



***OTRAS COMUNICACIONES
ALGO MÁS QUE CIENCIA
Los retos de la astronomía: Un paseo fascinante por el cosmos***

Los Pilares de la Creación, Nébula del Águila. Imagen tomada por el telescopio Webb.
Imagen tomada de https://commons.wikimedia.org/wiki/File>New_view_of_the_Pillars_of_Creation_%E2%80%94_infrared_Heic1501b.jpg

ALGO MÁS QUE CIENCIA

LOS RETOS DE LA ASTRONOMÍA: UN PASEO FASCINANTE POR EL COSMOS

*“No existe lo desconocido, solo lo temporalmente oculto.”
Capitán James T. Kirk, Star Trek OTS (the original series)*

Desde tiempos remotos, los seres humanos han observado el cielo nocturno y se han maravillado con el cúmulo de luces que lo engalanán. Y qué decir de los dos cuerpos celestes que por su magnificencia han motivado a hombres y mujeres de todas las culturas a tratar de explicar su origen. Ya desde los albores de la civilización, los humanos se habituaron a vivir períodos regulares de luz y oscuridad y entendieron cuán importante es el Sol para la vida en este planeta. También se embelesaron con la imagen de la Luna que casi todas las noches adorna el cielo.

Quizá también se preguntaron por qué el Sol, ese enorme disco amarillo aparece en un extremo del horizonte y se oculta por el otro extremo y por qué nunca se ve durante ese periodo de oscuridad que ahora llamamos noche. Y qué decir de ese otro vigilante, aún más enigmático, al que ahora llamamos Luna, y que parece tener un carácter juguetón y voluble. Prefiere aparecer con la oscuridad, pero en ocasiones se le puede ver apenas dibujada en el cielo durante lo que llamamos día. Y no siempre es un círculo plateado, a veces se ve dorada o se tiñe de rosa, naranja o rojo. Y quizás lo más desconcertante, no siempre está ahí y no siempre se ve completa.

Seguro que todos, en algún momento, nos hemos preguntado de qué está hecha esa bóveda celeste, por qué se ven tantas luces en la noche, por qué algunas parecen temblar y por qué, de vez en vez, algún objeto muy brillante cruza el cielo rápidamente dejando una estela luminosa a su paso.

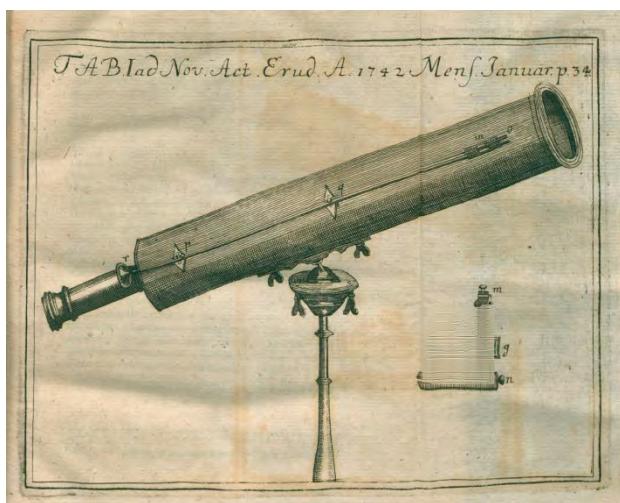
Hoy conocemos la respuesta a muchas de estas interrogantes, pero no hemos agotado las preguntas, y éstas son cada vez más y más complejas: ¿Qué tan

lejos están las estrellas? ¿Qué las sostiene en su lugar? Hoy sabemos que el universo se está expandiendo, pero ¿a qué velocidad se expande y cuáles son las consecuencias de esa expansión para nuestro Sistema Solar y la vida en la Tierra? ¿Esa expansión será indefinida o se detendrá en algún momento? ¿Habrá vida en otros mundos? En *Los retos de la astronomía*, su autora, Julieta Fierro, física, astrónoma y divulgadora científica mexicana, aborda muchas de estas preguntas y explica cómo se han resuelto o qué se está haciendo para responderlas.

