

# Diálogos

del

Consejo de Ciencia  
y Tecnología del  
Estado de Tabasco

61

diciembre

2020



# ¿Qué es Diálogos?

"Diálogos" es una publicación cuatrimestral del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco, que responde a la necesidad de propiciar un espacio para el libre tránsito de las ideas, inquietudes, opiniones, análisis y reflexiones en torno a la ciencia, la tecnología y la innovación, y su relación con la sociedad, en aspectos tales como educación, ética, comunicación, desarrollo y bienestar, entre otros.

Es un proyecto de continuidad, que permite la promoción de la actividad científica en el Estado, y el fomento a la cultura científica, como estrategia de impulso a la información, difusión y divulgación del conocimiento científico, en relación con la publicación de revistas periódicas de difusión y divulgación, y hacer accesible al público no especializado el conocimiento científico.

La Revista "Diálogos" representa el punto de partida de un esfuerzo editorial del CCYTET, orientado a proponer, desarrollar y consolidar un vínculo de comunicación, así como a formar opinión en torno a la expectativa social que identifica a la investigación científica y al desarrollo tecnológico con una oportunidad de mejorar el nivel de vida, en general, constituyendo un espacio de análisis y reflexión sistemáticos acerca de temas relacionados con la actividad científica y tecnológica.

La Revista "Diálogos" tiene actualmente un tiraje de 1,200 ejemplares y se distribuye por suscripción gratuita, vía postal, dentro del territorio nacional, y el extranjero. El listado de suscriptores compromete la distribución casi total de su tiraje.

## Políticas y Normas Editoriales

### Política Editorial

Los textos publicados en "Diálogos" deberán estar orientados hacia el análisis y la reflexión en torno a los diversos aspectos que caracterizan la relación ciencia-tecnología-sociedad, tales como: educación, ética, desarrollo, bienestar, género, divulgación, etc.

Se sugiere ubicar los análisis y reflexiones preferentemente en el contexto local, aunque también se aceptan los de carácter nacional y general. Principalmente relacionarlo con líneas de investigación que se desarrollan en nuestra entidad, permitiendo la reflexión y opinión directa del autor.

Como es una revista de análisis y reflexión, los artículos son escritos por una sola persona. En caso de que el artículo sea enviado en colaboración, sólo se tomará en cuenta el primer autor.

Los artículos serán evaluados, invariablemente, por especialistas revisores de "Diálogos", órgano de arbitraje que determinará la publicación de las mismas, bajo los siguientes criterios preponderantes: calidad, precisión de la información, interés general, y lenguaje claro y comprensible.

Los textos sometidos a la consideración del Comité Editorial de "Diálogos" deberán ser originales y no estar siendo considerados para publicarse en ningún otro medio, bajo el entendido de que los derechos de autor sobre la publicación se transfieren a la revista.

En caso de estimarlo conveniente, el Comité Editorial de "Diálogos" podrá incluir en cada número, textos aportados por invitación y/o la reproducción autorizada de artículos anteriormente publicados en otro medio, impreso o electrónico.

El Comité Editorial de "Diálogos" determinará la temática de cada número, por lo que la publicación de los trabajos no seguirá, necesariamente, el orden de su aceptación.

Las opiniones vertidas en los discursos y artículos publicados en Diálogos, no reflejan necesariamente las del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco, y su contenido es responsabilidad exclusiva del autor o autores.

Continúa en 3ra. de Forros

**Los nuevos retos de la divulgación de la ciencia: Educación STEAM**

Mtra. Derly González González

**4**

**Los Museos y la Divulgación de la Ciencia por la Igualdad**

Dr. Ernesto Márquez Nerey

**10**

**Inclusión, reto de Museos y Centros de Ciencia**

Dra. María Yazmín Hernández Arellano

**16**

**Las Biorefinerías y su potencial desarrollo en Tabasco**

Dr. Jorge Martínez Herrera / Mtra. Elizabeth Argüello García

**22**

**Entrevista**

**En México seguimos avanzando en divulgación científica**

Entrevista a la Mtra. Lourdes Patiño Barba  
Expresidenta de la Sociedad Mexicana para la  
Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICyT)

**28**

**Columna**

**Divulgar ciencia entre terraplanistas del siglo XXI**

Julieta Montelongo de la Parra

**35**

**El objetivo 17**

Dra. Julia Tagüeña

**37**

**SECCIÓN NUEVOS TALENTOS**

\*Divulgación científica, semilla del conocimiento

**40**

\* Del amor a la astronomía

**42**

# Índice



**Director**  
Miguel Chávez Lomelí

**Coordinador Técnico**  
Alejandro García Muñiz

**Directora de Vinculación,  
Investigación y Desarrollo**  
Norma Lucía Reyes Zapata

**Director de Formación de Recursos  
y Apoyo a Investigadores**  
Gerardo Humberto Arévalo Reyes

**Directora de Apropiación Social  
de la Ciencia y la Tecnología**  
Miriam Areli Velázquez Aquino

## Diálogos

del  
Consejo de Ciencia  
y Tecnología del  
Estado de Tabasco

### Equipo Editorial

**Editor Responsable**  
Katia Herrera Xicoténcatl

**Asistente Editorial**  
Jesús Antonio Pascual

**Diseño**  
Ricardo Torres Baños

**Maquetación de portada**  
Erick Canul Rodríguez

*Diálogos del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco*, No. 61, diciembre de 2020, es una publicación cuatrimestral editada por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco (CCYTET) / Editor Responsable: Katia Herrera Xicoténcatl, Coordinación de Información y Divulgación Científica. Reserva de Derechos 04-2013-053012453200-102, ISSN: 1665-3505, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor / Diseño: Ricardo Torres Baños / Toda correspondencia deberá dirigirse al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco / Calle Dr. Lamberto Castellanos Rivera No. 313, Col. Centro, C.P. 86000 Villahermosa, Tabasco, México. / (993)1420316 al 18

Correo Electrónico: kherrera@ccytet.gob.mx las opiniones vertidas en los discursos y artículos de la presente edición no reflejan necesariamente las del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco ni las del Gobierno del Estado de Tabasco, y su contenido es responsabilidad exclusiva de los autores.

Queda prohibida su reproducción parcial o total salvo previa autorización.

## Presentación

Ha llegado el mes de diciembre de este 2020, que sin duda alguna quedará marcado para la historia de la humanidad, como un año de enormes retos y que obligó a replantearnos nuestro estilo de vida, para algunos con un alejamiento social posible, con reuniones virtuales como paliativo, aunque para otros, los que no pueden permitirse el aislamiento sin renunciar al sustento económico, además de las medidas de precaución (cubrebocas, gel antibacterial, alcohol y sana distancia) ha constituido una dura experiencia, solo reducida por la esperanza de que 2021 sea mejor.

En esta edición, estimados lectores, encontrarán una múltiple reflexión sobre la divulgación de la ciencia: los retos, los alcances, las acciones y los avances en los últimos veinte años. En una primera intención, esta publicación estaría asociada (sincronizada tal vez sería un buen término) al XXIII Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Técnica, que bajo el tema "Retos de la divulgación de la ciencia ante la igualdad, la diversidad y la inclusión", se celebraría en el mes de noviembre en Villahermosa, Tabasco.

Desafortunadamente, la emergencia sanitaria orilló al comité organizador a posponer este encuentro para el próximo año. Así, las perspectivas que sobre la temática del Congreso hemos incluido en este número, quedarán como un espléndido preparativo a las discusiones por venir, enriquecedoras, como en todos los eventos que organiza la Sociedad Mexicana de la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C. (SOMEDICYT).

Así, Derlly González González, integrante de la SOMEDICYT, colabora en esta edición con el artículo Los

nuevos retos de la divulgación de la ciencia: Educación STEAM, que integra ciencia, tecnología, educación, artes y matemáticas, en el cual aborda la necesidad de crear estrategias enfocadas a compartir el conocimiento de una forma atractiva, donde este movimiento, que implica un trabajo transdisciplinario de las áreas científicas y artísticas, puede ser un gran aliado para una labor colaborativa entre divulgadores, educadores e investigadores.

Por su parte, el Presidente de la SOMEDICYT, Ernesto Márquez Nerey, hace una aportación con Los Museos y la Divulgación de la Ciencia por la Igualdad, en donde expone que durante la contingencia del COVID-19, estos centros en México re-dirigieron sus actividades de forma virtual. Un momento que ha servido para replantear los desafíos actuales, así como para observar la forma en que han realizado medidas para ofrecer sus contenidos a diversos grupos. En su análisis, cita las tareas por realizar con la finalidad que todo ese cúmulo de experiencias, servicio y transmisión del conocimiento, en un constante afán de mejora, llegué a más públicos.

María Yazmín Hernández Arellano, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) participa con Inclusión, reto de Museos y Centros de Ciencia. En este texto profundiza sobre lo que implica para los museos de ciencia transitar hacia la inclusión, entendida como un proceso que conlleva a eliminar no sólo barreras físicas, sino también sociales y cognitivas para permitir el acceso de las personas al conocimiento científico.

Ya en otra arista de nuestra labor de divulgación, incluimos en este número Las Biorefinerías y su potencial

desarrollo en Tabasco un artículo en el cual Jorge Martínez Herrera del INIFAP y Elizabeth Argüello García de la UPCH exponen que debido al impacto ambiental que genera el uso de combustibles fósiles, se ha estimulado la búsqueda de insumos energéticos renovables, más eficientes y amigables con el ambiente. Tal podría ser el caso de las biorefinerías, para el aprovechamiento de residuos en la producción de biocombustibles y energía con beneficios económicos, ambientales y sociales para el estado.

En la entrevista, presentamos En México seguimos avanzando en divulgación científica, una charla con Lourdes Patiño Barba, ex Presidenta de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT), que nos aporta datos para analizar sus logros y los retos para los próximos años.

En las columnas, en esta ocasión, Julieta Montelongo de la Parra, autora de más de 60 libros para niños y jóvenes y ex directora de la Revista Chispa, escribe Divulgar ciencia entre terraplanistas del siglo XXI.

Por su parte, Julia Tagüeña, Premio Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Técnica 2020, hace una valiosa aportación con su columna sobre El objetivo 17.

En la sección Nuevos Talentos, publicamos la historia de Erika Fernanda Pérez Rivera, estudiante de la licenciatura en física por la Facultad de Ciencias de la UNAM, y cuyo amor a la divulgación de la ciencia la ha llevado no sólo a realizar múltiples actividades en este ámbito, sino a obtener becas e incluso a realizar su tesis sobre este tema.

La segunda nota trata sobre Héctor del Ángel Ramírez Cruz, estudiante de la licenciatura en física biomédica de la UNAM, quien desde Nibiru, el Club de Astronomía de esa facultad, comparte su gran afición a las observaciones astronómicas a través de talleres, conferencias y campamentos.

Cerramos este breve recorrido por el número 61 asomándonos a dos infografías del proyecto interinstitucional La Liga de la Salud, presentando dos personajes: un médico especialista y un enfermero, quienes se encuentran en la primera línea de atención ante el coronavirus. La Liga de la Salud es una estrategia de comunicación de la ciencia, diseñada desde el CCYTET en una amplia alianza multi-institucional, cuyo objetivo es fortalecer la cultura científica ante la emergencia sanitaria provocada por la pandemia COVID-19 a través de productos de comunicación pública de la ciencia que promueven el reconocimiento y la valoración de la actividad científica y del personal involucrado en la atención de la pandemia. Fue realizada con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través de la Convocatoria para proyectos de acceso universal al conocimiento ante la emergencia covid-19.

Esperamos que este número le sea de utilidad, así como incentivo para la reflexión y el análisis. Le recordamos que estamos abiertos a sus comentarios y sugerencias.

Para finalizar, le deseamos unas felices fiestas y un próspero año nuevo.

**Miguel O. Chávez Lomelí**  
Director General del CCYTET

# Los nuevos retos de la divulgación de la ciencia: educación **STEAM**



*"El problema de la divulgación de la ciencia es de gran complejidad. Atacarlo es tan difícil como apuntar a un blanco móvil. La divulgación es una labor que no admite una sola definición y que además, cambia según el lugar y la época. Para unos divulgar sigue siendo traducir; para otros enseñar de manera amena, o informar de manera accesible; se dice también que divulgar es tratar de reintegrar la ciencia a la cultura"*  
(Sánchez-Mora. 1995, p. 9). <sup>1</sup>

Para hablar de los retos de la divulgación de la ciencia en el escenario actual, es importante recordar que ésta ha venido acompañada a lo largo de su historia por dos problemáticas principales, aunque no únicas: primera, la brecha hasta hoy insalvable entre los avances de la comunidad científica y su transmisión a la sociedad, con todos los componentes socio-culturales y económico-políticos que esto implica; segunda, la permanente necesidad de formación profesional y actualización de los divulgadores, que involucra una multiplicidad de factores debido a los muy diversos niveles y ramas de conocimiento, además de la variedad de significados que en la práctica se aplica al término "divulgación".

En cuanto a la primera dificultad se podría pensar que la "joven" revolución informática y de las telecomunicaciones, encabezada con internet, sería el factor que anularía el desfase entre la producción de avances y su divulgación. Sin embargo, esto no ha ocurrido y como se ha revelado en estudios de organismos e investigadores en todo el mundo, la "rapidez" y "facilidad" con que se publican "noticias científicas" ha traído sus propias consecuencias, especialmente relacionadas con la confiabilidad de la fuente, la responsabilidad, la veracidad y la calidad de los contenidos.

