

El helio a través del Espectro Flash

Luis Alberto Peralta Martínez
Beatriz Regalado Bautista
Rocío Berenice Mena Correa
SECTEI

Resumen

En el presente artículo, se presenta el resultado de las observaciones del Espectro Flash obtenidas por parte del equipo científico Tripulación Tenochtitlán, con un dispositivo conformado por la cámara de un teléfono celular y una rejilla de difracción, durante el eclipse total de Sol del 8 de abril de 2024 en México. La observación se llevó a cabo en la Ciudad de Durango, donde se ofreció la oportunidad de observar y capturar el fenómeno durante la fase total del eclipse. Este dispositivo permite un acercamiento de los estudiantes del nivel medio superior a la Física del Sol.

Palabras clave: Espectro Flash, eclipse total de sol, educación media superior

Se agradecen al Dr. Salvador Carlos Cuevas Cardona su asesoría científica y taller especializado.

Introducción

Docentes de la academia de Física del Instituto de Educación Media Superior (IEMS) realizaron el registro de aspectos de los eclipses solares de octubre de 2023 y abril de 2024 con teléfonos celulares. El objetivo fue construir un dispositivo asequible a estudiantes con la tecnología actual de celulares equipados con cámaras de alta resolución y con aplicaciones avanzadas en adquisición y procesamiento de imágenes. El objetivo fue registrar el Espectro *Flash*.

Tripulación Tenochtitlán nace como equipo científico que, a manera de expedición, busca emular la travesía del ingeniero, geógrafo y diplomático mexicano Francisco Díaz Covarrubias, quien, en 1874, por encargo del presidente Sebastián Lerdo de Tejada, organizó la Comisión Astronómica Mexicana al Japón, para observar el fenómeno celeste del Tránsito de Venus. Esta expedición está descrita en el libro de Marco Moreno (2001) y es una lectura central en los libros clubes de algunos planteles del IEMS.

A manera de contraste histórico entre las experiencias de 1874 y 2024, se quiso mostrar la factibilidad a través de las siguientes preguntas problematizadoras: ¿En 1874 había personas capaces para integrar una comisión astronó-

mica que realizara con éxito la observación del Tránsito de Venus en México?, ¿qué dispositivos de astronomía existían entonces en la Ciudad de México?, ¿era factible el viaje a Japón de la expedición científica?; y en contraste: ¿Qué dispositivos al alcance de estudiantes podrían utilizarse para la observación del eclipse?, ¿cómo incorporar la tecnología de celulares para experiencias de la enseñanza de la Física?, ¿era factible una expedición a la zona de totalidad del eclipse total de 2024?

Durango se encontraba en la zona de la totalidad del eclipse. La Secretaría de Turismo y la Secretaría de Cultura del Estado de Durango brindaron las facilidades para la expedición científica *Tripulación Tenochtitlán*, a la que se incorporaron una profesora especialista en comunicación y una estudiante de la misma especialidad de la UNAM. El centro de trabajo y observaciones fue el Museo Bebeleche.

Teléfonos celulares capturan eclipses: el fenómeno *Flash*

Bajo la asesoría del Dr. Salvador Cuevas Cardona, del Instituto de Astronomía de la UNAM, se exploró el utilizar rejillas de difracción de diferentes tipos, colocados frente a las lentes de las cámaras del celular para conformar un dispositivo y registrar el llamado Espectro *Flash*, creando un espectrógrafo, el cual es un dispositivo utilizado en diferentes ramas de la Física.

Un Espectro *Flash* o Espectro Relámpago es cuando los gases incandescentes que envuelven al Sol y forman su cromósfera emiten luz en ciertas longitudes de onda formando un espectro de emisión (ver Figuras 2 y 3). Este espectro está normalmente oculto por el brillo del Sol que emite un espectro de tipo arcoíris. Su nombre se debe a que es un fenómeno fugaz que se presenta durante un eclipse total de Sol, instantes antes y después de la totalidad; el espectro de tipo arcoíris del Sol casi desaparece y el espectro de emisión de la cromósfera de muy corta duración, sin embargo, puede ser observado con los espectrógrafos. Por lo tanto, para realizar el dispositivo se debió escoger rejillas de difracción apropiadas.

