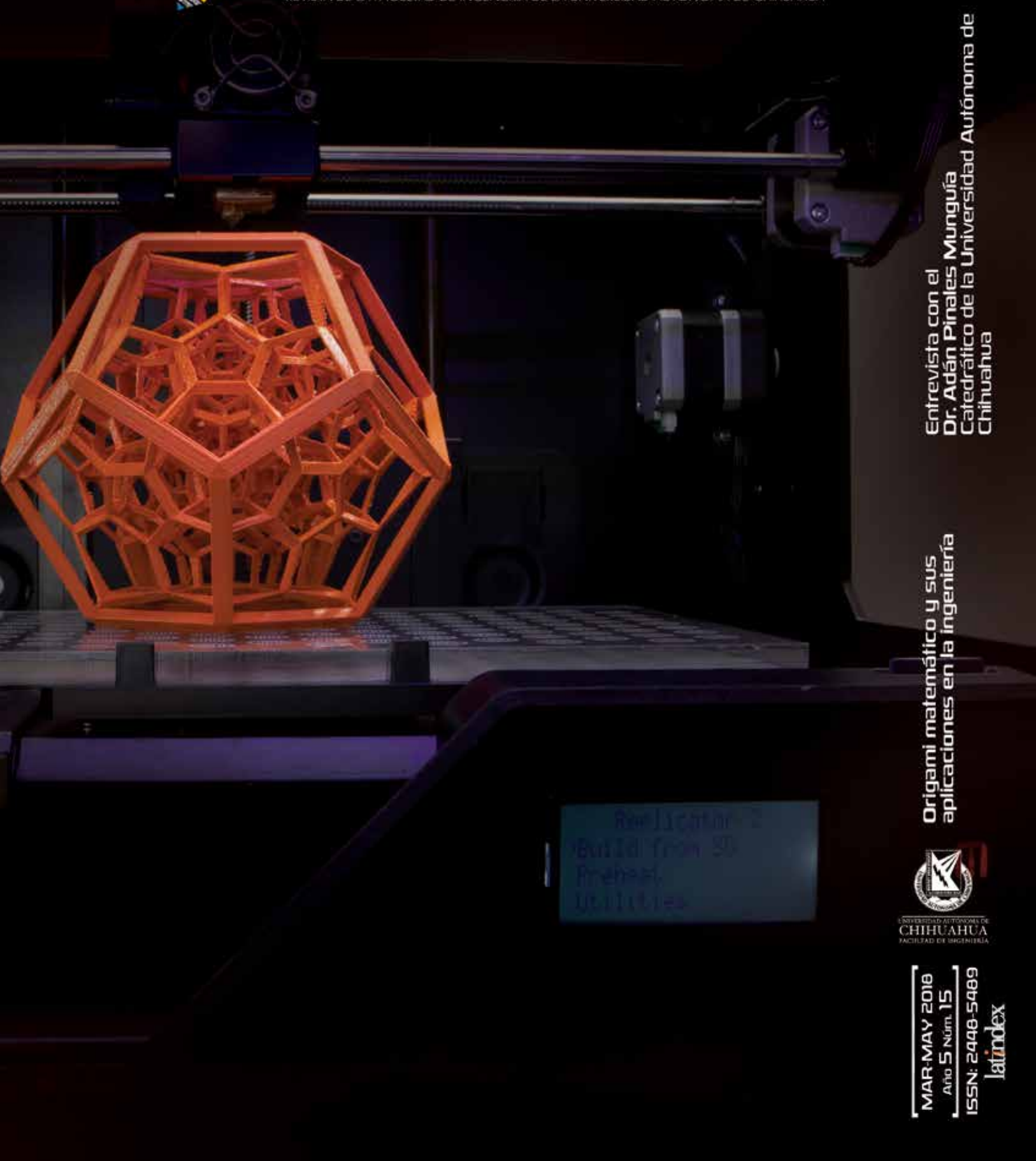




FINGUACH

REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA



Entrevista con el
Dr. Adán Pinales Munguía
Catedrático de la Universidad Autónoma de
Chihuahua

Origami matemático y sus
aplicaciones en la ingeniería



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA
FACULTAD DE INGENIERÍA

MAR-MAY 2016

Año 5 Núm. 15

ISSN: 2448-5489

latindex

POR PRIMERA VEZ EN CHIHUAHUA ÓPERA "UN TRANVÍA LLAMADO DESEO"

OFECH | ORQUESTA FILARMÓNICA DEL ESTADO DE CHIHUAHUA
Mtro. Armando Pesqueira, Dir. Artístico y musical

TEMPORADA
INVIERNO
2018

A
**STREETCAR
NAMED
DESIRE**

(UN TRANVÍA LLAMADO DESEO)

ÓPERA
de André Previn
Libreto de Philip Littell

TEATRO DE LOS HÉROES
23 Y 25
MARZO 2018
20:00 HRS.

ESCENIA ENSAMBLE*
ORQUESTA FILARMÓNICA DEL ESTADO DE CHIHUAHUA, BAJO LA BATUTA DEL MTRO. ARMANDO PESQUEIRA

*PROYECTO APOYADO POR EL FONDO NACIONAL PARA LA CULTURA Y LAS ARTES



www.ofech.org f t i / OFECH

Mayores informes al (614) 414-44-38.
Programación sujeta a cambios sin previo aviso.
CARGO DE 3% POR COMISIÓN EN PAGO CON TARJETA.



COMPRA TUS BOLETOS EN:

www.startickets.mx
614 414 1400
@starticketsmx





M.I. Javier González Cantú

El año 2018 inició con un conjunto de retos por delante para la Facultad de Ingeniería. Actualmente llevamos un 55 % de avance en el rediseño curricular de nuestras once carreras y siete programas de posgrado, nuestra meta es la actualización de todos los programas y que el total de los posgrados se encuentren dentro del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) de CONACYT.

Es importante destacar que la Facultad de Ingeniería dio un fuerte impulso a la internacionalización de sus funciones universitarias, así como a la colaboración e intercambio académico. Prueba de lo anterior es el trabajo que se realiza para lograr un acuerdo académico binacional de ingeniería civil con la Universidad Estatal de Nuevo México para lograr un convenio similar al ya existente en ingeniería aeroespacial.

De igual manera, los estudiantes deben tener una formación tanto teórica en las aulas como práctica en la industria, por lo cual se ha trabajado en incrementar los convenios para la realización de prácticas tanto nacionales como internacionales, manteniendo actualmente relación con empresas maquiladoras e industrias en México, Estados Unidos, Francia e Irlanda.

Por otra parte, iniciamos el presente ciclo escolar fortaleciendo la formación integral del estudiante a través del impulso a las actividades deportivas y culturales. Debido a esto iniciamos el proyecto de creación de clubes estudiantiles, entre los que se encuentran los de ajedrez, programación, *e-Sports*, apreciación cinematográfica, aeromodelismo, béisbol, fútbol americano, teatro, entre otros.

Para finalizar agradezco al Dr. Adán Pinales Munguía, docente investigador de la Facultad de Ingeniería, por concedernos la entrevista para esta edición de la revista y compartir con nosotros los avances en proyectos de investigación que impactan a nuestra comunidad.