La modalidad de debate "casi instantáneo" que ha surgido a partir de los blogs y otras redes sociales, al permitir el acceso a todo público interesado, ha traído como resultado que la comunicación científica sea más fluida que nunca. Este escenario, si bien puede traer riesgos como la inadecuada interpretación de datos por parte de los "no expertos", se puede aprovechar para apoyar el avance del trabajo de los investigadores, y por ende, ayudando a orientar un "nuevo papel" de los divulgadores.

Esto se relaciona directamente con la segunda problemática para la divulgación: la de la profesionalización, ya que adquirir y perfeccionar habilidades relacionadas con el uso de las plataformas tecnológicas podría impulsar a los divulgadores de cualquier área a construir líneas de comunicación más directas y constructivas con los públicos. Además, la actualización permanente sobre enfoques educativos novedosos debe estar presente en los programas de desarrollo profesional de los interesados en la divulgación de la ciencia.



Foto 1 Promover la curiosidad en la ciencia

**M. en L. Derlly González González**  
Miembro titular de SOMEDICYT  
Asesora en Educación STEM-STEAM y  
Planificación de Museos  
Correo electrónico:  
derlly\_laneta@hotmail.com



**Foto 2** Inclusión y equidad en grupos minoritarios uno de los retos de la divulgación de la ciencia

México no es la excepción. Por ello, en septiembre de 2018 se firmó una alianza para promover la educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por su acrónimo en inglés).

El proyecto fue creado con el objetivo de “fomentar el gusto” por esas áreas, pues **“cuarenta por ciento** de los jóvenes reconoce que no cuenta con las habilidades y herramientas para poder ingresar al campo laboral, pero el **80 por ciento** no están interesados en estudiar en las ramas de las ciencias”<sup>2</sup>, según reportó Leticia Fernández en un artículo para El Financiero publicado en 2018, en el que también informó que de los jóvenes egresados de carreras universitarias, sólo el 7 por ciento escogió alguna de las áreas STEM.

Estas cifras y sus efectos, tanto en la competitividad económica del país como en todos los aspectos sociales y culturales involucrados, son el motivo por el que resulta tan importante replantear los retos de las que se pueden considerar como las dos principales fuentes de vocaciones CyT: la **divulgación científica y la educación STEAM**, la cual es un enfoque novedoso surgido en 2006, al que se agregó la “A”, de arte.

El Instituto para la Integración de las Artes y STEAM (IAS, por sus siglas en inglés) señala que en dicho lugar los estudiantes aprenden sobre la conexión entre las áreas STEM, las prácticas de las artes y los principios del diseño, ya que el enfoque STEAM “...quita las limitaciones [de la enseñanza STEM] y las reemplaza con el cuestionamiento, la crítica, la investigación y la innovación”.<sup>3</sup>

Al ampliar el foco del aprendizaje, la educación STEAM, que se basa en la indagación, también amplía las expectativas y habilidades de los estudiantes al ofrecer un conjunto de herramientas cognitivas y de métodos exploratorios para el descubrimiento novedoso y creativo, la promoción del pensamiento reflexivo y la comprensión del conocimiento de

## Divulgación, vocaciones científicas y educación STEAM

La oferta de programas de divulgación científica de calidad basados en enfoques innovadores, presentados a través de los sitios tecnológicos y medios de comunicación masivos, pueden contribuir a impulsar el interés por el estudio de las ciencias, cuyo declive se ha venido observando en muchos países a partir de la escuela secundaria, para luego manifestarse en la baja de inscripciones a carreras universitarias en ciencia y tecnología (CyT), y hacerse más aguda a nivel de posgrado.

la naturaleza, encaminados a la resolución de problemas y la interconexión entre múltiples disciplinas.

Dos casos de éxito de la aplicación del enfoque transdisciplinario STEAM en instituciones educativas se encuentran en el Centro de Ciencia y la Imaginación de la Universidad Estatal de Arizona, que promueve el trabajo colaborativo de escritores, artistas y otros pensadores creativos con científicos, ingenieros y tecnólogos, alentando la creatividad de grupo para propiciar una amplia participación pública en torno a los desafíos científicos; y el ArtSciLab (Laboratorio de Arte y Ciencia) de la Universidad de Texas en Dallas, un laboratorio de investigación transdisciplinaria donde se llevan a cabo proyectos que involucran arte, ciencia, tecnología y educación, bajo la tutela del reconocido astrofísico, editor y artista Roger Malina y de Cassini Nazir, diseñador y tecnólogo.

### Enfoque STEAM, práctica de la divulgación y retos actuales

La curiosidad, la experimentación y la resolución colaborativa de problemas, son los tres componentes que deben estar implícitos en el pensamiento de los profesionales al momento de planear la facilitación del aprendizaje científico, tecnológico, matemático, artístico y hasta lingüístico. Se considera que mantener esos tres conceptos como guía a lo largo del proceso de ideación, diseño, creación y facilitación de programas de divulgación científica que promuevan e impulsen la reflexión y el pensamiento científico, permiten contribuir a la formación de vocaciones, al desarrollo de la cultura científica e inspirar el amor por el aprendizaje de por vida en comunidades

multiculturales y diversas, desde la edad, etnicidad, discapacidad y género, hasta de creencias personales y grupales de carácter social, político, religioso o cultural.

Divulgar la ciencia teniendo como guía el enfoque educativo STEAM puede ser una excelente alternativa para fortalecer la práctica profesional, al contar con bases metodológicas fuertes para abordar **los retos de la divulgación de la ciencia** ante la nueva mirada social a la **diversidad, la equidad y la inclusión**.

Impulsar y fortalecer el vínculo natural entre **divulgación y educación** con base en la formación de grupos y redes de trabajo de divulgadores, investigadores y estudiantes de diversos sectores, comunidades y regiones, debe ser una de las principales estrategias de aproximación a los retos que la divulgación de la ciencia enfrenta hoy en México.



Foto 3 Desarrollar programas para incentivar a las niñas en actividades científicas

El excepcional *momentum* que se ha presentado en los últimos meses, en medio de una pandemia durante la cual se han privilegiado las actividades para compartir el conocimiento científico en un lenguaje coloquial en los medios masivos de comunicación y las tecnologías de información, debe ser aprovechada para argumentar sobre la función que la divulgación cumple en la sociedad como sistema complementario a la educación en la tarea de llevar al público información de ciencia confiable y oportuna.

## La divulgación, grupos vulnerables, equidad e inclusión

Reconocer la labor de los divulgadores en el avance cultural y educativo de las comunidades, puede ser un factor que favorezca a las organizaciones dedicadas a la divulgación, como promotoras de la diversidad, la equidad y la inclusión; que a su vez, impulsaría la cultura científica y la apropiación social del conocimiento científico entre una gran diversidad de grupos sociales, creando una dinámica multidireccional.

En gran parte del territorio mexicano se llevan a cabo algunas o varias de las modalidades de divulgación científica que se mencionan a continuación: programas extraescolares, grupos para niñas y jovencitas, para niños con dificultades cognitivas, ciegos y débiles visuales, jóvenes con autismo, niñas de grupos indígenas o afrodescendientes, grupos marginados como la comunidad LGBTTTI (Lésbico, gay, bisexual, transexual, transgénero, travesti, intersexual), personas con discapacidad (Conapred, s.f.; OAS, 2016)<sup>4</sup>; programas que requieren de ser adaptados o modificados con bases metodológicas fuertes, como las que aporta el enfoque STEAM.

Los talleres sobre fenómenos naturales, ingeniería, diseño o tecnología, también deben incluir adaptaciones para ser dirigidos a públicos específicos como adolescentes de bajo nivel socio-económico, personas con impedimentos físicos, familias migrantes, personas de la tercera edad u hospitalizadas, como una solución para llevar la divulgación a grupos marginados que no reciben una atención equitativa en las comunidades donde viven.

Es importante reiterar que, la divulgación tiene la capacidad de adaptarse a múltiples modalidades además de la presencial, tal como los medios de comunicación impresos y electrónicos, el teatro, las nuevas tecnologías, el muralismo, la música; la divulgación también debe ser inclusiva en todos los niveles, como las áreas de profesionalización para maestros, investigadores, políticos y estudiantes universitarios. De aquí la importancia de la creación de seminarios, cursos y talleres, pasantías, creación de maestrías y doctorados, así como proyectos de investigación de grupos transdisciplinarios e interinstitucionales, como se llevan a cabo bajo un enfoque STEAM.

Es importante recordar que el divulgador debe ofrecer a todos los participantes de la actividad, la posibilidad de manipular una amplia variedad de materiales y fenómenos, experimentar con sus propias hipótesis y trabajar en equipo para la solución de los problemas que se presenten. Es debido a esta variedad de componentes que quienes deciden adoptar un enfoque STEAM en su práctica de divulgación, deben asumir un fuerte compromiso y organización personal para adquirir un nuevo conjunto de habilidades que sin duda traerán muchas satisfacciones y resultados positivos en su desempeño profesional.



**Foto 4** Capacitación profesional en el sistema STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas)

## A manera de conclusión

Enfrentar los nuevos retos de la divulgación con base en el enfoque STEAM ha sido una alternativa para que la experiencia de aprendizaje científico resulte más positiva y productiva. Adoptar este enfoque para la divulgación entre grupos variados, atendiendo aspectos de diversidad, equidad e inclusión, puede contribuir a cumplir los objetivos del divulgador, con bases metodológicas apoyadas en la transdisciplinariedad.

Las habilidades para estas prácticas vienen de la capacitación constante y de teorías de aprendizaje, metodologías pedagógicas, diseño y preparación de materiales, manejo de grupo y trabajo cooperativo. Los divulgadores también deben participar en talleres de lectura y redacción, técnicas de facilitación; mantenerse actualizados sobre temas de ciencia y tecnología, arte, diseño y permanecer al día en noticias de interés socio-cultural, pues tener una visión global del entorno les permitirá ampliar sus propias habilidades de innovación, creatividad y trabajo en equipo.

En suma, la divulgación CyT y la educación STEAM tienen el reto de enfocarse en su papel como promotores de la cultura científica en la sociedad, ofreciendo oportunidades de aprendizaje que sean reflejo de la diversidad del grupo o la comunidad, en un ambiente de equidad e inclusión. La planeación de actividades de divulgación deberá tener el potencial para contribuir a la formación de vocaciones en las áreas científicas y tecnológicas, inspirar el gusto e interés por la cultura científica y el aprendizaje de por vida y promover la apropiación social del conocimiento.

## Referencias bibliográficas

- 1 Sánchez M., Ana María. "Sobre la elaboración de artículos de divulgación científica. IV. El lector y el texto", *Ciencia*. 1995. 46, p. 9.
- 2 Hernández, Leticia. "Falta de estudiantes de ciencias y tecnología en México preocupa a empleadores". *El Financiero*. 28 de sept 2018. Versión electrónica. <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/falta-de-estudiantes-de-ciencias-y-tecnologia-en-mexico-preocupa-a-empleadores>
- 3 Institute for Arts Integration and STEAM. What is STEAM Education? s.f. <https://educationcloset.com/what-is-steam-education-in-k-12-schools/>
- 4 OAS. 2016. "Equidad e Inclusión Social: Superando desigualdades hacia sociedades más inclusivas". Bethilde Muñoz-Pogossian y Alexandra Barrantes, eds. [http://www.oas.org/docs/inclusion\\_social/equidad-e-inclusion-social-entre-ga-web.pdf](http://www.oas.org/docs/inclusion_social/equidad-e-inclusion-social-entre-ga-web.pdf)

# Los Museos y la Divulgación de la Ciencia por la igualdad



Foto: 1 Los museos de ciencia son espacios ideales para todas las edades



- Es necesario tener plena conciencia de la importancia de formar espacios para la igualdad de oportunidades, la accesibilidad a propuestas artísticas y científicas, así como la realización de proyectos de construcción colectiva.
- Se deben estrechar los lazos con instituciones educativas y organizaciones de apoyo a sectores socialmente vulnerables y de adultos mayores.
- Es importante diversificar las actividades en lenguaje de señas para personas sordomudas y con hipoacusia e incluir carteles en Braille en las salas del museo.
- Se debe atender la paridad de género tanto en las exhibiciones como en las colecciones.
- Se labora y se busca incansablemente revalorizar la diversidad de voces en la construcción de historias que narren las distintas y plurales miradas que abarcan el saber y el conocimiento.
- Se trabaja en la identificación de prejuicios y sesgos historiográficos en los guiones museológicos, con el objetivo de promover la inclusión y la diversidad a partir de discursos más amplios.
- Para obtener una experiencia museológica significativa, se incorporan al discurso museológico elementos biográficos de autores, literatos y científicos de la región.
- Se insiste en que los museos sean considerados medios para el intercambio cultural, la puesta en valor de la cultura local y regional; el desarrollo de la comprensión mutua y la paz entre los pueblos.
- Se ofrecen charlas y talleres en instituciones educativas y capacitaciones diversas con el fin de fomentar los valores de la localidad o región y las miradas críticas.