Se utilizaron pedazos de CDs y de rejillas de difracción comerciales de grado científico para experimentar durante el eclipse de octubre de 2023, se encontró que las lentes para fiestas *3D fireworks glasses- Original Laser Viewers* eran apropiadas para fotografiar el espectro de estrellas y de la Luna casi en fase de Luna Nueva. El dispositivo se muestra en la Figura 1.

Estas lentes son rejillas de difracción cruzadas, las cuales fueron calibradas utilizando lámparas de descarga de varios elementos como helio y mercurio de los laboratorios de Física del IEMS y resultaron ser de 200 líneas por milímetro.

Un recuento histórico del Espectro *Flash*

En el eclipse de la India del 18 de agosto de 1869, Jules Janssen (1869) utilizó por primera vez un espectrógrafo para estudiar el Sol. Visualmente encontró una línea amarilla en emisión de una longitud de onda que no coincidía con los espectros de elementos conocidos hasta ese momento en la Tierra. Janssen no puso mucha atención a esto, pues él estaba ocupado demostrando cómo observar las prominencias solares de la cromósfera sin necesidad de hacerlo durante un eclipse, mediante un método que descubrió al usar un espectrógrafo. Sin embargo, Norman Lockyer (1896) sí puso atención a esta línea amarilla a la que llamó *helio*.

Un año después, antes del eclipse de 1870, el astrónomo americano Charles Young razonó que si los gases que cubren el Sol, en la llamada cromósfera, son los que absorben la luz blanca que emite este astro, sí se puede ocultar el Sol, por ejemplo, cuando hay un eclipse, los gases que son incandescentes, deberían emitir sus líneas espectrales características en emisión.

Asimismo, en el eclipse de 1870 en España, Young (1871) observó, con un espectrógrafo que él mismo diseñó, dichas líneas en emisión, donde por supuesto apareció la línea amarilla del helio durante unos instantes, a esto se le llamó: Espectro *Flash*. Las observaciones realizadas por



Figura 1. El dispositivo desarrollado

Nota: Espectrógrafo conformado por una rejilla de difracción y la cámara de un teléfono celular. Foto tomada por la DTI Beatriz Regalado Bautista.

este astrónomo fueron puramente visuales, pero, en 1898 el mismo Lockyer registró el Espectro *Flash*, colocando prismas frente del objetivo de cámaras fotográficas, siendo éste su segundo intento para fotografiarlo. El primero ocurrió durante el eclipse en Brasil de 1893, en el que el espectro no estuvo bien enfocado.

Muchos años antes, Joseph Fraunhofer en 1814 había descubierto, con el primer espectrógrafo de su invención que, al apuntarlo al Sol, su espectro de absorción era un arcoíris con rayas oscuras en algunos colores. Desde entonces éste es el llamado espectro de Fraunhofer (Gutiérrez y Aguilar, 2004).

Hubo muchas discusiones en la comunidad científica acerca de si las líneas de emisión del Espectro *Flash* coincidían con las líneas en absorción de Fraunhofer del Sol. No obstante, fue el astrónomo Samuel Mitchel (1902) quién demostró que Young tenía razón y que las líneas en emisión de Lockyer y de absorción de Fraunhofer eran perfectamente correspondientes.

Muchos años antes, astrónomos profesionales y amateurs dedicados al estudio del Sol han dedicado mucho tiempo para registrar el Espectro *Flash*. La expedición del Instituto de Astronomía de la UNAM para la observación del eclipse de 1991 en La Paz, B.C desarrolló un instrumento especial para obtener un video del Espectro *Flash*. En esos años no se contaba con la tecnología digital actual de las cámaras de los teléfonos celulares.