Julieta Fierro inicia este viaje recordándonos que hubo un tiempo en la historia de la humanidad en que las explicaciones sobre el universo provenían de la observación, pero estaban matizadas y filtradas por las cosmologías poéticas y míticas de las civilizaciones antiguas. Por ejemplo, cita la autora, los hindúes imaginaban que la Tierra se sostenía sobre tortugas estelares o los egipcios creían que sus dioses celestiales devoraban y parían al Sol en un ciclo inexorable. Y poco a poco la curiosidad, el ingenio y la observación sistemática y disciplinada dio paso a explicaciones sustentadas en hechos documentados. La autora describe cómo los griegos, sin ayuda de instrumentos ópticos –es decir, sólo con su vista– dedujeron la esfericidad de la Tierra y calcularon su circunferencia, y cómo Copérnico y Galileo demostraron que nuestro planeta orbita el Sol, modificando así la idea de que la Tierra era el centro del universo. Los descubrimientos de la ciencia moderna nos llenan de asombro, pero es aún más admirable lo logrado por los hombres de antaño quienes sólo contaban con el deseo enorme de entender el cómo y el por qué del comportamiento de lo que llamamos universo.

La tecnología ha hecho posible ver lo “invisible”.

El ojo humano sólo es capaz de captar una pequeña parte del espectro de ondas electromagnéticas; por esta razón, inicialmente la exploración del universo se limitó al estudio de lo que el sentido de la vista podía registrar. Esta realidad ha cambiado gracias a la tecnología. Como lo detalla la autora, la invención y evolución de los telescopios, desde los refractores usados por Galileo hasta los gigantes reflectores terrestres y los sofisticados telescopios espaciales –como el Hubble o el James Webb–, han transformado nuestra capacidad para estudiar el espacio. Ahora es posible captar la radiación que proviene del cosmos en casi todo el espectro electromagnético y a partir del análisis de esta información, lo invisible ha sido revelado.



Telescopio reflector, en *Acta Eruditorum, Construction d'un telescope par reflexion, de Mr. Newton*,Imagen tomada de https://es.wikipedia.org/wiki/Telescopio_reflector#/media/Archivo:Acta_Eruditorum - I cannocchiali, 1742 %E2%80%93 BEIC_13406600.jpg

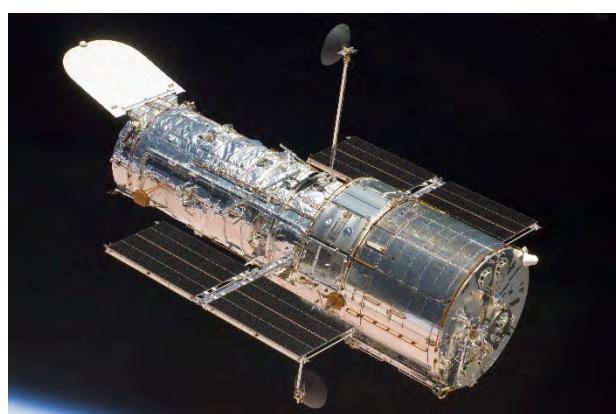
La autora explica que diferentes tipos de radiación, como las ondas de radio, microondas, infrarrojo, luz visible, ultravioleta, rayos X y rayos gamma, revelan distintas propiedades y conductas de los cuerpos celestes, conductas que van desde la aparición de nubes de gas frío hasta las colisiones de hoyos negros. La espectroscopia, análisis de la gama de colores de los astros, es una herramienta poderosa para determinar la composición química, temperatura, densidad, y velocidad a la que migran estrellas y galaxias. Además, la autora explica cómo el radar, la paralaje estelar y el estudio de estrellas variables, conocidas somo las cefeidas, y supernovas Tipo Ia han permitido a los astrónomos calcular distancias cósmicas cada vez más precisas, y han ampliado la frontera de lo que podemos observar e interpretar.

Vida más allá de la Tierra. En *Los Retos de la Astronomía*, Julieta Fierro nos comparte los esfuerzos que se están haciendo para localizar formas de

vida extraterrestre. Aquí vale la pena reflexionar que cuando se habla de vida extraterrestre, generalmente se parte del concepto de “vida como la conocemos”. En su texto, la autora destaca que una característica fundamental de la vida, tal como la conocemos, es el consumo de energía y nutrientes. Entonces, para que este tipo de vida pueda surgir, se necesitan condiciones específicas: agua líquida, una fuente de energía y abundantes elementos químicos más pesados que el hidrógeno y el helio (elementos como el carbono, el nitrógeno, y el oxígeno, entre otros).

La autora llama la atención sobre el hecho de que ahora se sabe que hay exoplanetas (algunos de los cuales orbitan en la “zona habitable” de sus estrellas), e incluso algunas lunas en nuestro propio Sistema Solar (como Europa y Encélado), que tienen océanos subterráneos en los que hay evidencia de la presencia de moléculas orgánicas. Se discute la Ecuación de Drake, que calcula la probabilidad de encontrar civilizaciones inteligentes en nuestra galaxia, considerando factores como la formación de estrellas, planetas con agua y el desarrollo de radio-tecnología. También se menciona el proyecto SETI, dedicado a la detección de ondas de radio de origen inteligente, esto a partir de lo que los humanos definimos como inteligencia.