Contenido

- 3 >** Generación de laboratorio de ciencias experimentales para reducción de residuos sólidos
Dr. Raúl Sandoval Jabalera, Dra. Claudia Georgina Nava Dino, Dra. María Cristina Maldonado Orozco, Dr. Juan Pablo Flores de los Ríos, Dr. Roberto Narro García.
- 4 >** Problemática del arsénico y flúor en el agua subterránea en Chihuahua
Ing. Karla Sifuentes Acosta, C. Indra Cervantes González, Dr. Alejandro Villalobos Aragón, Dra. Vanessa Espejel García y Dra. Daphne Espejel García
- 6 >** Las tendencias de la cuarta revolución industrial
M.S.M. Oscar Monjarás Enríquez
- 8 >** Entrevista con el Dr. Adán Pinales Munguía Catedrático de la Universidad Autónoma de Chihuahua
- 10 >** Origami matemático y sus aplicaciones en la ingeniería
Ing. Adán Castillo Peña, Dra. Haydey Álvarez Allende, M. en C. Erick Nadir Grijalva Reyna
- 12 >** 3er Concurso Estatal de Física y Matemáticas para Nivel Medio Superior
M.E. Pamela Sisi Paredes Araiza, Dr. Daniel Espinobarro Velázquez
- 14 >** Caracterización óptica de moléculas metaladas para celdas solares
Rov Alejandro Lomas Zapata, José Miguel Jiménez Lozano, Pamela Sisi Paredes Araiza, Gerardo Zaragoza Galán, Daniel Espinobarro Velázquez

FINGUACH es la edición institucional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), en la que predominan actividades de ciencia y tecnología con un sentido sustentable para impulsar el desarrollo económico y social, regional, nacional e internacional. El contenido de la publicación es principalmente desarrollado por investigadores de la UACH, así como de otras instituciones gubernamentales y privadas. El contenido de los artículos es responsabilidad de sus autores por lo que no necesariamente refleja el punto de vista de la institución.

Es una edición trimestral gratuita con distribución estatal y nacional en otras universidades, colegios de ingenieros, abogados, arquitectos, ciencias de la información, mineros, geólogos y topógrafos; cámaras empresariales, dependencias gubernamentales, centros de investigación y en congresos tecnológicos.

FINGUACH, Año 5, Núm. 15, marzo - mayo 2018, es una publicación trimestral editada por la Universidad Autónoma de Chihuahua, a través de la Secretaría de Extensión y Difusión por la Facultad de Ingeniería, Circuito Universitario s/n, Nuevo Campus Universitario, 31100 Chihuahua, Chih. Tel: (614) 4429502, www.fing.uach.mx, finguach@uach.mx, Editor responsable: Dr. Fernando Rafael Astorga Bustillos, Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-071312482200-102, ISSN: 2448-5489, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido No. 16657 otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por Cormona impresores, Blvd. Paseo del Sol #115, Jardines del Sol, 27014 Torreón, Coah. Distribuida por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario s/n, Nuevo Campus Universitario, 31100 Chihuahua, Chih. Tel: (614) 4429502. Este número se terminó de imprimir el 5 de marzo de 2018 con un tiraje de 1,000 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Los contenidos podrán ser utilizados con fines académicos previa cita de la fuente sin excepción.



latindex



Av. San Felipe No. 5 Col. San Felipe
C.P. 31203 Chihuahua, Chih.
(614) 413-9779
www.foodcomunicacion.com

Directorio

M.E. Luis Alberto Fierro Ramírez
Rector

M.I. Javier González Cantú
Director

M.A. Jorge Alberto Arias Mendoza
Secretario Académico

Dr. Fernando Rafael Astorga Bustillos
Secretario de Investigación y Posgrado

M.I. Rodrigo De La Garza Aguilar
Secretario de Planeación

M.I. Leticia Méndez Mariscal
Secretaria Administrativa

M.I. David Maloof Flores
Secretario de Extensión y Difusión Cultural

Consejo editorial

M.I. Javier González Cantú
Presidente

Dr. Fernando Rafael Astorga Bustillos
Editor en jefe

M.I. Guadalupe Irma Estrada Gutiérrez
Editor adjunto

Dr. Luis Carlos González Gurrola
Editor adjunto

Dr. José Luis Herrera Aguilar
Editor adjunto

M.I. Jesús Roberto López Santillán
Editor adjunto

M.I. David Maloof Flores
Editor adjunto

Dra. Cecilia Olague Caballero
Editor adjunto

Dr. Alejandro Villalobos Aragón
Editor adjunto

Generación de laboratorio de ciencias experimentales para reducción de residuos sólidos

> Dr. Raúl Sandoval Jabalera*, Dra. Claudia Georgina Nava Dino, Dra. María Cristina Maldonado Orozco, Dr. Juan Pablo Flores de los Ríos, Dr. Roberto Narro García.

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua, FINGUACH Año 5, Núm. 15, Marzo - Mayo 2018

Las cifras sobre la generación de RSM (residuos sólidos municipales) a nivel nacional que se han reportado en los últimos años presentan limitaciones importantes, básicamente porque no se trata de mediciones directas, sino de estimaciones. Son calculadas por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) conforme a lo establecido en la norma NMX-AA-61-1985 sobre la Determinación de la Generación de Residuos Sólidos. Según esta dependencia, en 2011 se generaron alrededor de 41 millones de toneladas, lo que equivale a cerca de 112.5 mil toneladas de RSU (residuos sólidos urbanos) diariamente (INEGI, 2012).

Los rellenos sanitarios constituyen la mejor solución para la disposición final de los residuos sólidos urbanos; este tipo de infraestructura involucra métodos y obras de ingeniería particulares que controlan básicamente la fuga de lixiviados y la generación de biogases. En 2011 se estimó que 72 % del volumen generado de RSU en el país se dispuso en rellenos sanitarios y sitios controlados, el 23 % se depositó en sitios no controlados y el restante 5 % se recicló. El número de rellenos sanitarios en el país ha crecido de manera significativa en los últimos años. Entre 1995 y 2011 su número se incrementó de 30 a 196, pasando la capacidad de almacenamiento total de 5.95 a 26.14 millones de toneladas. En 2011 se contaba además en el país con veinte rellenos de tierra controlados. En la actualidad, todas las entidades cuentan con rellenos sanitarios para disponer sus residuos (SEDESOL, 2012).

Con base en lo antes mencionado, los residuos sólidos municipales son depositados en rellenos sanitarios, pero con base a su creciente generación no todos podrán ser dispuestos por falta de espacio o reciclados, sin embargo, no todos los residuos que se reciclan perdurarán, entonces se deben tener rutas alternas para su contención.

Desarrollo:

Tomado como base lo anterior, el objetivo general de este artículo fue generar un laboratorio para estudiar el porcentaje y velocidad de reducción del volumen de residuos sólidos municipales generados por la Facultad de Ingeniería. Dentro de los residuos generados por la institución, los de importancia fueron el papel y cartón con origen de las actividades propias del hacer educativo.