## La Divulgación de la Ciencia por la igualdad: inclusión social y diversidad.

La divulgación de la ciencia es una actividad primordial y destacada en los sistemas de ciencia, tecnología e innovación; en México, ha sido protagonista en los últimos 25 años al ofrecer experiencias de calidad en múltiples actividades desarrolladas en espacios, proyectos y jornadas como la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología; el programa El Vagón de la Ciencia; las revistas de divulgación del CONACYT y de los Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología; la creación de más de 40 museos, planetarios y centros de ciencia; los programas de divulgación de la ciencia de universidades y de los propios centros e institutos estatales; la profesionalización de los divulgadores científicos; la creación de redes de jóvenes divulgadores y talleristas de ciencia; la explosiva y contagiosa organización de ferias, expociencias, festivales, tianguis de la ciencia, y la creación de organizaciones de fomento de museos, centros de ciencias, planetarios y del periodismo científico. De forma reciente, se ha instituido el 28 de septiembre como el Día Internacional del Divulgador y de la Cultura Científica, un escalón más ganado en la valoración de esta importante y necesaria labor y de quienes la realizan.

No obstante, en el ámbito de la igualdad, la diversidad y la inclusión, la divulgación de la ciencia tiene un reto a cubrir, no solo por la complejidad de divulgar los contenidos de la ciencia y los resultados de la investigación científica, sino por las condiciones estructurales de nuestro país que cuenta con un nivel de pobreza superior al 50% de la población. Actividades de divulgación



**Foto: 3** Las científicas y divulgadoras, son referentes y fuente de inspiración para las nuevas generaciones

de la ciencia como las caravanas científicas que visitan regularmente municipios y poblados alejados han dado muestras de la avidez de conocimientos y de la necesidad de saber entre la población vulnerable.

El punto es generar los mensajes adecuados para con ello incentivar cada vez más el interés por aprender y que éste fluya libremente, al igual que la motivación por conocer los avances culturales y científicos. El problema radica entonces en aumentar la oferta y la variedad con una calidad superior. La pregunta es: ¿tenemos buenos y suficientes programas cautivantes que eduquen, entretengan, generen una mejor y mayor cultura científica?

### **El conocimiento de los públicos genera mejores programas de divulgación**

La divulgación de la ciencia en México, a través de sus organizaciones, instituciones y grupos organizados, atiende con especial interés a diversos grupos vulnerables que incluyen a personas con algún tipo de discapacidad, miembros de la sociedad en situación de pobreza, comunidades rurales e indígenas, niños que viven en la calle, jóvenes delincuentes, personas de la tercera edad, escuelas en contexto crítico, sindicatos y organizaciones campesinas. Sin embargo, se reconoce (Massarani, L; Padilla, J; Patiño L, 2019) «que a nivel institucional y organizacional es necesario incrementar la frecuencia y la continuidad de las acciones de divulgación de la ciencia que se realizan, para que se tenga un mayor impacto en la cultura científica de las poblaciones, en la apropiación social de la ciencia y la tecnología»<sup>2</sup>



**Foto: 4** Las caravanas científicas representan en muchas ocasiones un primer acercamiento con la ciencia

**Foto: 5** Los talleres son ofrecidos con el fin de fomentar los valores de la localidad o región y el pensamiento crítico

Es recomendable que quienes realicen acciones y programas de divulgación de la ciencia dediquen parte de su tiempo a analizar sus respectivos entornos socio-culturales para que cuenten con elementos e información que permita orientar y sistematizar sus planes de trabajo. Es por ello muy importante, crear equipos de profesionales que realicen la detección sistemática de necesidades de comunicación y divulgación de la ciencia en los diversos segmentos de la población, de igual forma, realizar estudios de públicos e investigaciones sobre cultura científica y niveles de apropiación social de la ciencia, que den como resultado un conocimiento más amplio de las oportunidades y amenazas que se presentan en las localidades y regiones de interés.

De la misma manera, los esfuerzos de divulgación y comunicación de la ciencia «deben enfocarse a integrar actores de diversas disciplinas, tanto de las ciencias naturales y exactas, las ciencias sociales, humanidades y las artes, ya que una premisa obligada en los ámbitos de la igualdad, la diversidad y la inclusión es crear una visión más humana de la ciencia y la tecnología»<sup>3</sup>

Uno de los temas de mayor relevancia en la actualidad y un impe-

rativo de la divulgación de la ciencia lo constituye el reconocimiento a las mujeres científicas y a aquellas que han realizado aportes importantes en el campo de las ciencias, mediante la investigación, la producción de conocimientos, la inventiva, la producción e implementación de tecnologías, así como la reproducción y revitalización de los conocimientos y saberes ancestrales.

El papel de la mujer en la sociedad está cambiando, cada día cobra mayor importancia la igualdad de género y de oportunidades de acceso a la educación, al trabajo y a la posibilidad de optar, incluso, por puestos de dirección. En el sector tecnológico su participación es más lenta en comparación con otros sectores industriales, aunque ya existen ejemplos de mujeres que lideran empresas tecnológicas de primer nivel.

Nunca más debe ser reducida o invisibilizada la participación de las mujeres en estos campos. Por ello, es importante fomentar una reflexión continua sobre la relevancia de la mujer en la ciencia, destacar la incidencia y el efecto del género femenino en la protección y producción de conocimientos, al igual que en el desarrollo y la práctica científica; asimismo, analizar cómo la mujer se vincula con el avance de la ciencia en su doble dimensión en cuanto sistema de conocimiento y desarrollo científico.

#### **Múltiples tareas por realizar**

Considerando lo anterior, se reconoce que la divulgación de la ciencia es una poderosa herramienta para conseguir la igualdad. Más, ¿qué podemos hacer los divulgadores y divulgadoras al respecto? A continuación, se presentan algunas ideas para ello <sup>4</sup>:

- Entrevistar a mujeres investigadoras para realizar reportajes, noticias, y artículos de opinión con mejores contenidos, y publicarlos en los diversos medios que utilizan la divulgación y el periodismo. Con ello se amplían las fuentes, además de ofrecer una variedad y representatividad de la realidad en ciencia.
- Destacar siempre que la ciencia no es para mentes privilegiadas, sino para todas las personas de cualquier género a las que les guste y se interesen por esta rama del conocimiento.



**Foto: 6** La presentación de contenidos deben asumir los conceptos de igualdad, inclusión y diversidad

- Dejar de atribuir el éxito femenino al esfuerzo que realizan las mujeres y el éxito masculino al talento natural de los hombres. Apreciar los valores de cada ser humano independientemente de su género, es lo que significa igualdad.
- Promover nuevos valores en el mundo científico alejados del ego, la competitividad y la diferenciación de géneros. La igualdad comenzaría a ser una realidad como consecuencia de este cambio.
- Fomentar equipos de trabajo diversos (en cuanto a género, edad, diversidad funcional) para visibilizar que esta diversidad enriquece y ayuda a alcanzar con mayor éxito los objetivos.
- Mostrar y valorar referentes femeninos que sirvan de inspiración a los niños y adolescentes.
- Evitar la narrativa de los logros de la ciencia alcanzados por

héroes y heroínas individuales e individualistas, es decir, personas que trabajan y triunfan solas. Hay que dar a conocer historias de equipos de trabajo exitosos y sus logros al trabajar en conjunto, así como la importancia de una comunidad científica que labore de forma colaborativa (ciencia colaborativa).

- Abordar el concepto de la accesibilidad desde tres ámbitos: la discapacidad, la inclusión social y la lengua.

Todas las personas deben ser y sentirse valoradas. Es necesario comprender y compartir la certeza de que sus diferencias pueden aportar mucho, siempre desde la visión de la igualdad de oportunidades y el trato digno. Esa es la base de la estrategia a desarrollar por los Museos y la Divulgación de la Ciencia ante la Igualdad, la Diversidad y la Inclusión.

#### Referencias bibliográficas

- 1 Agencia Córdoba Cultura. (2020) <https://www.lavoz.com.ar/espacio-de-marca/dia-internacional-de-museos-igualdad-diversidad-e-inclusion>
- 2 Patiño, L; Padilla, J; Massarani, L. (2019). Diagnóstico de la Divulgación de la Ciencia en América Latina. En [http://redpop.org/wp-content/uploads/2017/06/Diagnostico-divulgacion-ciencia\\_web.pdf](http://redpop.org/wp-content/uploads/2017/06/Diagnostico-divulgacion-ciencia_web.pdf)
- 3 María Pilar Perla (2019) <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2019/02/11/diez-enfoques-imprescindibles-una-divulgacion-para-igualdad-11f-mujer-nina-ciencia-1291635-310.html>
- 4 Lourdes Mateos (2018) <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/comunicar-la-politica-algo-mas/inclusion-social-ciencia-tecnologia-camino-desarrollo>

# Inclusión

## reto de Museos y Centros de Ciencia



El año 2020 será inolvidable para la humanidad. La pandemia causada por el virus SARS-COV2 llevó a todos los países del mundo a tomar una de las medidas más drásticas jamás imaginada: mantener a los ciudadanos en aislamiento físico durante varios meses. A nivel mundial, las instituciones culturales –como los museos– han generado recursos digitales para hacer tolerable el aislamiento y continuar con su labor educativa y comunicativa en circunstancias no previstas.

Desafortunadamente, estos recursos sólo llegarán a un número limitado de personas. Pero esta situación ocurre aun sin pandemia, lo cual podría considerarse excluyente en tanto se imposibilita el acceso a individuos o sectores de la sociedad, por ejemplo, hay quienes no pueden visitar un museo porque no existe ninguno en su comunidad o no acuden porque no pueden pagar un boleto; ahora con la pandemia, todos podrían tener acceso a los materiales digitales, excepto quienes no tienen un dispositivo tecnológico conectado a internet.

Esta es la realidad de las instituciones culturales quienes, aunque abogan por el derecho a la cultura y al conocimiento para todos, no tienen la posibilidad de conseguir acceso universal por una serie de circunstancias que escapan a sus capacidades. Pero sí está en sus manos el desarrollo e implementación de programas educativos donde la inclusión, diversidad e igualdad conformen su estrategia social. Para lograrlo es fundamental contar con equipos multidisciplinarios que discutan, reflexionen y pongan en práctica su responsabilidad como instituciones educativas. Estas discusiones deberían materializarse en programas educativos sólidos, estrategias, actividades y exposiciones que contribuyan a la inclusión de su comunidad.

Para la reflexión del Día Internacional de los Museos, el Consejo Internacional de Museos (ICOM, por sus siglas en inglés) planteó como temas centrales la igualdad, la inclusión y la diversidad. Suay Akson, quien fungió como presidenta hasta junio de este año, señaló en su mensaje: “no hay paz sin igualdad de oportunidades, representación y acceso para todos”. Y refirió que los museos tienen un papel fundamental para incentivar el diálogo, el debate, la interacción y la inclusión, al ser espacios participativos, vivos, dinámicos y creativos.

### **Inclusión y accesibilidad ¿Hablamos de lo mismo?**

En 1972, la UNESCO y el ICOM realizaron la Mesa de Santiago de Chile, con el objetivo de reflexionar sobre los museos como instituciones al servicio de la sociedad. Asimismo, en la reunión anual del Comité Internacional del ICOM para la Gestión, celebrada en Torreón, Coahuila, México, en 2009, se hizo un llamado a los museos para rechazar la idea de neutralidad, es decir, no permanecer ajenos a su contexto histórico y social.

En este tenor se creó la Federación Internacional de Museos de Derechos Humanos, cuyos miembros consideran que los museos deben adoptar los conceptos de inclusión y diversidad cultural. David Fleming<sup>1</sup>, exdirector



Foto 1 Accesibilidad en MCC. Fuente: Universum Museo de las Ciencias

**Dra. María Yazmín Hernández Arellano**  
Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM  
Correo electrónico: myhernandez@dgdc.unam.mx



**Foto 2** Demostraciones de ciencia en Biomuseo, Panamá. Fuente Yazmín Hernández

**Foto 3** Museo de ciencias Exploratorium, San Francisco, California. Fuente Yazmín Hernández

del Museo Nacional de Liverpool, aseguró que en el futuro se verá si los museos apoyan el concepto de responsabilidad social sólo como parte de un discurso “políticamente correcto” o si están preparados para reinventarlo y con ello ayudar a crear un mundo socialmente más armonioso.

En los museos, es cada vez más común encontrar elementos de accesibilidad; por ejemplo, algunos espacios mexicanos<sup>2</sup>, entre ellos el Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología Zigzag (Zacatecas), el Trompo Museo Interactivo (Tijuana), Museo de Historia Natural Alfredo Dugés (Guanajuato), el Museo Interactivo El Rehilete (Hidalgo) y Universum Museo de las Ciencias (Ciudad de México), han integrado elementos para la accesibilidad física –rampas, sanitarios accesibles, bebederos accesibles, estacionamiento exclusivo, etc.–, visual –equipos interactivos manipulables, cédulas en Braille, etc.–, auditiva –materiales multimedia, interprete en lengua de señas–. Estos elementos tienen como propósito eliminar la mayor cantidad de obstáculos que impiden el acceso y uso de espacios a todas las personas. Su implementación se basa en ordenamientos vigentes, para el caso de México, en su Constitución, en la Ley General para la Inclusión de Personas con Discapacidad y la Ley General para Prevenir y Eliminar la Discriminación.

Pero un museo que cuenta con recursos de accesibilidad no necesariamente es inclusivo. Luisa Gómez del Águila<sup>3</sup>, quien se desempeña como investigadora en el Departamento de Didáctica de las Lenguas, las Artes y el Deporte, en la

Universidad de Málaga, asegura que la inclusión en los museos trasciende la accesibilidad y ambas acciones no siempre van en la misma dirección. Se pueden integrar elementos de accesibilidad, pero sus exposiciones y actividades educativas muchas veces se implementan aisladamente para atender a un grupo y sin proponérselo generan obstáculos para otros.

