las medidas, el universo no está sujeto a ningún absoluto. He ahí, su simplicidad, su belleza. Einstein nos mostró una verdad única en el universo, totalidad que estamos predestinados a comprender.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS

- [1]. <http://www.fis.cinvestav.mx/~orosas/difusion/qcomp.pdf>
- [2]. **SERWAY – MOSES – MOYER.** “*Física Moderna*”, Tercera Edición. Capítulos del III al IX, Editorial Thomson.
- [3]. **EINSTEIN ALBERT. (2011).** “*Mis ideas y opiniones*”, Editorial Antoni Bosch.
- [4]. <http://www.molwick.com/es/experimentos/140-tiempo-fisica.html>