Para la generación de este laboratorio se utilizó como fondo económico la beca y el apoyo para nuevo profesor de tiempo completo, los cuales fueron otorgados por el Programa para Desarrollo del Profesorado (PRODEP) y el espacio en el que se encuentra fue proporcionado por la Secretaría de Planeación. Actualmente este laboratorio cuenta con un compresor de aire, un prototipo de combustor, una parrilla de calentamiento y un medidor de potencial de hidrógeno, está ubicado dentro del taller de máquinas y herramientas de la Facultad de Ingeniería.

Conclusión:

Es importante que un profesor de tiempo completo tenga la posibilidad de generar un laboratorio para mantener la calidad de la educación y el bienestar del estudiante, además de proveer de servicio externo para contribuir de esta manera con la sociedad.

Referencias:

- INEGI. *Sistema de Cuentas Nacionales de México*. Disponible en: <http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdientsi.exe/Consultar>. Fecha de consulta: marzo de 2012.
- SEDESOL. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, México. 2012.

➤ M.I. Karla Sifuentes Acosta, C. Indra Cervantes González, Dr. Alejandro Villalobos Aragón, Dra. Vanessa Espejel García y Dra. Daphne Espejel García
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua,
FINGUACH Año 5, Núm. 15, Marzo - Mayo 2018

Problemática del **arsénico y flúor** en el agua subterránea en Chihuahua

Al vivir en una zona desértica donde la variabilidad climática cada vez es mayor, la calidad y cantidad del agua subterránea juegan un papel crítico a la hora de la toma de decisiones con respecto a su explotación, administración y consumo. El crecimiento de la población y su incesante sed ha provocado la perforación de un mayor número de pozos, lo cual ha producido que las fuentes tradicionales de agua se vean comprometidas, estén en riesgo o hayan desaparecido. Asimismo, este minado exacerbado del agua subterránea ha provocado que sea a mayores profundidades, lo cual primeramente la encarece (pues implica un mayor consumo de electricidad en su bombeo a la superficie) y además provoque que generalmente su calidad disminuya. Lo anterior es importante pues la calidad es un reflejo de la interacción (y el tiempo de contacto) con el medio geológico que encuentra a su paso.

A lo largo del tiempo se han realizado investigaciones donde se encontraron y reportaron niveles elevados de metales pesados, radioactividad, sustancias orgánicas y hasta contaminantes emergentes en el agua subterránea. En nuestra comunidad dos elementos suelen ocupar los esfuerzos de los investigadores: arsénico (As) y fluoruros (F⁻). Ambos se encuentran en la corteza terrestre y se distribuyen naturalmente en aire, agua y suelo. Sin embargo, también pueden presentarse en el medio ambiente como consecuencia de procesos antropogénicos, como actividades mineras e industriales, quema de combustibles, entre otros. Su evaluación en rocas y sedimentos se vuelve fundamental pues permite obtener información acerca de su posible origen, modo de aparición, características fisicoquímicas, así como

de su movilidad potencial y transporte a través de fluidos o cadenas tróficas (Ahuja, 2008).

La presencia de arsénico en el agua subterránea se convierte en una situación alarmante, pues el arsénico es muy tóxico en su forma inorgánica y la exposición prologada a este elemento se ha asociado a problemas de desarrollo, enfermedades pulmonares y cardiovasculares, neurotoxicidad y diabetes (Quansah *et al.*, 2015). Igualmente, se ha demostrado que la concentración de flúor en el organismo humano produce efectos nocivos sobre distintos tejidos del organismo, sistema nervioso, así como también fluorosis dental y problemas óseos (Valdez-Jiménez *et al.*, 2011).

Por todo lo anterior se han llevado a cabo investigaciones sobre acuíferos que están naturalmente enriquecidos en ambos elementos, sobrepasando los valores máximos permisibles en agua para consumo humano. A nivel mundial los casos de contaminación por arsénico en China, la India y Bangladesh son sobresalientes. En la República Mexicana los estados que presentan esta problemática son Coahuila, Durango, Sonora, Zacatecas, San Luis Potosí y Chihuahua; en este último fueron detectados importantes niveles de arsénico, principalmente en la porción sureste por la CONAGUA, así como también en los acuíferos Meoqui-Delicias (Espino *et al.*, 2009) Jiménez-Camargo, Tabalaopa-Aldama (Reyes *et al.*, 2010) y el Sáuz-Encinillas (Zamarrón, 2011). La modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127SSA (2000) establece los máximos niveles permisibles para el As de 0.025 mg/L y para fluoruros de 1.50 mg/L. Como puede esperarse, de forma contemporánea se han realizado es-



tudios para determinar las afectaciones en comunidades por el consumo de agua con niveles elevados de ambos elementos (Rodríguez Dozal *et al*, 2005, Sánchez Ramírez *et al*, 2014).

¿Pero cuáles son los siguientes pasos? ¿Está la población en riesgo por estos niveles por encima de la normatividad? Diversas investigaciones se han realizado en el estado de Chihuahua desde la década de 1980. Se ha hecho un esfuerzo importante en el monitoreo químico del agua, tanto superficial como subterránea, con el fin de identificar zonas potenciales de interés científico para casos de salud pública. Los niveles presentes en la mayoría de los pozos no ponen en riesgo inminente a la población, pues esa agua puede diluirse o ser tratada. Sin embargo, su constante monitoreo es primordial, se debe de continuar analizando estos pozos con el fin de determinar su evolución temporal. Al mismo tiempo se deben de realizar estudios de caracterización hidrogeológica que permitan evaluar los diferentes materiales geológicos (rocas y suelos) determinar su posible origen y los posibles procesos o mecanismos que les ha permitido aumentar sus concentraciones. Una vez realizado lo anterior se podrán realizar estudios de modelación hidrodinámicos y de transporte que permitan darle mayor cantidad de escenarios posibles a los tomadores de decisiones a nivel gubernamental, lo que idealmente les permitirá tomar decisiones de una forma más informada y con argumentos científicos y no solamente políticos o económicos.