La inclusión es un concepto amplio que implica romper barreras para tener acceso al conocimiento como un derecho humano y para la libertad e igualdad de las personas –independientemente de sus particularidades físicas, condición social, económica, étnica, religiosa y de género–, significa democratizar el conocimiento para incidir en la toma de decisiones y la participación de las personas en temas de ciencia y tecnología con impacto social.

En 2004, durante el Foro Social Mundial de Porto Alegre, se aprobó la Agenda 21 de la Cultura, una propuesta de inclusión social para el desarrollo de políticas culturales inclusivas, concretas y realizables. Los museos son vistos como agentes de inclusión por su potencial para convertirse en foros y espacios de encuentro, interpretación y reinterpretación de la cultura, donde los usuarios pueden debatir y reflexionar sobre varios temas. Para lograrlo se requiere, además de integrar a sus objetivos un discurso inclusivo, reflexión y trabajo constante sobre sus estrategias educativas y sociales, el diseño de sus exposiciones y sus programas educativos.

## Museos y Centros de Ciencia ante la inclusión

Durante el Congreso Mundial de Museos, en 2008, la ciencia fue señalada como herramienta para mejorar la vida en el planeta y los recintos especializados en ciencia como espacios propicios para el diálogo, la equidad y confiables para el discurso de la ciencia y la tecnología, es decir, sitios de inclusión, participación pública y construcción de cultura científica. Para lograrlo tienen un reto trascendental: el acceso al conocimiento científico.

Además de la eliminación de barreras físicas, es necesario deshacerse de las sociales y las cognitivas, como señala Luisa Gómez del Águila. Las barreras sociales se originan cuando los equipos de trabajo en los museos diseñan exposiciones o actividades en función de un "público general" idealizado y homogéneo. El resultado es la desvinculación cognitiva, sensorial y emotiva de los usuarios reales con el museo.

Un camino para eliminar las barreras sociales es la evaluación de las exposiciones y las actividades. Con ella se genera información útil para resolver problemas específicos. Otra alternativa es la investigación, específicamente los estudios de público. A través de ellos es posible conocer a los visitantes "reales", sus expectativas, los temas en los que les gustaría reflexionar, y hasta la forma de interactuar y participar en el espacio. Además, generan conocimientos para el diseño y desarrollo de actividades complementarias como conferencias, teatro, demostraciones, y las exposiciones, para desarrollar programas educativos y

**Foto 4** Museo de Historia Natural, Barcelona. Fuente Yazmín Hernández

**Foto 5** Museo de Historia Natural, San Diego, California. Fuente Yazmín Hernández

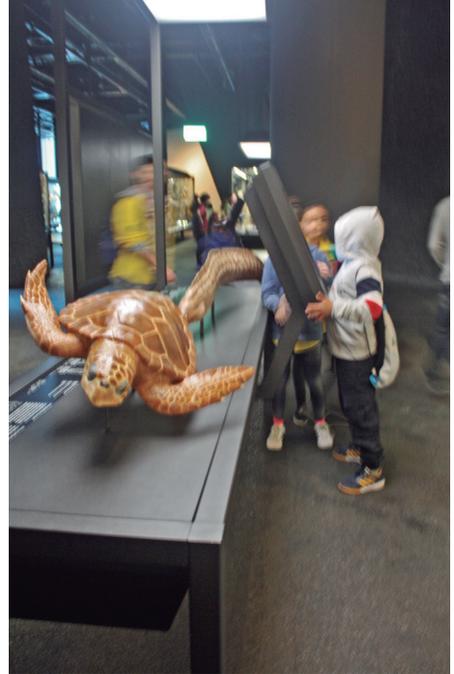


Foto 6 Museo de la Ciencia y la Técnica, Cataluña. Fuente Yazmín Hernández



estrategias para la atención de la diversidad de públicos.

Elena Asenjo<sup>4</sup>, del Departamento de Psicología Básica en la Universidad Autónoma de Madrid, especialista en la educación en contextos no formales, junto con otros colegas, realizó el análisis de ochenta y seis conferencias dictadas en 2014, durante el II Congreso Internacional de Educación y Accesibilidad en Museos y Patrimonio. Entre sus conclusiones destacan que, si bien los museos realizan grandes esfuerzos por integrar actividades para favorecer la inclusión, la mayoría no tienen programas educativos basados en evaluaciones, investigaciones y reflexiones de su propio museo y los públicos que los visitan. La consecuencia ha sido integrar actividades externas que no corresponden a su contexto y se implementan una o dos veces al año, por ejemplo, las conmemoraciones de días internacionales como la diversidad o el día de personas con alguna discapacidad; también implementan estrategias aisladas que no son parte de un programa inclusivo.

Los equipos de trabajo en los Museos y Centros de Ciencia, en particular los Departamentos de Servicios Educativos, deben ser multidisciplinares y estar en con-

tinuo proceso de actualización. Su conocimiento, experiencia y creatividad deben servir al desarrollo de una oferta educativa basada en la idea de que las personas de la misma edad o del mismo grupo tienen diferentes motivaciones, intereses, valores y expectativas. Ignorar la diversidad de públicos sólo contribuye a agrandar las barreras sociales.

Para transitar hacia la inclusión, el segundo tipo de barreras a eliminar en los MCC, son las cognitivas. Estas, sin duda, son el mayor reto para este tipo de museos, pues parte de su responsabilidad, como instituciones educativas, es el acceso al conocimiento científico y tecnológico que contribuya a fundamentar científicamente las decisiones cotidianas de los usuarios. ¿Cómo lograrlo? esa es la pregunta clave. Es un desafío para los equipos educativos, pues además de tener en mente su labor social, deben comprender cómo funciona la ciencia para poder comunicarla.

Luisa Gómez del Águila, quien también realiza estudios en museos de arte españoles, señala que se generan barreras cognitivas al plantear exposiciones y actividades en función de la idea de que el arte es universal, lo cual es un gran error, asegura. Respecto a esto, pasa algo similar a nivel mundial, donde se exponen fenómenos y principios científicos mediante módulos interactivos que no sorprenden ni provocan interés o curiosidad. No se pretende discutir la universalidad del arte y la ciencia, pero, aunque desde hace años la estrategia educativa de los museos se centra en los visitantes y no en los objetos, se siguen diseñando exposiciones sin el conocimiento de quiénes son los usuarios y su contexto.

Los proyectos de inclusión en cualquier Museo o Centro de Ciencias no deben entenderse como acciones para ciertas personas o grupos, sino como una oferta educativa que permita transitar, libre de obstáculos, a todo individuo, sin importar su condición física, además de sentirse



**Foto 7** Universum Museo de las Ciencias.  
Fuente Yazmín Hernández

identificados culturalmente, y que el conocimiento científico expuesto sea una herramienta para dialogar y debatir, y con ello, resignificar el conocimiento.

### La inclusión como proceso

Tener espacios accesibles para todas las personas es parte de los cambios que deben llevar a cabo no sólo los museos, sino cualquier institución pública. Un primer paso, como lo señala Elena Asenjo, es ser consciente de que la inclusión no es un producto, sino un proceso que requiere la participación directa de los usuarios. Esto implica diseñar e implementar sistemas participativos, así como promover valores y derechos inclusivos, mismos que deben llevarse a la acción y no quedar en los discursos.

El segundo paso, que se considere como fundamentales la evaluación e investigación para desarrollar sus programas educativos, acordes con sus objetivos de acceso al conocimiento como derecho fundamental

para la construcción de la cultura científica en su sociedad. No todos los museos tienen posibilidad de llevar a cabo este paso; sin embargo, es necesario esforzarse por conocer a los visitantes e indagar en la búsqueda de estrategias educativas e inclusivas para construir espacios donde se sientan integrados.

Las reflexiones e investigaciones respecto a la responsabilidad social de los museos como espacios de encuentro e inclusión son imprescindibles. No se puede continuar por la misma ruta. Las circunstancias actuales originadas por la pandemia abren otras interrogantes y generan nuevos problemas para tratar en un futuro inmediato. La propuesta del ICOM sobre reflexionar este año acerca de la igualdad, inclusión y diversidad en los museos, fue un acierto, pero no debe limitarse a una conmemoración. Es urgente y necesario continuar con el replanteamiento del papel de los Museos y Centros de Ciencia como espacios de inclusión.

### Referencias Bibliográficas

- 1** Fleming David. "Museos y responsabilidad social. Enfoques, los museos para una armonía social". Las noticias del ICOM. 2011. 3. Pág. 9.
- 2** Norberto, Rocha, Jessica, Massarani, Luisa, Abreu, Willian. "Guía de Museos y Centros de Ciencia accesibles de América Latina". FIOCRUZ-COC. 2017. Disponible en: [file:///C:/Users/yhawa/Downloads/GUIA-ES-final\\_2017\\_sem-audiodescrio.pdf](file:///C:/Users/yhawa/Downloads/GUIA-ES-final_2017_sem-audiodescrio.pdf)
- 3** Gómez del Águila Luisa. "Accesibilidad e inclusión en espacios de arte: ¿cómo materializar la utopía?". Revista Arte, Individuo y Sociedad. 2012, 24 (1). Págs. 77-90. Disponible en: <https://revistas.ucm.es/index.php/ARIS/article/view/38044/36799>
- 4** Fernández María, Asenjo Elena, Asensio Mikel. "Una revisión sobre Accesibilidad e Inclusión en Museos y Patrimonio. Inclusión cultural en museos y patrimonio". Revista HER & MUS. 2016, 17. Págs. 135-148. Disponible en: [https://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/65539/hermus\\_a2016n17p135.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/65539/hermus_a2016n17p135.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

# Las Biorefinerías

## y su potencial desarrollo en Tabasco

*Todo lo que existe en la naturaleza es la respuesta para lograr un mundo más sostenible, siempre ha estado allí, pero no se ha aprovechado*



**TECNOTABLA**

EL MDF DE BUENA MADERA

by PROTEAK

El siglo XX fue considerado el boom explosivo del petróleo, la industria petroquímica creció rápidamente y miles de productos plásticos, químicos y farmacéuticos, entre otros, fueron desarrollados a partir de combustibles fósiles. Actualmente, el 84% del consumo total mundial de energía primaria proviene de los combustibles fósiles, como petróleo, gas en sus diferentes compuestos y carbón mineral<sup>1</sup>.

Sin embargo, aunque se mencione que las reservas de petróleo y de gas natural se estén agotando, en los últimos tres años se han encontrado nuevos yacimientos de petróleo, por lo que, quizás su periodo de vida sea aún mayor, al que se ha estimado. En este 2020, hemos sido testigos de cómo el precio de barril de petróleo sufrió una gran pérdida, incluso cotizando a menos de un dólar por barril, originado por la pandemia de COVID-19. Pues a falta de actividades sustanciales en muchos países, el uso de combustible disminuyó en gran medida, por increíble que parezca, en México hemos visto, como han fluctuado el precio de las gasolinas desde 13 pesos a 17 pesos por litro.

Por otro lado, debido al impacto ambiental que genera el uso de combustibles fósiles, se ha estimulado la búsqueda de insumos energéticos renovables, más eficientes y amigables con el ambiente. Esta situación, aunada a la necesidad de reducir la dependencia de gasolina extranjera y de promover una conciencia ambiental en el país, ha propiciado la búsqueda de una alternativa al uso de energía primaria y fuentes de carbono basadas en recursos renovables. En tal sentido las biorefinerías son una propuesta con beneficios económicos, ambientales y sociales.

Cuando escuchamos el término "Refinería" nos avocamos a pensar en las refinerías de la industria del petróleo y en buena parte el término "Biorefinería" es derivado de los procesos que de manera similar ocurren en una refinería. La generación de productos a partir de biomasa no es nuevo. El concepto de biorefinería, fue creado para los procesos eficientes de biomasa, proveniente de plantas, animales, y residuos de alimentos a energía como combustibles, químicos, polímeros, aditivos para alimentos, entre otros. La biomasa es toda la materia orgánica susceptible de ser utilizada como fuente de energía.

El concepto de Biorefinería, es reciente, con frecuencia y en diversos ámbitos como la agricultura, la industria alimenticia y la obtención de materias primas se observa que muchos insumos son convertidos en una variada serie de productos, cada uno con una aplicación diferente al final.



Foto 1: La semilla de la calabaza chihua es destinada para la extracción de aceites.

**Dr. Jorge Martínez Herrera**  
Director de Coordinación y Vinculación del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)  
Campo Experimental Huimanguillo  
Correo Electrónico:  
martinez.jorge@inifap.gob.mx

**Mtra. Elizabeth Argüello García**  
Universidad Popular de la Chontalpa (UPCH)  
Correo Electrónico:  
elizabeth.arguello@upch.mx



Una de las principales estrategias que las biorefinerías tratan de potencializar es no utilizar como materia prima cultivos de uso alimenticio, sino residuos de las industrias alimenticias, papeleras, forestales y agrícolas, por ejemplo en Tabasco hay una gran actividad agrícola, en donde sólo por mencionar la industria de extracción de la palma de aceite, genera un gran cantidad de raquis o biomasa que no es aún utilizada en gran volumen, algunos productores la han empleado como composta para el mismo cultivo, aunque los costos de traslado en ocasiones no la hacen rentable, pero puede ser utilizada para obtener energía. Los residuos orgánicos pueden derivar en una gran variedad de energéticos.