Según Julieta Fierro, parece haber consenso entre los científicos en que las probabilidades de encontrar vida son mayores en los mundos que rodean a las estrellas enanas rojas. Este tipo de estrellas tienen un periodo de vida más largo y esto podría ofrecer el tiempo necesario para que la vida evolucione y forme civilizaciones. Sin embargo, la autora también refiere que el criterio para determinar si un ambiente es propicio para que aparezca vida y ésta evolucione ha cambiado en los últimos años. Esto es cierto incluso aquí en la Tierra donde se ha encontrado vida en ambientes por lo más hostiles, como es el caso de los extremófilos, organismos que prospere-



Hubble visto desde el transbordador Atlantis. Imagen tomada de <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6833680>

ran en lugares en donde hasta hace unas décadas se pensaba que era imposible encontrar vida. Estos hallazgos expanden nuestra imaginación sobre dónde y cómo podría evolucionar la vida.

El tiempo, la distancia, y la comprensión del universo. En *Los retos de la astronomía*, Julieta Fierro nos confronta con las escalas incomprensibles de tiempo y distancia del universo. Usando ingeniosas analogías y explicaciones claras, aprendemos que la luz de los astros tarda tiempo en llegar a nosotros, esto significa que las imágenes que vemos y la información que podemos obtener de ellas nos muestran el pasado del evento examinado. Por ejemplo, si observamos una galaxia a 15 millones de años luz, no la vemos como es ahora sino como era hace 15 millones de años y entre más distante esté la región estudiada, más remoto es el pasado observado. Así, si observamos una galaxia cercana, ésta se verá bien estructurada; en cambio las galaxias distantes aparecen amorfas y pequeñas, porque la imagen que recibimos corresponde a cuando todavía no se habían formado sus brazos espirales.

Esta "ventana al pasado" nos permite estudiar la evolución cósmica directamente, comparando galaxias cercanas (jóvenes) con las más distantes (antiguas y amorfas). Para medir estas distancias colosales, los científicos utilizan algunos fenómenos estelares como referentes o "velas estándar"; tal es el caso de las estrellas variables conocidas como cefeidas y las supernovas de Tipo Ia, cuya luminosidad conocida permite calcular las distancias a galaxias enteras. Estas mediciones, junto con la observación de que las galaxias más distantes se alejan a mayor velocidad, confirman que vivimos en un universo en expansión acelerada. Esta expansión también explica por qué el cielo nocturno es oscuro (la luz de muchos astros distantes aún no ha llegado a nosotros) y por qué la radiación del universo temprano, que alguna vez fue luz visible, ahora la registramos como microondas de fondo.

El futuro y la evolución del conocimiento. La astronomía, como toda ciencia, busca predecir el futuro bajo hipótesis constantemente probadas. En las páginas de *Los retos de la astronomía*, la autora nos presenta una visión del futuro cósmico tan fascinante como inquietante: en unos cuatro mil millones de años, probablemente la galaxia de Andrómeda se fusionará con la Vía Láctea, y formará una gigantesca galaxia elíptica. Y dado que vivimos en un universo en expansión acelerada, llegará un momento en que no veremos más allá del contenido de nuestra galaxia, el resto se habrá alejado tanto que la luz de los objetos no podrá surcar las inmensas distancias intergalácticas.

A largo plazo, en el universo en expansión acelerada ya no habrá gas disponible para formar estrellas; en consecuencia, las galaxias se irán apagando. Según la autora, se especula que en algunos trillones de años, los protones podrían desintegrarse y los hoyos negros se evaporarían; y si esto sucede, dejarán un cosmos frío, diluido y dominado por ondas de radio de baja energía.