Referencias:

- Ahuja, S. (2008). Arsenic Contamination of Groundwater: Mechanism, Analysis, and Remediation. *John Wiley & Sons*.
- Diario Oficial de la Federación, D. O. (2000). Modificación a la norma oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", 8 p.
- Espino, M. S., Barrera, Y., & Herrera, E. (2009). Presencia de arsénico en la sección norte del acuífero Meoqui-Delicias del estado de Chihuahua, México. *TECNOCENCIA*, Vol. II, No.1.
- Quansah, R., Armah, F. A., Essumang, D. K., Luginaah, I., Clarke, E., Marfoh, K., & Dzodzomenyo, M. (2015). Association of arsenic with adverse pregnancy outcomes/infant mortality: a systematic review and meta-analysis. *Environmental health perspectives*, 123(5), 412.
- Reyes-Gómez, V. M., Alarcón-Herrera, M. T., Núñez-López, D., & Cruz-Medina, R. (2010). Dinámica del arsénico en el Valle de Tabelaopa-Al-dama-El Cuervo, en Chihuahua, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 6, 21-31.
- Rodríguez Dozal, S., Alarcón Herrera, M.T., Cifuentes, E., Barraza, A., Loyola Rodríguez, J.P., Sanin, H.D., Dental Fluorosis in rural communities of Chihuahua, MEXICO, Fluoride 2005;38(2):143-150 Research report 143
- Currier, J.M., Ishida, M.C., González-Horta, C., Sánchez-Ramírez, B., Ballinas-Casarrubias, L., Gutiérrez-Torres, D.S., Hernández Cerón, R., Viniestra Morales, R., Baeza Terrazas, F.A, Del Razo, L.M., García-Vargas, G.G, Saunders, R.J., Drobná, Z., Fry, R.C., Matoušek, T., Buse, J.B., Mendez, M.A., Loomis, D., Stýblo, M. (2014) Associations between Arsenic Species in Exfoliated Urothelial Cells and Prevalence of Diabetes among Residents of Chihuahua, Mexico, *Environmental Health Perspectives*, vol. 122, no. 10, p. 1088-1094.
- Valdez-Jiménez, L., Fregozo, C. S., Beltrán, M. M., Coronado, O. G., & Vega, M. P. (2011). Efectos del flúor sobre el sistema nervioso central. *Neurología*, 26(5), 297-300.
- Zamarrón, S. L. (2013). Análisis hidrogeoquímico de los acuíferos Chihuahua-Sacramento y El Sauz-Encinillas, Chihuahua, México. Tesis Maestría, Facultad de Ingeniería, UACH.

Las tendencias de la cuarta revolución industrial

Durante la revolución industrial de 1760 se llevaron a cabo una serie de transformaciones socioeconómicas, tecnológicas y culturales en la humanidad. La economía basada en trabajo manual fue dominada por la industrial y la revolución manufacturera inició con la mecanización de industrias textiles y el uso del hierro.

La ingeniería industrial es una rama de la ingeniería que se ocupa de la optimización del uso de recursos humanos, técnicos, informativos, así como del manejo y gestión óptima de los sistemas de transformación de bienes y servicios, evaluación de sistemas integrados aplicados en campos de personal, riqueza, conocimientos, información, equipamiento, energía, materiales y procesos.

En Alemania nació el término de "Industria 4.0" en 2011 para describir una revolución en la organización de las cadenas de valor mundiales. Al habilitar "fábricas inteligentes", la cuarta revolución industrial crea un mundo en el que los sistemas de fabricación virtuales y físicos a nivel mundial cooperan entre sí de forma flexible. Esto permite la personalización incondicional de los productos y la creación de nuevos modelos operativos.

La cuarta revolución industrial

Es una nueva fase en la digitalización del sector manufacturero, impulsada por cuatro motores: el aumento de los volúmenes de datos que manejan las empresas industriales; las computadoras cada vez más potentes y baratas; la capacidad de analizar los datos de los procesos; y la mejora continua en la interacción de personas con máquinas, robots e impresoras 3D. Reduce costos, mejora las cadenas de producción y aprovecha las nuevas bases de datos.

Las tendencias de la cuarta revolución industrial

Las nuevas tecnologías están cambiando la manera en la que vivimos, trabajamos y nos relacionamos con los demás,

así como la velocidad, amplitud y profundidad de esta revolución nos están obligando a repensar cómo los países se desarrollan, cómo las organizaciones generan valor e incluso lo que significa ser humanos.

Son muchos los desafíos a los que se enfrenta el mundo actualmente, pero posiblemente uno de los más importantes sea comprender la nueva revolución tecnológica que está acarreado la transformación de la humanidad debido a la convergencia de sistemas digitales, físicos y biológicos. Los tres están profundamente interrelacionados y las diversas tecnologías se benefician unas de otras en función de los descubrimientos y el progreso que cada uno hace.

1. Sistemas físicos: existen cuatro manifestaciones físicas principales de las tendencias tecnológicas, que son las más fáciles de ver debido a su naturaleza tangible:

A. Vehículos autónomos: el automóvil sin conductor es la próxima tendencia, pero ahora hay muchos otros vehículos autónomos que incluyen camiones, drones, aviones y barcos. A medida que avanzan tecnologías como los sensores y la inteligencia artificial las capacidades de todas estas máquinas autónomas mejoran a un ritmo acelerado.

B. Impresión 3D: también llamada fabricación aditiva, la impresión 3D consiste en crear un objeto físico imprimiendo capa sobre capa desde un dibujo o modelo 3D digital. Por el contrario, la impresión 3D comienza con material suelto y luego crea un objeto en una forma tridimensional utilizando una plantilla digital.

C. Nuevos materiales: en general, son más ligeros, más fuertes, reciclables y adaptables. Ahora hay aplicaciones para materiales inteligentes que se auto curan o que se limpian a sí mismos.

2. Sistemas digitales

A. El *internet de las cosas*: se describe como una relación entre las cosas (productos, servicios, lugares, entre otros) y las personas que son posible gracias a las tecnologías conectadas y varias plataformas.

B. Los sensores de las redes virtuales: están proliferando a un ritmo asombroso. Se están instalando sensores más pequeños, baratos y más inteligentes en hogares, ropa, accesorios, ciudades, redes de transporte y energía, así como en procesos de fabricación. Hoy en día hay miles de millones de dispositivos en todo el mundo, como los teléfonos inteligentes, tabletas y computadoras que están conectados a *internet*.

C. El *blockchain*: es un protocolo seguro donde una red de computadoras colectivamente verifica una transacción antes de que pueda ser registrada y aprobada. En esencia, el *blockchain* es un libro de contabilidad compartido.

D. Las plataformas digitales: han reducido drásticamente los costos de transacción y fricción incurridos cuando las personas u organizaciones comparten el uso de un activo o proporcionan un servicio.

3. Sistemas biológicos: las innovaciones en biología y genética en particular, son nada menos que impresionantes. En los últimos años se ha logrado un progreso considerable en la reducción del costo y el aumento de la facilidad de secuenciación genética.

A. Proyecto del genoma humano: actualmente un genoma puede secuenciarse en unas pocas horas y más económicamente. Con los avances en el poder de la computación, los científicos están poniendo a prueba la forma en que las variaciones genéticas específicas generan rasgos y enfermedades particulares.

B. Xenotrasplantes: los investigadores ya han comenzado a diseñar genomas de cerdos con el objetivo de cultivar órganos adecuados para el trasplante humano, que no podía concebirse hasta ahora debido al riesgo de rechazo inmunitario por parte del cuerpo humano y a la transmisión de enfermedades de los animales a humanos.

C. Bioimpresión: es un proceso donde las diferentes tecnologías se fusionan y enriquecen entre sí, la fabricación en 3D se combinará con la edición de genes para producir tejidos vivos con el fin de reparar y regenerar tejidos, esto ya se ha utilizado para generar piel, huesos, corazón y tejido vascular.

D. Las capas impresas de células hepáticas: se usarán para crear órganos de trasplante. Se están desarrollando nuevas formas de insertar y emplear dispositivos que monitoreen nuestros niveles de actividad química sanguínea y cómo todo esto se relaciona con el bienestar, la salud mental y la productividad.