Captura fotográfica del Espectro *Flash* en Durango

La expedición *Tenochtitlán* fue asignada a cumplir su misión en el balcón del Museo Bebeleche en Durango. Cinco profesores y el asesor de la UNAM colocaron sus lentes *Laser-Viewers* frente a sus celulares y se pusieron a la caza del Espectro *Flash*. (La Figura 1 y la Figura 2 muestran fotografías obtenidas por dos profesores diferentes). Las lentes utilizadas producen 8 espectros alrededor de la imagen del Sol eclipsado, como se puede observar en las siguientes imágenes.

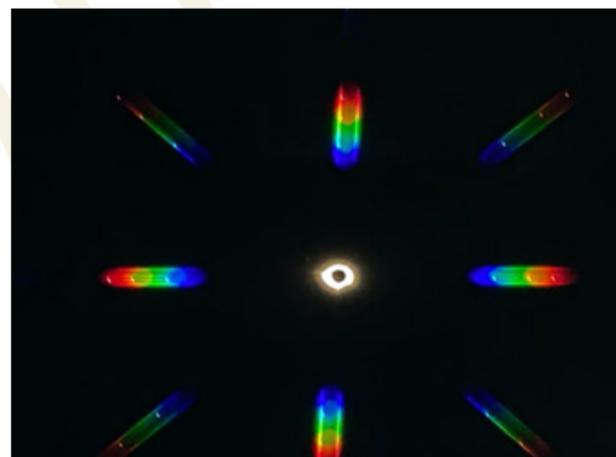


Figura 2. Espectro *Flash* obtenido por la docente Tutora Investigadora (DTI) Martha Ofelia Rivera Hernández.

Nota: Foto tomada en el eclipse del 8 de abril de 2024 en la Ciudad de Durango, México.

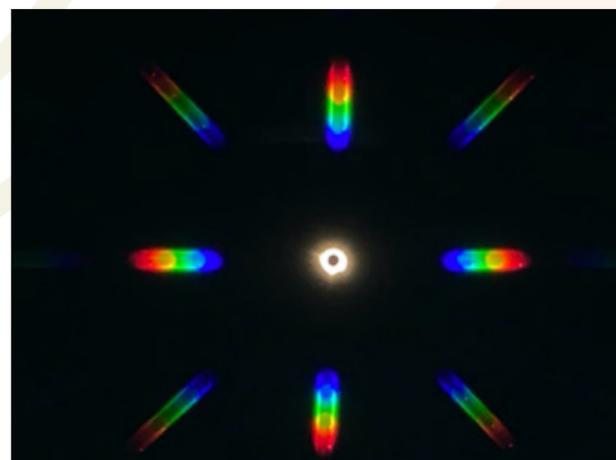


Figura 3. Espectro *Flash* obtenido por DTI Ricardo Hugo Robles Silva.

Nota: Foto tomada en el eclipse del 8 de abril de 2024 en la Ciudad de Durango, México.

En las figuras 1 y 2, se puede observar al centro la corona solar. Los arcoíris en disposición de cruz son los espectros de la cromósfera del Sol. Las líneas curvas brillantes dentro de cada arcoíris son las líneas características, en emisión, del Espectro *Flash* de la cromósfera. Se puede distinguir una curva brillante color amarillo que corresponde a la emisión del helio descubierta por Lockyer en 1870.

