

## ¡ Relatividad General, confirmada !

Por: Germán Morales Chávez

Este miércoles 29 de mayo se cumplirán 100 años de un evento observacional de gran importancia para el desarrollo de la ciencia y la comprensión de la naturaleza.

Hace un siglo, la tarde de un jueves 29 de mayo de 1919, entre momentos de sol y nubes, Sir Arthur Eddington se encontraba en la Isla Príncipe, en el Atlántico, 250 km al este de la costa africana de Guinea ecuatorial. La expedición científica que presidía tenía como finalidad observar el eclipse total de Sol, tomando una serie de fotografías, que podrían ser la prueba observacional necesaria para dilucidar si los atrevidos planteamientos de Albert Einstein eran correctos.

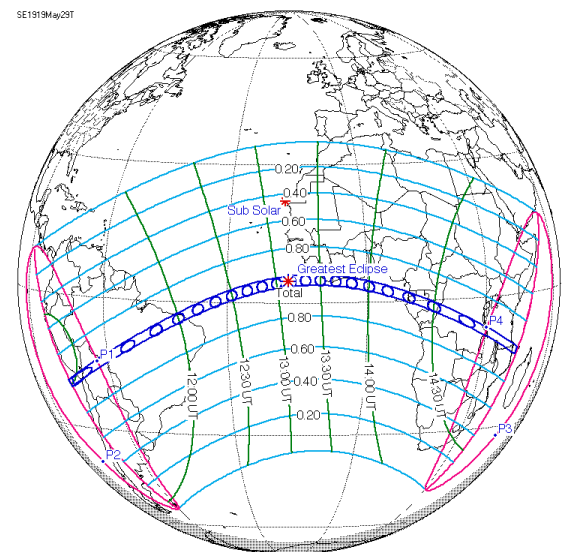
En 1905 Einstein publicó varios artículos, propuestas importantes e inspiradas que permitieron ver muchos problemas de la física desde una perspectiva nueva y aclarar cómo es que se producían ciertos fenómenos que las teorías clásicas no lograban explicar de manera coherente. Entre ellos, uno fue la base de lo que hoy se conoce como la teoría de la relatividad especial. Algo que fue motivado por preguntas y experimentos mentales del tipo: "cómo vería el mundo si estuviera montado en un rayo de luz...".

Las conclusiones a que se llegan son bastante extrañas al sentido y experiencia común. Por su puesto que para constatar dichas situaciones, es necesario moverse a grandes velocidades, próximas a las de la luz o tener relojes extremadamente precisos; algo que a principios del siglo XX no era factible. El día de hoy, si bien no podemos construir naves que viajen tan rápido, en los aceleradores de partículas, impulsamos éstas a velocidades muy próximas a las de la luz y podemos corroborar los efectos de tal situación, los relojes atómicos actuales nos permiten tener un error de un segundo en miles de millones de años, lo cual nos permite detectar las variaciones en el transcurso del tiempo para velocidades mucho más pequeñas.

Pero en 1905, aún el trabajo sobre la relatividad no estaba concluido, diez años después Einstein llegó al planteamiento de ésta para sistemas no inerciales y de esta manera completar la tarea que había concebido desde joven a través de sus preguntas y experimento mentales.

Sus ecuaciones, por ejemplo, le permitieron explicar una diferencia entre lo calculado y lo observado en el movimiento del planeta Mercurio (la precesión del Perihelio de dicho planeta). Acorde a la mecánica newtoniana, el valor calculado era menor al observado; en cambio, la teoría de la relatividad general, predecía el valor observado de manera más precisa.

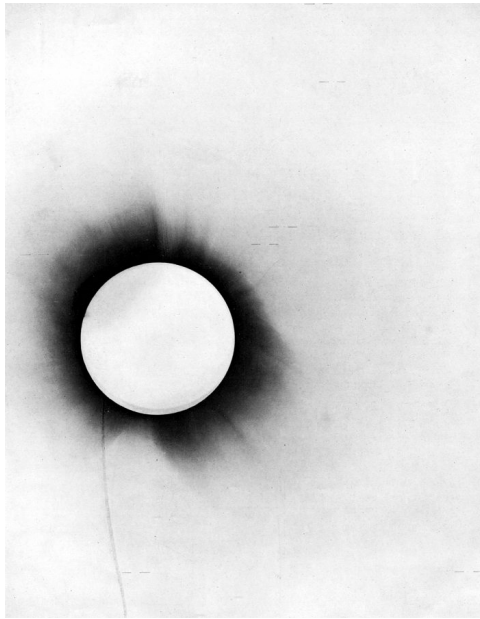
Pero, como esperamos de una buena teoría científica, la relatividad general, no sólo explicó algunos fenómenos observados, también, predijo otros aún no evidenciados. Entre ellos, la desviación de la luz al pasar cerca de un cuerpo masivo. Esto era inferido del hecho de que la relatividad general mostraba como el espacio era curvado por la presencia de materia lo cual desviaba la trayectoria de la luz.



**Ilustración 1** Mapa del eclipse del 29 de mayo de 1919, pudo observarse desde América del Sur hasta África. En Bolivia se observó a primeras horas de la mañana, ya el Sol salía por el horizonte en plena fase parcial. La faja azul muestra desde dónde se vio la totalidad. Dos expediciones viajaron para obtener fotografías de este eclipse, una a las costas de Brasil y otra a isla Príncipe, donde estuvo Eddington.

Circulan en nuestro medio comentarios antojadizos de que Einstein quería venir a Bolivia a observar el eclipse, lo cual es falso, dado que por un lado, Einstein era físico teórico, su trabajo no estaba relacionado con las técnicas astronómicas, además de que las condiciones locales del eclipse desde Bolivia no eran las mejores en comparación a otros sitios de observación.