E. Genética: será mucho más fácil manipular con precisión el genoma humano dentro de embriones viables significa que es probable que veamos el advenimiento de los bebés de diseño en el futuro que poseen rasgos particulares o que son resistentes a una enfermedad específica.

Referencias

Schwab, K. (2016). *La Cuarta Revolución Industrial*. España. Editorial Debate.



Dr. Adán Pinales Munguía

Catedrático de la Universidad Autónoma de Chihuahua



El próximo 22 de marzo se celebrará el Día Mundial del Agua. Con motivo de esta celebración el Dr. Adán Pinales Munguía, catedrático de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua concedió una entrevista para la revista FINGUACH en la que destacó la importancia de la recarga artificial de los acuíferos en el estado, así como la colaboración de alumnos y maestros de la Facultad de Ingeniería con el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF).

El Dr. Adán Pinales es ingeniero civil egresado de la Universidad de Colima, estudió una Maestría en Ingeniería de los Recursos Hidráulicos de las Zonas Áridas y un Doctorado en Ciencia y Tecnología Ambiental; sus áreas de interés son la hidrogeología, el diseño de redes de monitoreo del agua subterránea, así como la modelación matemática de sistemas acuíferos. Dentro de sus actividades extracurriculares desde hace aproximadamente cuatro años realiza estudios del agua subterránea en el estado de Chihuahua en colaboración con alumnos y otros maestros de la Facultad de Ingeniería apoyados por la WWF.

La WWF o Fondo Mundial para la Naturaleza es una organización de conservación líder en el mundo con presencia en más de 100 países. El principal objetivo de la organización es alcanzar soluciones innovadoras que satisfagan las necesidades tanto de la gente como de la naturaleza y para lograrlo crea sinergias de largo plazo con diferentes sectores como el gubernamental, empresarial y social.

“En Chihuahua el representante de la WWF es el Dr. Alfredo Rodríguez Pineda y desde hace aproximadamente cuatro años coincidió que me puse en contacto con él y que un grupo de estudiantes de maestría se acercó a mí con

la intención de que realizáramos estudios sobre el agua subterránea en nuestro estado, así que lo comenté con el Dr. Rodríguez y la WWF se interesó en el proyecto y no sólo decidió colaborar con nuestro equipo, además que nos apoyó económicamente”.

Chihuahua es un estado en el que llueve muy poco y la precipitación pluvial es muy baja a lo largo del año por lo que la principal fuente de abastecimiento de agua potable para uso agrícola y ganadero es el agua subterránea. Durante años la Comisión Nacional del Agua y antes la Secretaría de Recursos Hidráulicos realizaron diversos estudios para analizar y clasificar la condición de los acuíferos en el estado: *“Gracias a estos estudios sabemos que el agua subterránea se encuentra cada vez más profunda y nos cuesta más trabajo extraerla, así que al analizar estas situaciones actuales en nuestro entorno decidimos trabajar en la recarga artificial de los acuíferos”.*

El agua es un recurso vital para las actividades humanas ya que garantiza la producción de alimentos y energía por lo que su conservación es muy importante en el desarrollo de cualquier civilización. La recarga artificial es una técnica de gestión de recursos hídricos extendida a nivel mundial y consiste en introducir el agua de lluvia en los acuíferos: *“Esta recarga se da de manera natural, sin embargo en algunas zonas es conocido que se extrae más agua de la que se recarga y debido a eso los niveles del agua han descendido provocando que los costos y la extracción sean cada vez mayores”.*

Al preguntarle al Dr. Pinales por los avances que llevan en el proyecto comentó: *“Hasta el momento ya hemos identificado algunas zonas importantes en las que podríamos hacer obras de recarga, una de las primeras que comenzamos a investigar fue en el noroeste del aeropuerto y otra en el acuífero del Sauz – Encinillas en la carretera rumbo a Juárez.*



Por otra parte, en noviembre del 2017 iniciamos un proyecto que culminará en enero del 2019 y consiste en realizar mapas a nivel estatal donde se identifiquen las zonas más favorables para hacer recargas y posteriormente ligarlas con la disponibilidad que puedan tener algunas presas del estado para obtener agua de ellas y realizar las recargas artificiales. Sabemos que hay años donde tenemos una cantidad de lluvia muy grande y esa cantidad la podemos aprovechar en un futuro gracias a proyectos como éste”.

Acerca de los diversos procesos para realizar recargas artificiales a los acuíferos el Dr. Pinales comentó: *“La manera más común de recargar un acuífero es de forma natural, cuando el agua de lluvia llega a la superficie del suelo dependerá de lo inclinado que esté y del material para que se vaya infiltrando, por ejemplo si en una playa alguien toma un vaso de agua y la derrama en la arena no se aprecia de manera inmediata su acumulación por la impermeabilidad del material. En el estado de Chihuahua existen materiales permeables y algunos que prácticamente son impermeables en los que se puede derramar agua y ésta se queda ahí hasta evaporarse. Pero existen otras tres formas artificiales de infiltrar el agua de manera más rápida, la primera es hacer balsas como si fueran piscinas y llenarlas de agua en la zona donde se encuentra el material para que se infiltre; otra es mediante la excavación de pozos no muy profundos con un material más permeable y a partir de ahí guiar el agua que se retiene a través de un bordo o de una presa y realizar la recarga, en este caso los pozos no estarían en contacto con el agua subterránea sino en una parte más arriba donde se encuentra la zona saturada; y la última forma es donde sí se pueden perforar pozos que lleguen hasta donde se encuentra el agua subterránea y directamente inyectarlos, en ese caso es muy importante cuidar la calidad del agua porque podríamos contaminar nuestros mantos acuíferos”.*

El cuidado del agua es un tema de gran relevancia, este tipo de proyectos requieren de mucho tiempo y del apoyo del gobierno, instituciones educativas y organismos privados, entre otras instituciones, a lo que al Dr. Pinales agregó: *“Afortunadamente nosotros contamos con el apoyo del Rector de la Universidad, Secretarios de Investigación, así como de alumnos y maestros que se han sumado a nuestro trabajo. Quiero destacar que en este proyecto de colaboración con la WWF los maestros somos solo guías de los alumnos, porque ellos son quienes realizan el trabajo de campo, levantan datos, hacen mediciones, interpretan y aportan sus ideas”.*

Finalmente el Dr. Pinales comentó: *“El agua es vida, existen zonas todavía donde el nivel del agua casi coincide con el suelo y eso puede alimentar a los ríos, pero si el nivel del agua baja puede llegar a deforestar las zonas y perjudicar la flora y fauna, así que si cuidamos el agua estaremos cuidando todo el ecosistema y en la Facultad de Ingeniería trabajamos constantemente por preservar el vital líquido”.*



La zona de conservación de WWF se enfocan en la subregión norte del desierto chihuahuense. Imagen tomada de: http://www.wwf.org.mx/que_hacemos/programas/desierto_chihuahuense/donde_trabajamos/



Origami matemático y sus aplicaciones en la ingeniería

Ing. Adán Castillo Peña*, Dra. Haydey Álvarez Allende, M. en C. Erick Nadir Grijalva Reyna.