### Biorefinería Forestal

En años recientes, el concepto de biorefinerías forestales ha creado mucho interés en la industria forestal, en la comunidad científica y emprendedora en políticas ambientales. Se trata de un planteamiento importante, porque toma en cuenta el precio del petróleo, los límites de los hidrocarburos y los compromisos del Protocolo de Kyoto en la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), de tal manera, que los países ricos en biomasa tienen un gran poten-

cial para utilizar sus recursos naturales en nuevas formas, con el fin de alcanzar el máximo aprovechamiento, así como una productividad eficiente dentro del contexto de sostenibilidad<sup>1</sup>.

Los productos obtenidos de las biorefinerías, pueden ser clasificados dentro de tres clases: biocombustibles (como biodiesel, bioetanol), bioenergía (energía eléctrica y calefacción), bioproductos químicos y materiales (como ácido succínico utilizado en la industria alimentaria y farmacéutica como regulador de acidez, también es precursor de resinas y poliésteres); todos ellos producidos por una biorefinería que integra procesos de conversión de biomasa.

Un ejemplo palpable en la generación de energía eléctrica a partir de la biomasa forestal, se muestra en el municipio de Huimanguillo, con la empresa Proteak, quienes son los principales productores de MDF en el estado de Tabasco y que cuenta con la planta más grande de generación de energía de América Latina. El MDF es un tablero fabricado a partir de fibras de maderas y resinas sintéticas comprimidas.

La madera y los residuos leñosos están constituidos, principalmente, por azúcares que pueden ser

convertidos en biocombustibles y bioproductos, sin embargo, estos azúcares se encuentran en una red lignocelulósica compleja que impide su extracción y conversión. La Lignocelulosa se refiere a la materia seca vegetal (biomasa), llamada biomasa lignocelulósica. Es la materia prima más abundante disponible en la Tierra para la producción de biocombustibles, principalmente bioetanol. Está compuesto por polímeros de carbohidratos (celulosa, hemicelulosa) y un polímero aromático (lignina). La biomasa lignocelulósica puede clasificarse ampliamente en biomasa virgen, biomasa residual y cultivos energéticos. La biomasa virgen incluye todas las plantas terrestres naturales, como árboles, arbustos y pastos. La biomasa residual se produce como un subproducto de bajo valor de diversos sectores industriales como la agricultura (restos de maíz, bagazo de caña de azúcar, raquis de palma de aceite, entre otros.) y la silvicultura (descartes de aserraderos y fábricas de papel).

En el sector agrícola que utiliza como materia prima la papa, se producen las bases para alimentos, papel, adhesivos y textiles entre otros. Con el almidón del tubérculo se obtienen consumibles para animales y humanos, así como fertilizantes de sus fibras. En el caso

**Foto 2:** El cocotero, aprovechado para muchos fines, entre ellos para obtención de biodiesel.

**Foto 3:** La cáscara de piña una alternativa viable para producir energía.



de la industria láctea, además de leche y sus derivados, el estiércol es utilizado junto con forraje de maíz para la cogeneración de biogás para generar una fuente renovable de energía, dado que a partir de ésta, se produce electricidad gracias a motores.

Durante la generación del biogás, también se obtiene energía calorífica que se emplea para secar madera en Europa o para calefacción en hogares y finalmente la composta o residuo es utilizado como biofertilizante e integrado nuevamente al campo para repetir el ciclo.

En este contexto, Tabasco, cuenta con una excelente fuente de almidón como es la yuca y que por muchos años ha sido uno de los principales productores a nivel nacional, se han acercado inversionistas, para detonar plantaciones de yuca para la obtención de bioetanol, a partir del almidón el cual se encuentra en un 70-80% en el tubérculo dependiendo de la variedad. El INIFAP, en Tabasco, en el campo experimental Huimanguillo ha caracterizado distintas variedades e incluso tiene un banco de germoplasma de yuca.

### Desarrollo de las Biorefinerías

- Primera generación. Se trata del uso de la biomasa de cultivos, por ejemplo maíz, soya, palma de aceite, sorgo, remolacha y caña de azúcar.
- Segunda generación. Son aquellas que incluyen una variedad de materia prima desde lignocelulósica hasta desechos municipales sólidos, por ejemplo olotes o tallos de maíz.
- Tercera generación. Incluye la biomasa proveniente de algas. Con esto no solo se mejora la producción de combustible, sino que también el proceso desde la selección de la materia prima.
- Cuarta generación. Estas plantas se relacionan con tecnología que combina materia prima genéticamente modificada que captura grandes cantidades de carbono con microorganismos sintetizados genómicamente para producir combustibles de forma eficiente<sup>2</sup>.

**Foto 4:** En Alemania le apuestan a la producción del biogás.



**Foto 5:** Raquis de Palma de aceite

## ¿Qué es la biomasa?

La biomasa, es la forma de nombrar al material biológico derivado de los organismos vivos, plantas y animales, en el contexto energético, la biomasa es definida frecuentemente como un material vegetal, aunque se puede utilizar, tanto materia de origen animal como vegetal para producir energía, pues químicamente se compone de carbono y una mezcla de moléculas como hidrógeno, oxígeno e incluso nitrógeno. Las principales materias primas de la biorefinería forestal son hemicelulosa, celulosa, lignina, usadas para construir moléculas bloque, químicos, combustibles, polímero, entre otros. La composición clásica de los residuos agrícolas es 40-50% de celulosa, 25-35% hemicelulosa y 15-20% lignina<sup>3</sup>. La Lignina, la celulosa y la hemicelulosa son los tres polímeros fundamentales que constituyen y forman la estructura de las plantas. Solo por mencionar que, alrededor de 50 millones de toneladas de lignina son producidos cada año, procedentes esencialmente de los procesos de pulpado y fabricación de papel. La hemicelulosa es un grupo muy diverso de polisacáridos presentes en las paredes celulares de muchas plantas. La celulosa es un polisacárido estructural en las plantas, ya que forma parte de los

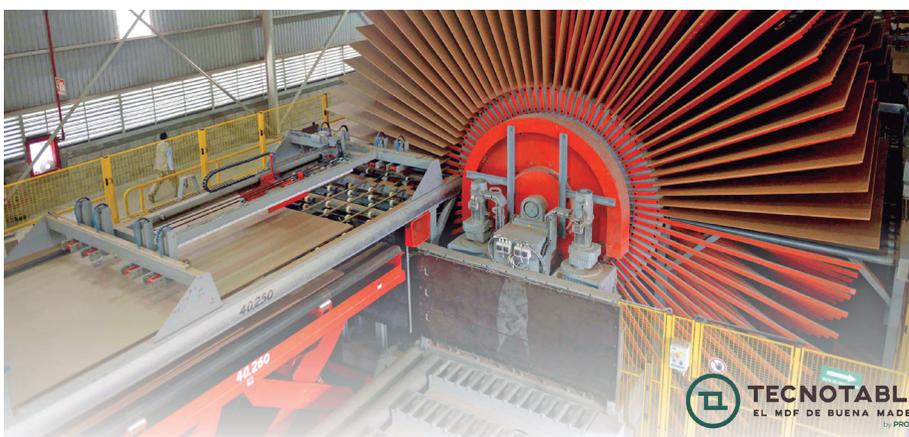
tejidos de sostén. La pared de una célula vegetal joven contiene aproximadamente un 40 % de celulosa; la madera un 50 %, mientras que el ejemplo más puro de celulosa es el algodón, con un porcentaje mayor al 90 %. Las hemicelulosas almacenadas en las semillas como el tamarindo son explotadas comercialmente para la producción de aditivos que son empleados en la industria alimenticia. Ejemplo de estos aditivos son la goma de tamarindo” y la “goma “guar” o “guaran” (extraída de una especie de leguminosa).

Ahora bien, en el estado de Tabasco destacan las actividades económicas como la Agrícola, Forestal y Pecuaria, tiene un extraordinario potencial para la utilización de la biomasa que se genera en estos sistemas, de los cuáles se obtienen más del 20% de residuos, que poco han sido utilizados. El raquis de la palma de aceite, la fibra de la palma de coco, bagazo de caña de azúcar, la mazorca de cacao, el follaje de yuca, la cáscara de la calabaza chigua, la corona y la cáscara de piña, cáscara y varetas de *Jatropha curcas*, entre otros, son fuentes que poco han sido explotadas, no solo para obtener biocombustibles, sino para el aprovechamiento de sus compuestos bioactivos que se encuentran en cada uno, que

han sido identificados como antioxidantes.

Estos compuestos bioactivos pueden alcanzar un valor comercial muy superior al de los biocombustibles, y son de interés para la industria farmacéutica, de cosméticos o alimenticia. Un ejemplo, es el xilitol, también conocido como azúcar de abedul, el cual se obtiene del xilano, una fibra vegetal, identificada como sustituto del azúcar. Lo cual es de gran beneficio para alimentos de diabéticos, debido a que no se requiere insulina para su metabolismo. Se trata de un edulcorante que se utiliza para la preparación de artículos comestibles que no contienen azúcar. Los productos con xilitol más comunes son: chicles y golosinas, helados, chocolates, mantequilla de maní sin azúcar, postres, mermeladas, jarabes para la tos, sprays nasales, suplementos deportivos, pastas dentales y enjuagues bucales

De la caña de azúcar se ha obtenido azúcar, bioetanol, electricidad, polihidroxibutirato (PHB) y antocianinas; del plátano que no cumple con la calidad se puede obtener PHB, glucosa, bioetanol<sup>4</sup>. El PHB, es un polímero perteneciente a la clase de los poliésteres, y fue aislado y caracterizado por primera vez en 1925 por el microbiólogo francés Maurice Lemoigne. Este es un material biodegradable con una alta capacidad para reemplazar a los plásticos basados en el petróleo. Por su parte, las antocianinas son pigmentos solubles en agua, que se hallan en de las células vegetales y que otorgan el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos que comúnmente comemos diariamente.





Recordemos también, que el 30 de agosto del 2018 se inauguró en Cunduacán, Tabasco, la Planta Piloto de Producción de Microalgas y Laboratorio de Sustentabilidad Energética, por parte del Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ), uno de los proyectos más esperados por la comunidad científica y el sector industrial del país, ya que tendrá la misión de producir biomasa y biocombustibles a partir de microalgas.

Las biorefinerías están desarrollándose cada vez más en muchos países y sin duda, México tiene y cuenta con los recursos naturales y biomasa derivada de los sectores Forestales, Agrícola, Pecuario e incluso Acuícola, para diseñar y construir esta industria, no sólo por el beneficio energético en la generación de biocombustibles amigables con el ambiente sino por la obtención de diversos compuestos bioactivos que se encuentran en los residuos agroindustriales, que

alcanzan un mayor valor en el mercado, por ejemplo el xilitol tiene un precio de doscientos cincuenta pesos por kilogramo, y un litro de gasolina cuesta desde 16 hasta más de 20 pesos por litro.

En Tabasco sin duda, hay claros ejemplos de estos desarrollos como Proteak y CIATEQ, sin embargo, se requerirá que el grupo de investigadores, sociedades y redes multidisciplinarias que se han desarrollado se junten para proponer nuevos conceptos de biorefinerías.

El estado de Tabasco tiene un gran potencial por la gran cantidad de biomasa vegetal e incluso animal que genera y que poco ha sido utilizada hasta este momento. Este tema ha sido expuesto en reuniones científicas que se han realizado en Tabasco por el INIFAP, precisamente para despertar el interés de grupos científicos e inversionistas en el estado.

**Foto 6:** La planta de Tecnotabla de la empresa Proteak, genera energía eléctrica a partir de la biomasa forestal (Foto: Proteak)

#### Referencias bibliográficas

- 1** Gómez Millán G. 2015. Biorefinerías sistemas integrados para el futuro. Ciencia y Desarrollo, No. 277, Conacyt. México.
- 2** King D. 2010. The future of industrial biorefineries. The World Economic Forum. Disponible en <http://www.weforum.org>
- 3** Ghatak H.R. (2011). Biorefineries from the Perspective of sustainability; Feedstock, Products and Processes. Renewable and Sustainable Energy Reviews 15 No. 8. 4042-4052.
- 4** Aristizábal M.V., Cardona A.C. 2018. Methods for designing and assessing biorefineries: Review. Biofuels, Bioproducts, Biorefining. doi.org/10.1002/bbb.1961



# En México seguimos avanzando en divulgación científica

Jesús Antonio Pascual

Hablar de divulgación de la ciencia en México es referirse a una travesía de actividades y estudios de los últimos 60 años, donde esta labor se ha ido construyendo con las aportaciones de profesionales de distintas áreas del conocimiento, y ha ganado terreno en las instituciones de educación básica hasta los niveles de educación superior.

La divulgación científica en nuestro país inició en la década de los sesentas, cuando se comenzaron a publicar revistas como Física y Naturaleza de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciencia y Desarrollo e Información Científica y Tecnológica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y la revista Chispa para niños.

Así también la divulgación comienza a tomar fuerza con los prime-

ros museos de ciencia nacionales, como el Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el Museo Alfa de Monterrey, el Papalote Museo del niño, Universum, Museo de ciencias de la UNAM y Explora, el Museo de Ciencias de Xalapa y el museo de ciencias de León, Guanajuato.

En esta edición de la revista Diálogos presentamos la entrevista a la Mtra. Lourdes Patiño Barba, quien por más de 20 años ha dedicado su vida a la divulgación y la cultura científica en México. Desde 1996, ha trabajado en la planeación, diseño y coordinación de programas, eventos y actividades de educación y comunicación pública de la ciencia, así como el desarrollo de exposiciones itinerantes, y la organización de foros y congresos tanto nacionales como internacionales.