Composición del universo. Este futuro incierto se relaciona con la enigmática energía oscura, responsable de la expansión acelerada del universo y que constituye la mayor parte de su contenido. De hecho, de acuerdo con la autora, los científicos estiman que el 70% del universo es energía oscura, se desconoce su composición; el 26% es materia oscura, no se conoce su composición, pero se ha inferido su existencia pues su gravedad es responsable de mantener unidas a las galaxias y atraerlas a los filamentos de la telaraña cósmica. Poco menos del 4% es materia común, átomos de elementos encontrados en la Tabla Periódica. La luz que emite esta materia es la que nos ha permitido examinar lo que hay en el universo. Los planetas, satélites y otros cuerpos celestes reflejan esta luz y es por eso que podemos verlos y, por tanto, saber de su existencia; también es gracias a esta luz que sabemos que existen estrellas y que se agrupan en galaxias. Finalmente, un minúsculo 0.005% es radiación electromagnética (ondas de radio, microondas, infrarrojo, luz visible, ultravioleta, rayos X, y rayos gamma), pero lo realmente sorprendente es que casi todo lo que se sabe del universo proviene del análisis de ese minúsculo 0.005%.

La autora también introduce el concepto del multiverso, sugiriendo que nuestro universo podría ser parte de un conjunto infinito de universos paralelos con leyes físicas diferentes, y concluye que el universo, y nuestras ideas sobre él están en con-



Esta imagen compara y contrasta los Pilares de la Creación vistos por los telescopios Hubble, a la izquierda, (luz visible) y Webb, a la derecha, (luz infrarroja cercana). Imagen propiedad de la NASA, disponible en <https://science.nasa.gov/asset/webb/pillars-of-creation-hubble-and-webb-images-side-by-side/>

tinua evolución. En su opinión, vivimos en un gran momento de la evolución cósmica, porque el universo es lo suficientemente denso como para que lo observemos; están naciendo estrellas nuevas y la energía que producen nos permite estudiarlas. Según Julieta Fierro, la astronomía es un área del conocimiento fascinante que tiene el poder de sorprendernos e inquietarnos porque constantemente nos recuerda nuestra pequeñez y, a la vez, la grandeza de nuestra capacidad de razonar y cuestionar. Esta capacidad es lo que ha llevado a la humanidad a un perpetuo estado de búsqueda de respuestas y reinención del conocimiento.

Finalmente, *Los retos de la astronomía* es, sin duda, una invitación a la lectura de textos científicos que contribuyan a incrementar el conocimiento y la cultura personal. Sin importar si se es un aficionado que disfruta mirando las estrellas o alguien que considera iniciar una carrera en física o astronomía, este libro abre puertas a un mundo asombroso cuya fascinación seguramente perdurará en la memoria mucho después de haber terminado su lectura.



Rosa María Lozano Ortigosa
Edición de Estilo de la REB
rosamaria_lozano@hotmail.com



Julieta Norma Fierro Gossman (1948-2025), física, astrónoma y divulgadora científica mexicana. Fue investigadora del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y profesora de la Facultad de Ciencias de esa misma institución. En 2003, fue nombrada miembro de número de la Academia Mexicana de la Lengua, donde ocupó la silla XXV. Su investigación se concentró en la materia interestelar, y sus trabajos más recientes fueron sobre el sistema solar. Su trayectoria como divulgadora de la ciencia fue más que destacada, escribió más de 20 libros de divulgación científica, participó en programas de radio y televisión cuyo propósito era despertar el interés por la ciencia, participó en el diseño de museos dedicados a la ciencia y la tecnología en México y en el mundo.

Julieta Fierro recibió numerosos premios y reconocimientos nacionales e internacionales, así como varios doctados *honoris causa*. En México, varios laboratorios, bibliotecas, planetarios, sociedades astronómicas y escuelas llevan su nombre. Imagen tomada de <https://www.flickr.com/photos/culturacdmx/53756476829/in/photostream/>

Referencias

Fierro J. Los retos de la Astronomía. Primera ed. México. Universidad Nacional Autónoma de México, 2019 ISBN: 978-607-30-2620-8. Material también disponible en línea https://www.cch-naucalpan.unam.mx/RDP/academiacpj/losretosdelaastronomia_web.pdf

Materiales sugeridos para abundar en los temas tratados en *Los retos de la Astronomía*

J Edelstein. El universo como palimpsesto: huellas de lo invisible [Internet] DocuZone 2003 Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=YfoHYbezD7A>

Cardiel N. Midiendo el universo [Internet] Planetario en casa. Universidad Complutense de Madrid, 2020. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=TSMI3nFsxJI&t=51s>

The universe. Dark matter/Dark energy. Documental [Internet] Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=tQ6LL9OHClo&t=867s>

Rodríguez A. Materia oscura y energía oscura: los grandes misterios actuales [Internet]. Serie de conferencias Conoce el Universo, Instituto de Astronomía de la UNAM 2014 www.astroscu.unam.mx Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=9QOOaUaBds0>