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua, * Estudiante de la Maestría en Ciencias Básicas de la UACH. FINGUACH Año 5, Núm. 15, Marzo - Mayo 2018

El origami es un arte de origen japonés de doblar papel. La palabra origami está formada por los términos *ori* que significa doblar y por *gami* que significa papel. Anteriormente se asociaba con la cultura japonesa pero ahora se usa el término para denotar cualquier doblar de papel independientemente del origen. Este tipo de arte ha existido desde hace muchos años, en Japón el registro más antiguo que se tiene de la existencia del origami es un poema escrito por Ihara Saikaku en 1680 en el que menciona diseños de mariposas usados en bodas. Es sólo en tiempos recientes que avances en diferentes áreas como ciencias de la computación, teoría de números y geometría computacional han permitido que las estructuras creadas por medio del origami vayan más allá del arte.

Cuando se utilizan métodos computacionales o un análisis matemático para generar el origami se le designa como origami matemático, lo importante de éste último es que permite diseñar estructuras nuevas que tienen aplicación en la ingeniería. El primero en proponer la ingeniería del origami fue Taketoshi Najima y desde entonces las aplicaciones que ha tenido el origami en la ingeniería han aumentado considerablemente. En el origami tradicional no se permite hacer cortes a la hoja de papel, el *kirigami* es una variación del origami que sí incluye cortes en el papel. Muchas veces el *kirigami* proporciona una ventaja en la manufactura de las estructuras lo cual hace que sea adecuado para la ingeniería.

Origami matemático

En 1992 el matemático Miaki Huzita publicó una lista de todas las posibles operaciones que se pueden hacer cuando se dobla papel, tiempo después Koshiro Hatori encontró otra operación. A esta lista se le conoce como los axiomas del origami, también se le conoce como los axiomas de Huzita-Hatori. Los axiomas son: a) dados dos puntos P y Q se puede doblar el papel, formando una línea que los conecte; b) dados dos puntos P y Q se puede doblar el papel de tal forma que P quede situado sobre Q; c) dadas dos rectas r y s se puede hacer un pliegue de tal forma que r quede sobre s; d) dado un punto P y una recta r se puede realizar un doblar perpendicular a r que pasa por P; e) dada una recta r y dos puntos P y Q se puede realizar un doblar que posicione a Q sobre r y el doblar va a pasar sobre P; f) da-

dos dos puntos P y Q y dos rectas r y s se puede hacer un doblar que sitúe a P sobre la línea r y a Q sobre s; g) dado un punto P y dos líneas r y s se puede realizar un doblar perpendicular a r que posicione a P sobre s. Estas operaciones describen dobleces básicos y proporcionan la base para el origami matemático. Lo interesante de estos axiomas aparte de que nos permiten formar cualquier polígono regular, es que también se pueden usar para resolver ecuaciones cuadráticas, cúbicas, cuárticas, encontrar raíces cúbicas, entre otras cosas.

En ciertas ramas del diseño de estructuras hechas con base a los axiomas para origami se pone especial interés en generar diseños que cambien de manera considerable cuando se comprime o cuando se alarga la estructura. Un diseño de este tipo se llama planamente doblable; que un diseño sea planamente doblable significa que se puede doblar hasta un solo plano cuyo grosor está determinado por el material.



Figura 1. Aquí se aprecia un diseño planamente doblable. Se puede ver el patrón de pliegues, su forma comprimida y su forma extendida.

Para llegar a un diseño de ese tipo se hacen dobleces de acuerdo a un patrón de pliegues en la hoja, en este patrón se van a encontrar las que se conocen como crestas y valles. El punto donde se intersectan los pliegues se le conoce como vértice.

Hay dos teoremas que dicen cómo formar patrones que dan lugar a un diseño planamente doblable, el teorema de Kawasaki y el teorema de Maekawa. El teorema de Kawasaki dice que en cualquier vértice la suma de los ángulos pares y los ángulos impares es la misma y las dos sumas son iguales a 180 grados.

El teorema de Maekawa dice que el número de crestas y valles siempre difiere en dos. Estos teoremas son condiciones suficientes para que el patrón de pliegues dé lugar a una estructura planamente doblable. Este tipo de estructuras son las más usadas en la ingeniería.

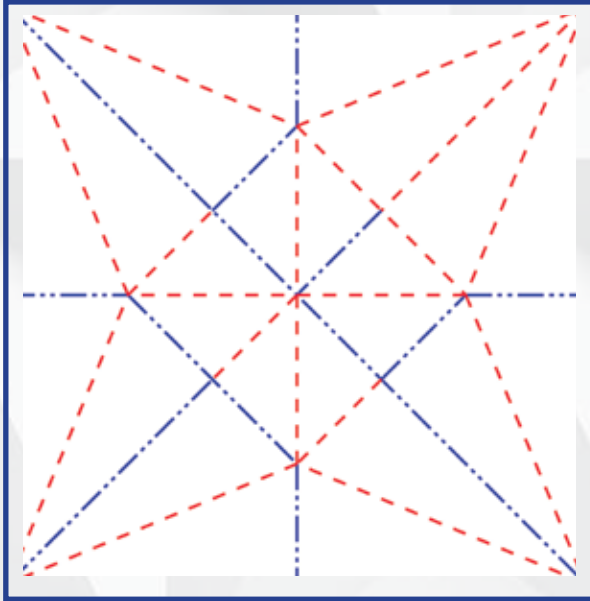


Figura 2. Aquí se muestra el teorema de Maekawa, las crestas (líneas azules) y los valles (rojas) siempre difieren en dos. Imagen extraída de *Wikipedia* creada por el usuario Dmcq.

Origami en la ingeniería

Las estructuras hechas con base al origami han encontrado aplicación en varias ramas de la ingeniería, entre ellas en la ingeniería mecánica, en la robótica así como en dispositivos médicos. Una rama del origami que está directamente relacionada con la ingeniería es el origami rígido, en donde los pliegues se consideran como bisagras que juntan dos superficies planas y rígidas como una hoja de metal. El pliegue de Miura es un ejemplo de ello, este método inventado por el astrofísico Koryo Miura sirve para doblar una superficie plana en una de área más pequeña. Este método se ha usado en el programa espacial japonés para doblar arreglos de módulos solares antes de mandarlos al espacio y que se desplieguen estando allá. Esto con la finalidad de que sean más fáciles de transportar.