Además su trayectoria como Directora de Servicios Educativos del Centro de Ciencias Explora, Presidenta de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, A.C. (SOMEDICyT) y consultora de proyectos de educación no formal y comunicación pública de la ciencia, le ha permitido ver con objetividad el panorama de la divulgación científica dentro y fuera de nuestro país.

## ¿Cuál es tu definición de divulgación de la ciencia?

No tendría una definición tal cual, pero hay ciertos elementos que incluía en el proceso de divulgar la ciencia, para mí es un acto de comunicación, donde buscamos que el público comprenda algunos términos científicos, conocimientos, datos o cambie su perspectiva de la ciencia. Creo que la divulgación

Foto 1 Mesa redonda de apertura de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América latina y el Caribe (RedPOP), Panamá 2019.



científica sirve para ver el contexto del conocimiento, el desarrollo tecnológico y también tenemos que verlo como una empresa humana, como algo que hemos hecho los humanos y que no nos viene de genes, sino que es construcción social.

Una divulgación amplia toca tres puntos, que la gente sepa más cosas, datos, conceptos, que vea a la ciencia de una manera distinta, completa, que la valore, así también que vayamos generando un pensamiento crítico, que no baste que nos diga un científico o una científica –iyo lo digo!–, sino preguntarle cómo llegó a ese conocimiento y cuáles fueron sus premisas.

**¿Cuál sería la importancia de hacer divulgación científica en una sociedad como la nuestra?**

Puede tener mucha importancia en distintos conceptos, dependiendo qué conocimiento se divulgue, pero si tuviera que resumirlo diría que es para ampliar la cultura; una herramienta que todos tenemos para abordar, analizar y resolver las diversas situaciones que se nos van presentando en la vida cotidiana, y ahí hay para todo, como las cosas que tienen que ver con la Física, Mecánica, Óptica, Electricidad, Química, para entender todas las cosas que ocurren en la cocina, en la calle, ahora con el coronavirus de cómo el virus puede moverse, la Comunicación, la Psicología, la Educación y las demás ciencias sociales.

**¿Cómo inicias en diseñar programas, eventos y actividades de educación y comunicación pública de la ciencia?**

Yo lo entendí después, pero en 1996 entré formalmente y me asumí como divulgadora cuando entré a trabajar a un centro de ciencia, pues la labor era divulgación y desde ahí fue muy importante, porque trabajaba en una institución que se dedicaba a hacer divulgación y ofrecer servicios educativos.

Desde que era estudiante de Psicología, comprendí que hacía divulgación. En Ciencias de la salud, los médicos, enfermeros, psicólogos entre otros profesionales le llamamos profilaxis o prevención y en realidad somos divulgadores de nuestra ciencia. Entonces, mi formación como psicóloga me permitió comprender procesos educativos, procesos culturales, dinámicas de grupos y cómo uno va incorporando conocimientos.

Lo primero que hice en mis primeros años de divulgadora fue organizar cursos de verano, programar charlas y conferencias todo el año, porque teníamos mucho contacto con la comunidad. Pero como muchas instituciones de divulgación, no contábamos con suficientes recursos económicos, y mantener el propio Centro de Ciencias costaba un buen dinero, además el departamento de divulgación era el que menos tenía. Entonces comenzamos a construir redes, eso es algo importante, no sólo es la planeación, sino tener muy claro el objetivo a quién va dirigido, no es lo mismo los cursos de verano, que empezar a planear qué le podría interesar a la gente de la tercera edad.

Trabajé en proyectos que iban a distintos puntos de la ciudad que en lugar de llamarlos "Centros de Ciencia" los nombramos 'Centros del Saber', acuñamos el término, una institución nueva que no existía en México, donde la idea era difundir conocimiento de todo y no sólo de ciencia, pero era distinto planear la charla en esos lugares, en colonias populosas con delincuencia, donde hablábamos de violencia doméstica y otros temas que abarcaba el programa.

### Diseñando actividades de divulgación

Y la parte técnica de quién es mi público, cómo diseño, cómo va el proceso de desarrollo, cuánto tiempo debe durar para transmitirlo, se fortaleció haciendo redes con la comunidad académica y tecnológica de Guanajuato que no somos muchos, a diferencia de Morelos o la Ciudad de México, pero Guanajuato tiene un número importante de centros de investigación, de investigadores e investigadoras en diferentes disciplinas. Entonces, parte de lo que aprendí es la vinculación y el construir cosas en conjunto.

Desde ahí, me tocó organizar la Semana de la Ciencia en todo el estado, antes de que lo organizará el Consejo Estatal, desde el primer año atendimos a 26 mil personas hasta el último que trabajé en el Centro de Ciencias, hace 10 o 11 años, llegamos a 145 mil personas, las actividades duraban 8 semanas, y de esa manera se fue construyendo la credibilidad de que podíamos hacer cosas planeadas y fijando objetivos. Yo siempre he pensado que de las experiencias exitosas todos quieren pertenecer, entonces la gente que al principio estaba escéptica o no le veía mucho sentido se fue sumando y así se fue construyendo una comunidad de divulgadores que en Guanajuato no existía o andaba como dicen por ahí "cada chango en su mecate".



Foto 2 Conferencia en la Universidad Iberoamericana en el 1er Simposio de Divulgación de la Ciencia.



**¿Cómo decidiste ser divulgadora de ciencia, fue por apertura, casualidad, accidente o una oportunidad?**

Yo creo que fue de todo un poco de lo que has mencionado, reflexionando justo eso, lo reconozco. Yo soy psicóloga clínica y eso es como mi otra vida, donde he dado consulta a la par de divulgación, algo como los biólogos que hacen Biología y también son divulgadores, pues así igualito.

Al principio la gente me decía ¿pero qué haces ahí?, pues aplico la Psicología, hay grupos, hay aprendizaje, hay comunicación, yo creo que fue un poco desde la apertura, pero sí reconocí que desde niña a mí me gustaba enterarme de muchas cosas. Decidí la psicología porque me encanta saber cómo son los procesos humanos, pero también me encantaba la Biología, y entonces tenía como esas semillitas combinadas, bueno, eso lo entendí después. Pero realmente haber entrado fue mera casualidad.

Yo no sabía si existía un Centro de Ciencias, no había ido a la Ciudad de México, el Universum tenía muy poquito, el Alfa tenía más años, entonces no estaba en mi esquema, pero una maestra a la que habían invitado y no podía trabajar, ella les

pasó mi currículum, me entrevistaron y me quedé. En ese entonces yo había hecho teatro y otras cosas, entonces mi perfil fue diverso que dijeron que lo podía hacer, y ahí me quedé 15 años. La verdad descubrí que me gustó.

Creo que es como la experiencia de muchos divulgadores, como no había una formación de divulgación, realmente llegamos de muchos saberes, y eso es algo muy rico del campo. He aprendido mucho de cómo ven el mundo los matemáticos, los biólogos, las físicas, es un entorno muy creativo y eso me gusta.

**La divulgación de la ciencia reconocida como labor profesional**

**¿En los últimos 20 años, qué cambios ha habido en materia de divulgación científica?**

Yo creo que mucho, ahora estoy como en un punto en el que hago comunicación directa, sigo diseñando programas, hago investigación y comunicación de ciencia, pero también capacitó a otros divulgadores. Y de 7 años para acá ha sido una actividad muy fuerte en el campo. Siempre hay gente nueva que dice que no hay apoyo o no los reconocen. Digo, si es verdad,

todavía tenemos muchos problemas.

He hecho distintos diagnósticos de la situación de la divulgación en distintos estados de México, apoyé en Costa Rica a un colega, y coordiné un estudio latinoamericano, entonces conozco un poco las distintas realidades y si es verdad que todavía nos falta pero algo que yo les comparto, porque también necesitamos tener esperanzas, es que vamos avanzando los divulgadores.

En estos últimos 20 años, la divulgación se reconoce como una labor, y es un progreso muy importante. Se va entendiendo que es una profesión, ahora ya hay departamentos que se llaman “divulgación de ciencia” a los que se les destinan recursos, hay gente contratada, aunque sea unas horas o medio tiempo, eso es algo que hace 20 años no ocurría, o eran muy poquitos. Ahora hay cursos para formarse como divulgador, por primera vez apareció la comunicación de la ciencia en los planes nacionales hace dos sexenios y en el anterior también, y antes eso no sucedía. Se llegaron a tener fondos, bueno, ahorita se ha disminuído, la verdad así lo vemos los divulgadores. Sentimos que ahora volvimos años atrás, en el sentido del dinero.

Pero bueno, aunque sea poco dinero todavía hay mucha gente formada y hay quienes saliendo de la universidad o en la preparatoria dicen –¡Yo quiero ser divulgador!– Vamos teniendo mejor gestión, entendemos más, hacemos investigación, producimos conocimiento. Eso ya ocurre en el mundo y en México.



Foto 4 XXI Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Técnica 2016.

### Divulgando hacia públicos específicos

¿Cómo es el proceso para diseñar materiales didácticos para la divulgación científica?

Cuando fui directora de Servicios Educativos en el Centro de Ciencias me tocó conceptualizar y hacer el diseño particular de todas las exhibiciones desde la cuestión educativa, los objetivos, qué queríamos que la gente aprenda y la experiencia con la exhibición.

Uno de los proyectos importantes, fue el diseño de un modelo educativo y con base a eso, un manual de experimentos para enseñar ciencia a niños ciegos y sordos, eso se realizó en FIBONACCI.

Aquí partimos de una investigación con docentes, la problemática de la

gente de educación especial es súper compleja, en general son multigrados y de multicapacidad porque algunos no caminan, no escuchan, otros no ven, y otros no pueden ir al baño. Este estudio se realizó con observación en clase, entrevistas con docentes, entender cómo hacían sus planeaciones educativas. Porque si los niños no aprenden ciencia, este público aprende menos.

Después de la investigación, generamos conclusiones, y terminó siendo como requerimientos de diseño. Incluso en la investigación le preguntamos a los maestros cuáles eran los temas de ciencia que creían que era más importantes y cuáles les costaban más trabajo abordar, y sobre esa nos fuimos.

Nos complicamos la vida, pero al final el manual quedó muy bo-

nito porque atiende a todas esas necesidades de los docentes y de alguna manera de niños y niñas. Generamos un manual en video, porque encontramos en la investigación, que las personas sordas tienen más deficiencia de concepto más que lo ciegos, porque conocen la palabra pero no comprenden de qué se trata, entonces vimos que lo que más funcionaba era el video, que lo generamos con traducción de lenguaje de señas, siendo uno de los materiales de impacto social.

Pero el enfoque básico es saber quién es mi público y sólo hasta ese momento diseño los materiales.

### ¿Qué se necesita para ser un buen divulgador de ciencia?

De entrada ser un buen comunicador o comunicadora. Hay gente que es más versátil, es buena ha-

blando y escribiendo, hay gente buena para la escritura pero que es mala para las conferencias, a tal grado que te preguntas, pero si es divertidísimo escribiendo, y viceversa, hay gente que es buen conversador pero no se le dá escribir.

Entonces son necesarias las habilidades de comunicación y que también te guste. Si te gusta sólo pensar el mundo para ti mismo es difícil ser divulgador, porque los divulgadores deben pensar en el público, de quién me va a leer, qué sabrá, qué se imaginará de este tema, tendrá prejuicios, qué valor tiene respecto a esto, qué hay en su cultura y cómo lo puedo enlazar.

De pronto hay gente que va agregando saberes. En mi caso, por haber trabajado en un museo de ciencias de la salud, tengo conocimientos de psicología y salud mental, pero hicimos varios desarrollos en medio ambiente, que de ninguna manera podría hacer una investigación en ecología, pero aprendí a hablar sobre el desarrollo sustentable y reciclaje. No a todo tenemos que decir que sí, pero sí podemos decir que sí a disciplinas distintas que se parezcan a nuestra formación.

### ¿Hacia dónde va la divulgación de la ciencia?

Estamos en un momento incierto, creo que llevamos ciertas sinergias buenas, sin embargo no sé si esas sinergias avanzarán, pero creo que vamos a encontrar la manera de seguir el proceso de profesionalización, de valoración de la divulgación de la ciencia, es importante fortalecer la cultura científica de la gente. Muy independiente de la edad y hagamos lo que hagamos, necesitamos saber de distintas ciencias.

Me gustaría que esta creatividad que vamos encontrando cuando se va sumando más gente, y vamos teniendo más personas para pensar en cómo hacerlo en distintos contextos, nos va a enriquecer el campo, ese es un proceso que aún sin dinero no se puede parar, a lo mejor sí disminuye la rapidez del impacto, pero ahí vamos gracias a mucha gente inquieta de varias disciplinas. Veo momentos difíciles por falta de recursos, ojalá que haya un cambio como ha ocurrido en los dos últimos años, y que se recupere la inercia de cada vez tener más recursos.

Menos dinero sí merma el poder atender a más gente, o crear fórmulas que si son más costosa pero efectivas, por ejemplo, un planetario es costoso, pero te da una experiencia que no te da la charla. Hay cosas que hay que mirarlas y no sólo escucharlas.

Con estas palabras, concluye la entrevista con la Mtra. Lourdes Patiño Barba, que ha sido testigo de la forma en que la divulgación de la ciencia se ha desarrollado en los últimos años en México.