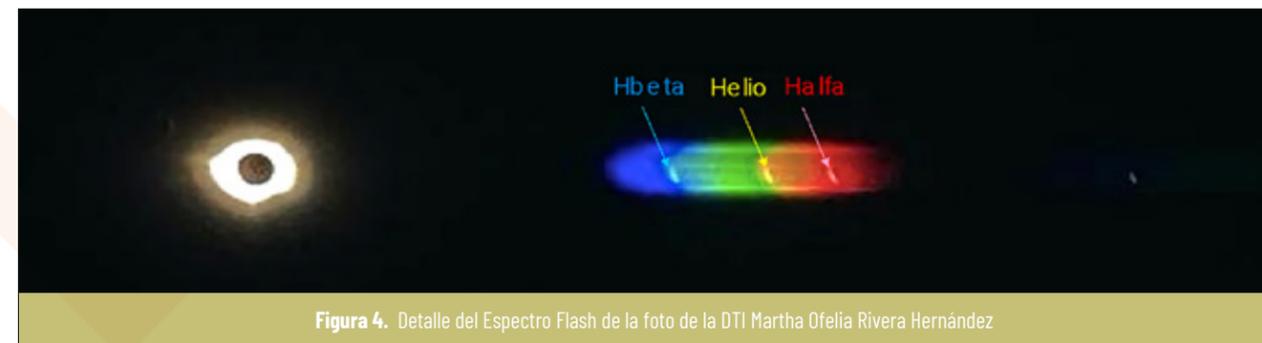


Figura 4. Detalle del Espectro *Flash* de la foto de la DTI Martha Ofelia Rivera Hernández

Nota: Se identifican las líneas espectrales del Espectro *Flash* emitidas por hidrógeno, helio (He), hierro (Fe) y magnesio (Mg). Foto de Salvador C. Cuevas Cardona obtenida el 8 de abril en la Ciudad de Durango con el dispositivo de la Figura 1.

El ambiente durante la Totalidad

Los cielos del estado de Durango fueron el escenario perfecto para hacer contraste con los fenómenos que precedieron al eclipse total conocido como el anillo diamante, la transformación del color del ambiente en diferentes tonalidades: morado, azul, violeta que iluminaban la atmósfera y por supuesto las perlas de Baily y la corona solar.

Alrededor del museo se reunieron danzantes de Sol y Luna con caracolas marinas, para emular los sonidos en el eclipse total de Sol, que en abril de 1325 E.C. precedió la Fundación de México Tenochtitlán y que sucederían en la tradición de la cuenta calendárica mesoamericana.

El dispositivo utilizado en la Ciudad de México

El dispositivo desarrollado fue utilizado no solamente por los profesores de la *Tripulación Tenochtitlán* en la Ciudad de Durango durante la totalidad, también fue utilizado por los estudiantes de Física del IEMS planteles Tlalpan 1, Cuajimalpa, Gustavo A. Madero 1, Azcapotzalco 1 y Milpa Alta en la Ciudad de México.

No se esperaba que con este se obtuviera un Espectro *Flash*, pero sí que obtuviera el espectro tipo arcoíris del Sol con sus propios celulares y la misma rejilla de difracción para fiestas *3D fireworks glasses- Original Laser Viewers*, utilizada por la *Tripulación Tenochtitlán*.

Conclusiones

Los cielos azules y radiantes de Durango brindaron la atmósfera transparente que permite observaciones astronómicas favorables a muy largas distancias con posibilidad de nubosidad baja, el escenario perfecto para hacer contraste con los fenómenos que precedieron al eclipse total, conocidos como el anillo de diamante, la transformación del color del ambiente en diferentes tonalidades: morado, azul, violeta (una tenue percepción de fusión de colores) que iluminaban la atmósfera y las perlas de Baily.

Todos los docentes tomaron posición para la captura esencial del fenómeno *Flash*, con el uso de teléfonos inteligentes y la rejilla de difracción para fiestas *3D fireworks glasses- Original Laser Viewers* para la captura del fenómeno celeste. Este dispositivo como enfoque novedoso para observar el Espectro *Flash* y estudiar la cromósfera del Sol obtuvo resultados efectivos.