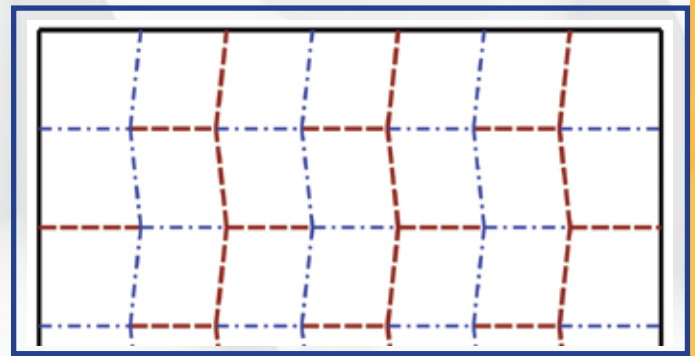


Figura 3. Patrón de pliegues para el doblado de Miura. Las líneas sólidas indican crestas y las punteadas valles. Imagen obtenida de Evans *et al.*

Entre las aplicaciones se ha encontrado que cuando se le introduce un resorte a estructuras muy parecidas a la mostrada en la Figura 1 entre el estado doblado y el inicial, éste sirve como un aislante de vibraciones que no transmite oscilaciones al otro lado de la estructura. También en el diseño de las bolsas de aire se ha hecho uso del origami; el físico americano Robert Lang ha aplicado origami para resolver el problema de doblar bolsas de aire para disminuir su espacio de almacenamiento. Otra aplicación de las estructuras hechas con base de origami en los automóviles es en la creación de absorbentes de energía en autos de pasajeros que protegen a estos en caso de algún choque.

Como se puede ver el arte del origami no sirve nada más para crear estructuras bonitas, sino que se ha basado en las matemáticas para tener aplicaciones en la ingeniería. Estas aplicaciones surgen del comportamiento de las estructuras cuando se comprimen o despliegan. Entre las aplicaciones se encuentran estructuras para minimizar el espacio de almacenamiento, aislar vibraciones, absorber energía, entre otras.

Referencias:

- Evans, T. Lang, R. Magleby, S. Howell, L (2015). Rigid foldable origami gadgets and tessellations. *Royal Society Open Science*.
- Ishida, S., Hagiwara, I. Introduction to mathematical origami and origami engineering.
- Legner, P. Mathematical origami.
- Turner, N., Goodwine, B., Sen, M. A review of origami and its applications in mechanical.
- Nishiyama, Y. (2012). Miura folding: applying origami to space exploration. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 79(2), 269-279.
- Lang, R. (2004-2017). Airbag Folding. Recuperado de <http://www.langorigami.com/article/airbag-folding>
- Hatori, K. History of Origami. Recuperado de <http://www.origami.ousaan.com/library/historye.html>

> M.E. Pamela Sisi Paredes Araiza, Dr. Daniel Espinobarro Velázquez
 Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua,
 FINGUACH Año 5, Núm. 15, Marzo - Mayo 2018

3^{er} Concurso Estatal de Física y Matemáticas para Nivel Medio Superior

El 13 y 14 de mayo del 2017 la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) a través de la Facultad de Ingeniería, realizó por tercer año consecutivo el "Concurso Estatal de Física y Matemáticas para Nivel Medio Superior" dirigido a todos los alumnos de instituciones educativas del nivel medio superior.

Con el objetivo de despertar el interés por las ciencias básicas entre los jóvenes, se contó con tres categorías tanto en áreas de física como de matemáticas teniendo la opción de concursar en la modalidad individual o por equipos. Se abarcaron temas como álgebra, geometría analítica, cálculo diferencial e integral, leyes de Newton, cinemática, termodinámica, mecánica de fluidos y electricidad y magnetismo, todos absolutamente necesarios para la formación de futuros profesionistas.

Se contó con la inscripción de más de 750 participantes de diversas escuelas del estado acompañados de sus maestros. Los estudiantes interesados participaron en la resolución de problemas aplicados o prácticos dependiendo de las categorías a participar.

La difusión del concurso se realizó mediante redes sociales, páginas oficiales de la Facultad de Ingeniería y visitas a escuelas, en donde se dio pláticas a más de 1 750 estudiantes. La planeación del evento estuvo coordinada por la Facultad de Ingeniería la cual contó por primera vez con el apoyo y patrocinio de la presidencia municipal de Chihuahua, por segundo año consecutivo de *American Industries* y por tercer año del Clúster Metal Mecánico y de Sistemas Embebidos de Chihuahua (CMM). Este último, dentro de su programa de vinculación con la UACH, participa activamente con expertos en diversas tecnologías de diseño avanzado y manufactura junto con maestros y alumnos de la facultad.

El 22 de junio del mismo año se premió a los primeros tres lugares de cada una de las doce categorías, con computadoras portátiles, tabletas y becas del 100 % de inscripción para cualquier programa educativo de la Facultad de Ingeniería de la UACH.



El éxito que ha tenido cada una de las ediciones del concurso se debe a varios factores, al apoyo mostrado por el Clúster Metal Mecánico (CMM) que desde la primera edición ha participado de manera significativa para que el concurso sea de calidad y se consiga premiar a los mejores lugares de cada categoría del concurso, logrando transmitir su interés de apoyo a distintas instituciones que ya forman parte como patrocinadores. El grupo organizador del concurso conformado por maestros, alumnos, egresados y personal administrativo de la Facultad planea y coordina cada una de las actividades establecidas como lo es la difusión, entrenamientos, material de estudio y el propio concurso, todo esto para alcanzar el objetivo de transmitir el interés por conocer e indagar respecto a la aplicación de la ciencia básica. La iniciativa e interés de maestros y estudiantes de las instituciones de educación media superior es lo que permite que cada actividad planeada valga la pena realizarla. El impacto que ha tenido cada una de las ediciones del concurso se ve reflejado principalmente en el incremento de la matrícula en la Facultad de Ingeniería, también se ha desarrollado una vinculación con diferentes grupos de interés para desarrollar actividades complementarias para estudiantes y aspirantes de la Facultad. Se espera que cada año se sigan realizando actividades semejantes para contribuir con la transferencia de conocimiento y formación integral de profesionistas.



Caracterización óptica

de moléculas metaladas para celdas solares

- C. Roy Alejandro Lomas Zapata^a, C. José Miguel Jiménez Lozano^a,
M.E. Pamela Sisi Paredes Araiza^a, Dr. Gerardo Zaragoza Galán^b,
Dr. Daniel Espinobarro Velázquez^a.

Facultad de Ingeniería^a y Facultad de Ciencias Químicas^b, Universidad Autónoma de Chihuahua
FINGUACH Año 5, Núm. 15, Marzo - Mayo 2018

Desde la adaptación del ser humano a la energía eléctrica, no existe prácticamente ninguna actividad económica que no haga uso de ella, esta dependencia arraigada y la relación cada día más estrecha del hombre con la tecnología nos lleva de la mano con la constante búsqueda de nuevas fuentes de energía, así como la mejora de los procesos actuales de generación eléctrica ya sea por medio de la quema de combustibles fósiles o por medio de fuentes más limpias como lo son la energía eólica, hidroeléctrica, mareomotriz, la biomasa y la no menos importante energía solar[1].

En los últimos veinte años, con el auge de la generación de energía solar, el uso y producción de sistemas para captar la energía del sol han crecido a pasos agigantados, teniendo como su principal limitante los materiales involucrados en la fabricación.