Foto 5 Conferencia de Divulgación de la ciencia en Beijing, China. 2018



# LA LIGA DE LA SALUD

# MÉDICO ESPECIALISTA

**VOL. 1**  
EDICIÓN LIMITADA



**MISIÓN**  
Restablecer la salud de los pacientes.  
Habilidades

**VIGILANTE**  
Pendiente de la evolución física y emocional del paciente.

**ESPECIALISTAS LUCHANDO CONTRA EL COVID 19**  
Médicos Internistas  
Médicos Cirujanos  
Médicos Infectólogos  
Médicos Alergólogos  
¡Y muchos más!

**SERVICIO**  
Dispuesta a trabajar largas jornadas para atender a los pacientes.

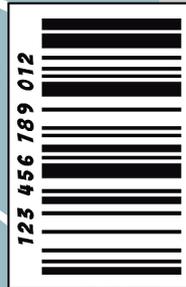
## FORMACIÓN PROFESIONAL

- ★ Licenciatura en Medicina
- ★ Especialidad en pediatría
- ★ Subespecialidad en neumología pediátrica

**Agradecemos al personal médico** que se ha distinguido por su esmero en el cuidado de los pacientes y aportan día a día sus conocimientos científicos para restablecer la salud de la población y brindar una mejor calidad de vida.

**LIDERAZGO**  
Encabeza las acciones de salud y se coordina con todo el equipo de trabajo.

**¡PODERES!**  
**INTELIGENCIA:**  
Aplica su sabiduría para cuidar de la salud.  
**ENTRENAMIENTO:**  
Capacitación en la comprensión del cuerpo humano  
**CONOCIMIENTO:** Diagnóstica y da un tratamiento certero



Proyecto apoyado por CONACYT

## EN COMBATE CONTRA EL COVID 19



Fuente: Entrevistas con el sector salud. Texto: LC. Rosalinda Sánchez Gómez. Diseño: Gustavo Alonso Ortiz

Por: Julieta Montelongo  
de la Parra\*

## Divulgar ciencia entre terraplanistas del siglo XXI



uno se acerca a ella por el camino adecuado. Entonces, me convertí en su incondicional. Y no es que crea que la ciencia es incuestionable e inequívoca. Sé que está en constante rectificación. Y no es que descarte el pensamiento mágico, capaz de crear leyendas e historias extraordinarias.

También escribo cuentos fantásticos donde lo inexistente cobra vida como si fuera real. Pero partir de él para tomar decisiones que rijan nuestro comportamiento, me parece muy peligroso.

### ¡Compartir la pelota!

Cuando me preguntan a qué me dedico no digo que soy divulgadora científica. Me gusta decir que soy traductora y, más específicamente, doble traductora. Y aclaro: del lenguaje científico al lenguaje común y del lenguaje común, al lenguaje infantil. ¡Divertida ocupación escogí! Me asomo a distintos temas, a distintas disciplinas, las que me van atrayendo, las que me van interesando y seduciendo; busco información, contacto a algún científico y, finalmente, busco en mi acervo mental de juegos, experimentos, anécdotas y actividades, aquellas que me puedan ser útiles para dar a conocer el tema.

Que en siglo XXI exista un movimiento de personas que aseguran que la Tierra es plana y que quienes afirman que es redonda nos engañan descaradamente, me aterrera. Que en el siglo XXI exista una tendencia anti-vacunas que con su postura provoca el regreso de enfermedades como el sarampión, varicela o poliomielitis que habían sido erradicadas, me aterrera. Que en el siglo XXI se atribuya la existencia del coronavirus a un castigo divino porque la humanidad ha equivocado el rumbo y "se ha portado mal", me aterrera.

Por esas y otras razones he dedicado mi vida profesional a la divulgación de la ciencia. Las otras razones son mucho más amables: a partir de un día, ya adulta, descubrí azarosamente y poco a poco que la ciencia podía ser asombrosa, divertida, apasionante y reveladora si



Dar a conocer, poner al alcance, hacer accesible; me gustan también esas otras formas de decir divulgar. Imagino un objeto hermoso, como una pelota de gran colorido que está en la parte más alta de un armario y que un grupo de niños observa desde su estatura. Yo me subo a una silla, la alcanzo y la arrojo. Los niños la hacen girar, botar, la avientan y cachan, la disfrutan. Y yo siento la satisfacción de alcanzar la pelota y de compartirla.

### ¿No-científica y mujer?

No soy científica, ¡grave asunto para una divulgadora!, que debe enfrentarse en ocasiones al menosprecio de quienes piensan que la profesión de comunicóloga, que es la mía, es una disciplina menor y que no tengo autoridad para hablar de ciencia.

Quizá esa sensación fue más fuerte, durante mi desempeño profesional, que la de sentir discriminación por mi género. No obstante, con el paso del tiempo, he aprendido a visibilizar aquellas ocasiones en las que, tal vez por ser mujer, se me hizo a un lado.

La ciencia, esa señora sabia y simpática a quien tanto aprendí a admirar, no ha escapado del enfoque

androcentrista que han tenido todas las disciplinas. El ser humano, el hombre, como genérico de la humanidad, ha excluido a la mitad de la población durante siglos y creo que, en asuntos de divulgación de ciencia desde la perspectiva de género, podemos hablar de dos aspectos.

Uno, las mujeres como objeto de estudio y en el cual hay un velo de misterio y desconocimiento aplastante, y otro, las mujeres que se han abierto paso a codazos en el mundo de la ciencia y no han sido reconocidas, por decir lo menos.

Divulgar ciencia, pasar la pelota para que la mayor cantidad de personas podamos jugar el mismo juego de las ideas, las pruebas, demostraciones, comprobaciones y no el de la charlatanería, es mi pequeña forma de contribuir al ejercicio de una vida más digna.

**\*Julieta Montelongo de la Parra** es autora de más de 60 libros para niños y jóvenes, tanto cuentos como libros de texto, Julieta es una apasionada de la divulgación científica, a la que ha dedicado ya más de cuatro décadas. Recibió el premio Antonio Robles en 1981 por la serie Cuentos del abuelo. Estudió Ciencias de la Comunicación Colectiva en la Universidad Nacional Autónoma de México. Durante diez años dirigió la revista Chispa, dedicada a la divulgación científica infantil. Es creadora y coordinadora del proyecto Robopek, que pretende detonar el interés de los niños por la ciencia, la tecnología y el arte mediante talleres.



## El objetivo

# 17

Por: Julia Tagüena\*

Estamos muy acostumbrados a los números 5 y 10 por nuestro sistema decimal, que por supuesto se inspiró en nuestros 10 dedos. Por ejemplo, es muy común cuando se habla de metas y consejos hablar de decálogos. Por eso, llama la atención que cuando las Naciones Unidas publican los objetivos del desarrollo sostenible estos resultan ser 17. ¿Por qué ese número? ¡Un número primo, ni 10 ni 20! La razón es que esos objetivos se construyeron a partir de una conversación entre todos los países del mundo que conforman la organización, además de contar con la participación de la sociedad civil y de otras organizaciones interesadas, y no forzaron el número, respetaron lo que se obtuvo: 17 objetivos rumbo a un desarrollo sustentable (ODS).

El plan de construir la Agenda 20/30 para un mundo que dé la garantía que no dejamos a nadie atrás surgió en la Cumbre de Río+20 en 2012, donde se creó el Grupo de Trabajo para consensuar esta propuesta.

Todos los detalles de los objetivos pueden leerse en la página de Naciones Unidas (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>):

fin a la pobreza; cero hambre; salud y bienestar; educación de calidad; igualdad de género; agua limpia y saneamiento; energía asequible y no contaminante; trabajo decente y crecimiento económico; industria, innovación e infraestructura; reducción de desigualdades; ciudades y comunidades sostenibles; producción y consumo responsables; acción por el clima; vida



submarina; vida de ecosistemas terrestres; paz, justicia e instituciones sólidas; y finalmente el 17, alianzas para lograr los objetivos.

Hoy el mundo está más interconectado que nunca. La situación actual de la pandemia del COVID 19 debería hacer que la humanidad se tome aun más seriamente las alianzas participativas que buscan la igualdad de género y la igualdad social. Es el momento de pensar en las generaciones que vienen y tomar medidas que nos lleven a un desarrollo sustentable.

Todos los ODS son igualmente importantes, pero resaltamos el 17 porque la cooperación para un desarrollo sostenible solo se logrará si nos unimos en la diversidad, con el respeto que cada persona y cada cultura merece, pero también con la tolerancia necesaria para

llegar a acuerdos dentro de nuestras diferencias. La reunión que nos convoca abona a la inclusión y la participación imprescindibles para alcanzar este objetivo. Además, sociedades como SOMEDICYT, pueden ser las grandes aliadas de Naciones Unidas para que utilicemos nuestros recursos para respaldar lograr la Agenda 20/30.

Terminemos con una frase de sabiduría universal: la unión hace la fuerza, que existe en muchos idiomas y parece que procede de la frase latina *concordia res parvae crescunt* (las cosas pequeñas florecen en la concordia). Si cada persona es incluyente, el objetivo 17 florecerá.

**\*La Dra. Julia Tagüeña** es investigadora del Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y nivel 3 del Sistema Nacional de Investigadores. Fue directora del Centro de Investigación en Energía y Directora General de Divulgación de la Ciencia, ambos de la UNAM. Fue presidenta de la Sociedad Mexicana de Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT) de 2010 a 2012 y es Premio Latinoamericano a la Popularización de la Ciencia de Red POP 2017. Ganadora del Premio Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Técnica 2020, otorgado por la SOMEDICYT.



DIC  
2020

# ENFERMERO

# LA LIGA DE LA SALUD

## EMPATÍA

Comprende los malestares del paciente y da continuidad a las indicaciones médicas.

# #5

## FORMACIÓN PROFESIONAL

- Licenciatura en Enfermería
- Maestría en Ciencias de Enfermería con Orientación en Enfermería Clínica o de Primer Nivel de Atención
- Doctorado en ciencias de Enfermería

**VIGILANTE**  
Pendiente de las condiciones y mejoría de cada paciente.

**Agradecemos al personal médico** que se ha distinguido por su esmero en el cuidado de los pacientes y aportan día a día sus conocimientos científicos para restablecer la salud de la población y brindar una mejor calidad de vida.



**HABILIDADES**  
Servicio Atiende necesidades del paciente e instrucciones médicas.

**MISIÓN:**  
Cuidar a los pacientes y apoyar al personal médico.

**¡PODERES!**  
**AGILIDAD**  
Distribuye y aplica medicamentos, atiende simultáneamente a varios pacientes.  
**CALIDEZ**  
Brinda palabras de aliento, atención cálida a pacientes y familiares.  
**CONOCIMIENTO**  
Sabe cómo y cuándo aplicar medicinas, curaciones, tomar signos vitales.



Proyecto apoyado por CONACYT



**EN COMBATE CONTRA EL COVID 19**

# Divulgación científica, semilla del conocimiento

Por Rosalinda Sánchez Gómez

“Divulgar es sembrar la semilla del conocimiento”, esta es la definición de Erika Fernanda Pérez Rivera, divulgadora de ciencia y licenciada en Física por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quien forma parte de los nuevos talentos en divulgación científica.

## Divulgar para recuperar el amor

A punto de obtener el título de licenciada en Física, Erika nos platica que estudiar ciencias no le fue nada fácil; pues si bien desde pequeña gustaba de los temas científicos y de astronomía, hubo momentos en los que pensó que eso no era para ella y pensó en desistir.

“La ciencia es complicada, yo estuve a punto de salirme de la carrera porque creí que no era para mí, pero al seguir en la divulgación me di cuenta que la Física y la ciencia son mi camino, y gracias a la divulgación recuperé este amor por el conocimiento, supe que mi lugar es seguir aquí. Ese ha sido el regalo personal que me dio la divulgación, recuperar el amor por mi profesión”.

Asimismo, comenta que divulgar le brindó las herramientas para adquirir seguridad en sí misma, saber expresarse y compartir los conocimientos adquiridos, beneficios que ha sabido aplicar en su labor académica y su vida personal.

## De Estrellas y astronautas

Al preguntar cómo surgió su interés por la ciencia, recuerda que fue su papá quien la llevaba a observar el cielo cada vez que ella se sentía triste o enojada, como una forma de distraerla mientras le enseñaba los nombres de las estrellas y las constelaciones.

Pero fue el primer astronauta mexicano, Rodolfo Neri Vela, quien la inspiró a estudiar física, luego de escuchar su experiencia en una conferencia, cuando estudiaba la preparatoria. A su vez, la primera experiencia en la divulgación la tuvo en la Noche de las Estrellas 2012, colaborando con el planetario Astromóvil, donde quedó sorprendida con los efectos que provoca en la gente la divulgación científica.



En 2013 se integró al grupo de divulgación luani y desde entonces no ha dejado de participar, ya sea en talleres, charlas, conferencias o entrevistas, todo para compartir conocimientos de ciencia y astronomía.

### Ciencia para todos

Erika nos reitera que divulgar es llevar el conocimiento a la gente, “para mí cada charla representa poner la semilla de la curiosidad, de la sorpresa, en quienes te escuchan o ven el experimento y es una satisfacción lograr que digan ¡órale!, se parece a lo que vi antier en la cocina de mi casa; y lo mismo puedes lograr esa expresión de maravilla en un niño que en un adulto o una persona de la tercera edad, porque a todos, sin importar la edad, nos gusta la ciencia”.