Valió la pena la ruta en carretera de más de doce horas, y la estrategia de tecnología celular con rejilla de difracción frente a dioses antiguos (el Sol y la Luna). Ahora se sabe que los estudiantes pueden capturar en un instante un fenómeno esperado por casi 700 años desde la Fundación de México Tenochtitlán, en la medida astronómica de los pueblos antiguos: mayas, mexicas, zapotecas, teotihuacanos, xochicalcas y mixtecos, entre otros. Elevar la mirada al cielo ha dado el fruto de fotografías para *National Geographic*.

Como docentes, se comprueba que este dispositivo tiene un inmenso potencial para acercar a los estudiantes a las observaciones solares, lunares y celestes, fomentar colaboraciones científicas y estudiar otros fenómenos además de un eclipse total de Sol como relámpagos y meteoritos.

Tripulación Tenochtitlán:

Líder de la expedición científica:

Dr. Salvador C. Cuevas Cardona.

Organizadora de la expedición:

DTI Beatriz Regalado Bautista.

Investigadores: Martha O Rivera Hernández., Jorge L. Nájera, Ricardo H. Robles, Luis A. Peralta Martínez.

Equipo de comunicación:

Cronista Oficial:

DTI Rocío Berenice Mena Correa,

Edición:

Cecilia Valeria Méndez Villa /ayudante de Investigador de la UNAM y Roberto Heredia Vázquez.

Referencias

Gutiérrez Albores, L. y Luna Aguilar, E. (2004). Telescopios e instrumentación para la observación astronómica. *Revista Digital Universitaria* 5(4). <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num4/art23.html>

Janssen, J. (1869). Sur l'étude spectrale des protuberances solaires. *Comptes rendus Academie des Sciences*, 68, 95.

Lockyer, J.N. (1896). The story of Helium. *Nature*, (53), 342-346.

Mitchel, S.A. (1902). The Flash Spectrum. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 14(84), 75.

Moreno Corral, M. (2001). *Odisea 1879 o el primer viaje internacional de científicos mexicanos*. Fondo de Cultura Económica.

Young, C. (1871). Spectroscopic Observations of the American Eclipse Party in Spain. *Nature*, (3), 261-262.

Ficha de autor y autoras

Luis Alberto Peralta Martínez

luisalberto.peralta@iems.edu.mx

Licenciado en Ingeniería Física por la UAM-A con una Maestría en Educación por UNID. Once años de experiencia a Nivel Universitario en distintos programas de Ingeniería, impartiendo clases de Física y Matemáticas, tanto en el sector educativo público y privado. En los últimos 5 años, imparte las asignaturas de Física en Nivel Medio Superior y de Matemáticas. Durante dos años aplicó sus conocimientos en una empresa de transporte como Coordinador de Logística. Desde 2023 es DTI de Física en el IESM CDMX.

Beatriz Regalado Bautista

beatriz.regalado@iems.edu.mx

Ingeniera en energía por la UAM-I. Trabajó como consultora de ahorro de la energía en iluminación e implementación del proyecto en el IPN en 1993. Trabajó en el Grupo Industrial Resistol S.A. (GIRSA) como administradora de proyectos en la Gerencia de procesos, Ahorro de Energía Propiedad Industrial de 1996 a 1999. En 1999 a 2001 fue responsable de la propiedad industrial en el CDI, Centro de Investigación y Desarrollo de GIRSA. Desde 2005 es DTI en Física en el IEMS CDMX.

Rocío Berenice Mena Correa

rocio.mena@iems.edu.mx

Narradora escénica, locutora radiofónica en el IMER, con el programa para infancias *La Imaginave*. Es Berenjena Solar y Calabaza Lunar en el medio narrativo. En poesía ha ganado premios en poesía erótica, en el premio Antonio Alatorre. Actualmente está en proceso de edición dos poemarios: *Oráculo de Libaciones* y *Tostado kakow Hach Barum* de la cosmogonía maya. Divulgadora de la ciencia y dramaturga científica. DTI en la Academia de Lengua y Literatura del IEMS del 2005 a la fecha.