Para comprobarlo era necesario ver la luz pasar muy cerca de un cuerpo extremadamente masivo y medir cuál era su desviación. La respuesta más cercana, era el Sol y utilizar estrellas muy alejadas con posiciones muy bien conocidas, pero evidentemente el problema era la luz de éste. Por lo cual había que aprovechar un eclipse solar y comparar la posición de las estrellas con éstas mismas a otro momento del año cuando la luz de ellas llegara hasta nosotros sin la perturbación de nuestra estrella.



**Ilustración 2** Uno de los negativos del eclipse de Sol obtenidos y utilizados por Arthur Eddington para comprobar la teoría de la Relatividad General.

Y eso es lo que Eddington estaba tratando de lograr con las fotografías del eclipse total de Sol de mayo de 1919. Varios meses después, luego de mediciones y cálculos meticulosos, la noticia fue dada a conocer, Einstein estaba en lo correcto, la luz se desviaba de acuerdo a lo predicho por su teoría. El espacio se curvaba por la presencia de materia y daba una respuesta plausible a una pregunta no respondida por Sir Isaac Newton, qué es la gravedad.

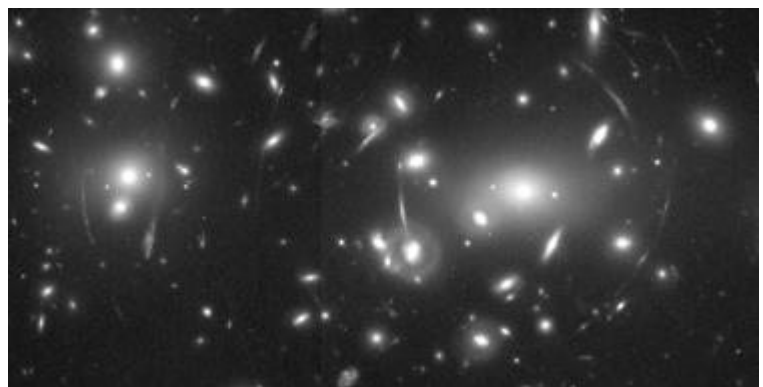
Esto fue noticia en los diferentes periódicos, con titulares sumamente sensacionalistas, y elevó a Einstein al rango de estrella mediática, la fama lo alcanzó y se convirtió en una de los científicos más conocidos, por parte del público en general, de la historia.

Pero no solamente esta comprobación develó uno de los misterios de la naturaleza, fue una muestra del espíritu científico en situaciones críticas. Mientras se publica la teoría general de la relatividad y se proponían los métodos para demostrarla, la primera guerra mundial desangraba los jóvenes en los campos de Europa. Los Nacionalismos exacerbados y las actitudes fanáticas e intolerantes fueron obstáculos que algunos de los científicos tuvieron que enfrentar para lograr continuar su comunicación y desarrollo de ideas durante esas épocas, algunos de ellos consideraban que la ciencia y el

conocimiento humano debía estar por encima de las viles miserias e intereses que provocaban el enfrentamiento de los hombres y de los pueblos.

“Einstein y Eddington”, es una película de 2008 que gira alrededor del tema que tratamos en esta pequeña nota, por supuesto en las películas existen muchas “licencias” dramáticas y varios hechos son presentados de una forma muchas veces alejada de la realidad (aunque esté basado en hechos históricos), pero por lo menos refleja en alguna medida parte de lo que se vivió, las dificultades, éxitos y su significado.

Las Lentes Gravitacionales, comprobadas observacionalmente desde hace algunas décadas, son una consecuencia del mismo fenómeno que expusimos previamente y se convierten en una validación más a la teoría. Otros fenómenos más han sido posibles de verificar en estos últimos años, entre ellos la existencia de ondas gravitacionales. Si bien en muchas oportunidades, hubo intentos de desacreditar esta teoría, ya sea por motivos políticos, antisemitas, etc., la Teoría de la Relatividad se mantiene vigente en nuestros días y no se trata de opiniones, si no de comprobaciones experimentales, en definitiva, la manera de verificar nuestras ideas.



**Ilustración 3** Lentes Gravitacionales, los arcos que se aprecian en la fotografía son debido a la luz de una galaxia mucho más alejada que las que se ven en la imagen, las cuales debido a su gravedad desvían la luz de dicha galaxia hacia nosotros, como si de una lente se tratara.

Es importante que el lector comprenda que cuando hablamos en ciencia de teorías, no estamos hablando de hipótesis o especulaciones, se tratan de modelos exhaustivamente comprobados, Un conjunto de principios que nos permiten explicar el comportamiento de la naturaleza y predecir otros, a veces, insospechados. Como todo modelo, estos pueden ser con el tiempo, rebatidos o modificados a medida que nuestro conocimiento aumenta y profundizamos más sobre el mundo en que vivimos, será, entonces, preciso desechar algunas reemplazándolas por nuevas o corrigiendo o restringiendo su alcance.



**Ilustración 4** Einstein y Eddington en el Observatorio de la Universidad de Cambridge, en Inglaterra, fotografía de 1930 (11 años después del eclipse).

Es nuestra sed de conocimiento, nuestra curiosidad interminable y el hecho de que desconocemos mucho sobre el Universo en que vivimos, lo que alimenta la ciencia y nos sumerge en la pasión de la investigación y el deseo de buscar y explorar, sea en los horizontes más alejados, como en la profundidad de nuestros pensamientos.

**Artículo publicado el 27 de mayo, otoño del 2019**