Pérez Rivera ha sido anfitriona del Museo Universum y ha colaborado con otras agrupaciones de di-

vulgación científica, sin dejar de pertenecer a luani, donde pese a la pandemia continúa elaborando talleres, charlas y demostraciones de experimentos que se proyectan a través de YouTube, por ejemplo, la entrevista realizada al científico mexicano Miguel Alcubierre Moya.

luani le ha permitido incursionar en la gestión y diseño de estrategias para llevar ciencia a comunidades como San Cristóbal de las Casas, Chiapas, donde impartieron talleres durante un mes, en colaboración con otras agrupaciones.

### Labor académica

En cuanto a sus logros académicos, menciona que en 2014 participó en el Verano de Investigación en el Instituto de Astronomía de la UNAM ubicado en Ensenada, Baja California, haciendo un trabajo sobre los objetos Gervin Harold y su asesor fue el Dr. Jason Ybarra, quien colaboró para que en 2015 presentará ese proyecto en el Congreso de Astrofísica en Seattle, Estados Unidos.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) le otorgó una beca para participar en el programa PAUTA, de Adopta talentos, donde a la fecha también ha brindado apoyo en ferias de ciencias,

como juez, moderadora y evaluadora.

Su tesis y proyecto de titulación están enfocados en apoyar la divulgación de la ciencia y renovación de museos, aspira a una maestría en astrofísica y poder continuar en la divulgación para compartir el conocimiento, a través de un canal de YouTube, para explicar temas de astronomía, óptica y termodinámica.

### Revalorar la divulgación

Para finalizar, expuso que divulgar es una labor importante, ya que es el puente entre la ciencia y las personas que no estudian ciencia, por lo que Erika Fernanda Pérez Rivera manifiesta que es necesario revalorar estas actividades: talleres, conferencias, experimentos, charlas, obras teatrales, entre otras muchas; las cuales no siempre se pueden realizar de forma gratuita y voluntaria, por lo que se requieren programas que faciliten las actividades de divulgación.



**Foto 1** Taller “Hola cometa”, en el XXIX Encuentro Nacional de Divulgación Científica en Mazatlán, Sinaloa.

**Foto 2** Actividades de ciencia e indagación en Coatlán del Río, Morelos, 2016.

**Foto 3** Taller “Estereogramas, figuras en 3D escondidas”, en el XXXI Encuentro Nacional de Divulgación Científica en León, Guanajuato.

**Foto 4** Erika Pérez como anfitriona del Mariposario en Universum, Museo de las Ciencias de la UNAM.

**Foto 5** En la Fiesta de las Ciencias y Humanidades en Universum

**Foto 6** Día de Pi en la Facultad de Ciencias de la UNAM, 2019.

# Del amor a la astronomía

Por Rosalinda Sánchez Gómez



Foto 1 Observación astronómica como divulgador de Nibiru.

En la recta final de la licenciatura en Física biomédica en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Héctor del Ángel Ramírez Cruz, divide su tiempo en las dos actividades que complementan su vida: la física y la divulgación.

El joven oaxaqueño nos platica de su interés por la astronomía y su gusto por compartir lo que ha aprendido, “para mí divulgar es compartir con la gente lo que sabes”.

## De Física y Nibiru

El gusto por la ciencia lo motivó desde pequeño a preguntarse el porqué de todas las cosas, pero fue en la preparatoria cuando eligió estudiar Matemáticas, ingresó a la Facultad de Ciencias de la UNAM, al mismo tiempo que se integró a la Sociedad Astronómica Nibiru, agrupación dedicada a divulgar temas de astronomía y que modificó por completo su forma de ver la ciencia.

Formar parte de Nibiru motivó a Héctor a cambiar la licenciatura de matemáticas por la física biomédica, donde actualmente cursa el último semestre, logrando combinar sus estudios académicos con las actividades de divulgación.

A seis años de haberse integrado a Nibiru, Héctor imparte talleres, conferencias, campamentos y observaciones astronómicas dirigidas a todo público, con la única finalidad de compartir su gusto por la ciencia, de compartir con la gente lo que sabe.

## Aprendiendo de los grandes

La serie Cosmos y la forma de divulgar de Carl Sagan alentaron en Héctor el deseo por estudiar ciencia y divulgar astronomía, actividades que fueron reforzadas en Nibiru, agrupación de divulgación que fue fundada hace 20 años por la doctora Julieta Fierro, José Antonio de Diego, William Lee y Mario De Leo, para abordar temas como la astronomía, y en donde este joven encontró el amor por la divulgación científica.

Ramírez de la Cruz afirma que Nibiru es una de las mejores cosas que le ha sucedido; pues aunque combinar los estudios con la divulgación le implica un mayor esfuerzo, ha llegado al último semestre de su carrera con promedio de 9.2 y la convicción de que divulgar es una actividad que desea realizar durante toda su vida.

## Divulgando por el gusto de la astronomía

“En Nibiru contamos con telescopios, damos conferencias, talleres, realizamos campamentos, invitamos a ponentes dentro y fuera de la UNAM para compartirnos sus trabajos de investigación, tenemos muchas actividades que hacemos dentro y fuera de la facultad, con el único objetivo de transmitir el gusto por la astronomía y por la ciencia a todo el público, porque la ciencia es para todos”, sostuvo Héctor del Ángel Ramírez.

Afirma que incursionar en la divulgación científica le ha brindado seguridad en sí mismo, le ha proporcionado herramientas para transmitir los conocimientos adquiridos y los métodos para hacerlo de forma atractiva.

Agrega que la divulgación también le ha favorecido al momento de exponer carteles sobre investigaciones realizadas o para colaborar en algunos artículos de divulgación que han sido publicados en la revista Ciencias de la UNAM;

### Tiempos de pandemia y de reinventarse

Con la pandemia, explica, se cancelaron todas las actividades que tenían programadas, se frenaron las colaboraciones en otros institutos, actividades en otros estados y en Nibiru tuvieron que implementar nuevos métodos para seguir divulgando la astronomía y la ciencia a distancia.

De manera que, el trabajo que se realizaba de forma presencial se tuvo que sujetar a plataformas digitales para “seguir llevando la ciencia hasta tu casa”; se armaron ciclos de conferencias con ponentes de diferentes institutos, se implementaron métodos para que desde la pantalla la gente pueda observar el sol, las estrellas, sin necesidad de tener un telescopio, siguiendo su página de Facebook @nibiruastro.

### Proyectos a futuro

Para los próximos años le gustaría ejercer su profesión en el área hospitalaria, desarrollar investigaciones en temas de genómica biomolecular y obtener un doctorado. No obstante, reitera su deseo de continuar en las actividades de di-

vulgación, “le he tomado mucho cariño a la Sociedad Astronómica Nibiru, formar parte de ella ha sido una experiencia muy enriquecedora en lo personal y lo académico.

“Me ha brindado herramientas para mejorar la manera de expresarme, de exponer mis conocimientos, de adquirir técnicas de aprendizaje, aprender a diseñar nuevos métodos de divulgación y poder transmitir lo que sabes de manera eficiente para todo el público, y quisiera divulgar por el resto de mi vida”, puntualiza.

### Labor altruista

Pese a que la divulgación se realiza en gran medida de forma voluntaria y sin remuneración alguna, Héctor menciona que el pago lo da la gente, los rostros sorprendidos del público, ya sean niños o adultos, quienes se asombran con el conocimiento que se les transmite y que demuestra que se logró el objetivo: compartir lo aprendido.

“Nuestras actividades tienen el propósito de que la astronomía esté al alcance de todos y contagiar el gusto que nosotros tenemos por la ciencia y la astronomía, para que el conocimiento llegue a todos los rincones, tanto del país como a toda Latinoamérica, que es una de nuestras metas en la sociedad astronómica”, concluye.

**Foto 2** Proyección astronómica de divulgación científica.

**Foto 3** Héctor compartiendo el conocimiento adquirido sobre astronomía.

**Foto 4** Equipo de divulgadores científicos de la Asociación Astronómica Nibiru.



**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**CARGO:** \_\_\_\_\_

**INSTITUCIÓN:** \_\_\_\_\_

**Deseo recibir la revista *Diálogos del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco* en esta dirección:**

**DOMICILIO:** \_\_\_\_\_

**COLONIA:** \_\_\_\_\_ **C.P.:** \_\_\_\_\_

**CIUDAD:** \_\_\_\_\_

**TEL. OFICINA:** \_\_\_\_\_ **TEL. PART.:** \_\_\_\_\_

**CORREO ELECTRÓNICO:** \_\_\_\_\_

**COMENTARIOS Y SUGERENCIAS:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Estimado lector:**

Le recordamos que estamos actualizando nuestro registro de suscripciones. Si desea renovar o iniciar la suya (gratuitamente), sólo tiene que entregar este formato, debidamente llenado (a máquina o con letra de molde), en la sede del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco  
Dr. Lamberto Castellanos Rivera  
313, Col. Centro, 86000  
Villahermosa, Tabasco / México

También puede enviarlo por correo o hacer llegar la información solicitada a la dirección electrónica:  
divulgacionccytet@gmail.com

¡Muchas gracias, y no olvide avisarnos si cambia de domicilio!

**Suscripción a la Revista *Diálogos del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco***

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**CARGO:** \_\_\_\_\_

**INSTITUCIÓN:** \_\_\_\_\_

**Deseo recibir la revista *Diálogos del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco* en esta dirección:**

**DOMICILIO:** \_\_\_\_\_

**COLONIA:** \_\_\_\_\_ **C.P.:** \_\_\_\_\_

**CIUDAD:** \_\_\_\_\_

**TEL. OFICINA:** \_\_\_\_\_ **TEL. PART.:** \_\_\_\_\_

**CORREO ELECTRÓNICO:** \_\_\_\_\_

**COMENTARIOS Y SUGERENCIAS:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Estimado lector:**

Le recordamos que estamos actualizando nuestro registro de suscripciones. Si desea renovar o iniciar la suya (gratuitamente), sólo tiene que entregar este formato, debidamente llenado (a máquina o con letra de molde), en la sede del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco  
Dr. Lamberto Castellanos Rivera  
313, Col. Centro, 86000  
Villahermosa, Tabasco / México

También puede enviarlo por correo o hacer llegar la información solicitada a la dirección electrónica:  
divulgacionccytet@gmail.com

¡Muchas gracias, y no olvide avisarnos si cambia de domicilio!

## Normas Editoriales

Los escritos sometidos a consideración del Comité Editorial de "Diálogos", deberán remitirse en formato digital, procesador de palabras WORD (Office 2007 o versión actual), y deberán estar redactados en español, con letra Arial a 12 puntos y doble espacio, utilizando mayúsculas y minúsculas, hoja tamaño carta, con márgenes superior, inferior e izquierdo de 2.5 centímetros, y derecho de 4 centímetros.

Los trabajos deberán incluir una portada, en la que se señale con claridad el título de la colaboración (preferiblemente no más de 15 palabras); el nombre completo del autor, incluyendo su grado académico; la institución en la cual labora y el cargo que ocupa; sus direcciones postal y electrónica; números de teléfono y fax; y un resumen de no más de 200 palabras.

Los textos sometidos a consideración del Comité Editorial de "Diálogos" deberán tener una extensión mínima de 5 cuartillas y máximo 8 (sólo el artículo), y todas las páginas deberán estar numeradas, en la parte inferior derecha.

En caso necesario, podrá utilizarse un número reducido de figuras para ilustrar el texto. Deberán enviarse dibujos o fotografías de buena calidad en formato JPEG, preferiblemente en color, aunque se imprimen en blanco y negro. Todas las ilustraciones y sus textos deberán ser capaces de soportar reducciones a 50-66 por ciento, sin perder claridad.

El autor deberá incluir, al final del texto, la descripción de cada dibujo o fotografía que envíe, y el Comité Editorial de "Diálogos" se reserva el derecho de determinar si se publican con pie o no.

Las tablas habrán de escribirse a doble espacio, sin líneas verticales y contener numeración consecutiva dentro del encabezado. No deberán duplicar información contenida en el texto o las ilustraciones. Si la información contenida en las tablas ha sido publicada anteriormente, deberá citarse la fuente o referencia.

Las citas se señalarán mediante superíndices numerados consecutivamente, y se describirán al final del texto, en el mismo orden.

Cuando se trate de referencias a libros, deberán ajustarse a los siguientes ejemplos:

- Si la cita corresponde a una parte específica del libro.

Fierro Gossman, Julieta. 1999. *Las Estrellas*. Tercer Milenio. México. Pp. 42-43.

- Cuando se trata de una referencia hecha sobre el contenido de todo el libro.

López R., M. 1995. *Normas Técnicas y de Estilo para el Trabajo Académico*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 148 p.

Las referencias a artículos en revistas periódicas deberán incluir el nombre del autor, o de los autores, si se trata de más de uno, de acuerdo con el siguiente modelo. El título de la revista se escribirá completo en la primera cita y abreviado en las subsecuentes en que aparezca.

Torres Martínez Emanuel S., "Matemáticas y letras", *¿Cómo ves?*, Revista de divulgación de la Universidad Nacional Autónoma de México. 2001. 27, p. 31.

Rodríguez B. Myrma Olivia. "Los ácaros: compañeros anónimos", *¿Cómo ves?* 2001. 27, p. 18.

En todos los casos, y en la medida de lo posible, se tratará de mencionar los nombres completos de los autores.

Para los artículos con referencia en la web, además de los datos mencionados (Autor, Año, Nombre del Artículo, Nombre de la Publicación), debe anexarse la página electrónica fuente.