El silicio es el principal componente de las celdas solares tradicionales, el cual como tal es altamente abundante en la naturaleza como óxido de silicio (IV) SiO_2 , no obstante requiere de un proceso largo y relativamente costoso para producir monocristales, con una eficiencia de aproximadamente 18-19 %, en comparación con las celdas solares de silicio policristalinas que tienen una eficiencia del 12-13 %, 20 % menos que las monocristalinas.

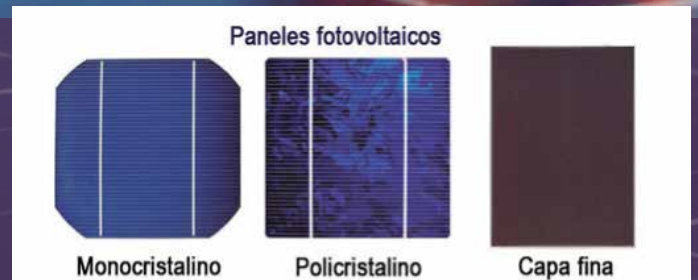


Figura 1. Tipos de celdas solares según su estructura cristalina.

Al contrario, las celdas solares de capa fina requieren menos material activo que las celdas solares de silicio, haciendo un *sándwich* del material principal entre dos capas de vidrio que son el doble de pesadas que su contraparte tradicional, pero con un menor impacto ambiental y mayores tiempos de vida media.

Pero su principal limitación radica en la escasez de los materiales que los conforman. Las principales celdas fotovoltaicas son de telurio de cadmio, seleniuro de cobre-indio-galio (CIGS por las siglas en inglés, *copper indium gallium selenide*, CuInGaSe_2) y arseniuro de galio, entre otros, siendo el telurio, cadmio, selenio, indio y galio, metales bastante escasos en la corteza terrestre así como en las minas de

El requerimiento principal para construir una celda solar eficiente es ser capaz de absorber una fracción significativa del espectro solar. A grandes rasgos, aproximadamente el 50 % de la energía del sol reside en las longitudes de onda menores a 700 nm (espectro de luz visible desde el rojo 620-700 nm hasta el violeta 400-450 nm)[2].

En este proyecto se usan las porfirinas con zinc ($C_{44}H_{28}N_4Zn$) diseñadas por el Dr. Zaragoza, cuya estructura se puede observar en la Figura 2, unida a otro compuesto para mejorar sus propiedades fotoeléctricas, siendo este el óxido de titanio (TiO_2) ubicado en la posición meso, logrando el desprotonamiento de la estructura normal de la PZn por medio del uso de un solvente ácido como es el ácido isonicotínico ($C_5H_4N[CO_2H]$)[3].

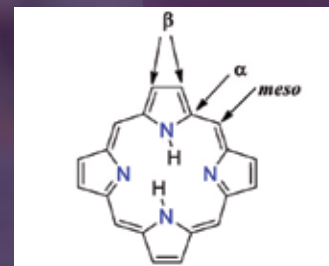


Figura 2. Estructura de la porfirina con sus posiciones.

La aplicación en la generación limpia de energía por medio de la construcción de celdas solares sensibilizadas con colorante es el propósito final del proyecto, no obstante, en la fase actual estamos caracterizando las propiedades ópticas de las moléculas y de las nanopartículas. Esta caracterización se basa en cuatro experimentos: absorción, emisión, tiempos de vida y eficiencia cuántica. Estos experimentos son realizados en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Químicas. Se utilizó un espectrofotómetro UV/Vis Lambda25 de PerkinElmer para el espectro de absorbancia, para el espectro de emisión se utilizó un fluorímetro Fluorolog-3 de Horiba, la espectroscopia resuelta en el tiempo se utilizó un sistema de conteo de fotones individuales correlacionados por tiempo (*Time Correlated Single Photon Counting*) montando al Fluorolog-3. Para la eficiencia cuántica se usó una esfera integradora Quanta-Phi.

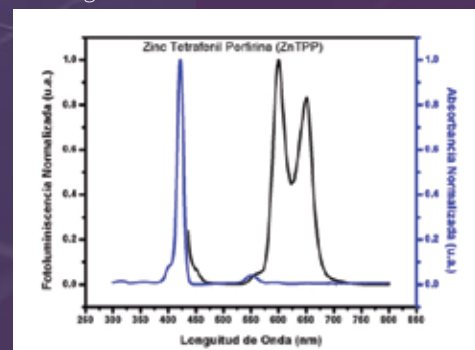


Figura 3. Espectros de absorbancia y fotoluminiscencia del zinc tetrafenil porfirina (ZnTPP).

La Figura 3 muestra en azul la absorbancia del ZnTPP, donde el pico de la absorción está alrededor de los 420nm y en negro la fotoluminiscencia con dos picos definidos en

baja profundidad, por lo cual su uso a gran escala es altamente costoso y poco viable.

Es aquí, donde gracias al descubrimiento realizado en 1991 por los científicos Brian O'Regan y Michael Grätzel[1] de las celdas solares orgánicas sensibilizadas por colorantes (DSSC por sus siglas en inglés, *Dye-sensitized solar cell*) con una eficiencia de aproximadamente 10.3 %, estos sistemas orgánicos buscan asemejar el proceso de absorción de la luz y separación de cargas que ocurre en la fotosíntesis empleando colorantes y semiconductores más abundantes y menos costosos como lo es el óxido de titanio (TiO_2) entre otros.

Las celdas solares sensibilizadas por colorante son baratas, eficientes, flexibles y amigables con el ambiente. No obstante tiene algunas limitaciones, siendo la más común e importante en comparación a los sistemas fotovoltaicos de silicio la ineficiencia para captar la parte roja e infrarroja del espectro solar.

Una celda solar típica necesita al menos tres componentes claves para su funcionamiento: un absorbente de luz (colorante) un agente de transporte de huecos y un agente de transporte de electrones. En ocasiones, un componente es forzado a realizar múltiples tareas, como en una celda de silicio típica, donde el silicio sirve como un agente de transporte de huecos (tipo p) o un agente de transporte de electrones (tipo n). Muchas celdas solares orgánicas aplican un enfoque similar, utilizando los colorantes absorbentes de luz como agentes de transporte de carga.

599nm y 650nm, en contraste podemos ver que en la Figura 4 el dióxido de titanio tiene un espectro de absorbanza más amplio y definido en el UV por lo que es ampliamente utilizado en celdas solares y con una fotoluminiscencia despreciable. En la Figura 5 se muestran los espectros de absorbanza y fotoluminiscencia de la unión del dióxido de titanio con zinc tetrafenil porfirina, se puede observar que el espectro de absorbanza se modificó y puede absorber en el visible y UV, sin embargo no se ha afectado su espectro de fotoluminiscencia.

La espectroscopía resuelta en el tiempo se obtuvo a través de la técnica de TCSPC que es el tiempo que tarda un fotón al excitar la muestra y ser detectado, el conteo de estos eventos genera el histograma. En la Figura 6 se muestra el histograma del tiempo de vida del ZnTPP, la cual fue excitada a 427nm y la detección de la emisión se obtuvo en dos longitudes de onda 599nm y 650nm, para el primer pico de detección el comportamiento es semejante a un decaimiento monoexponencial, por lo cual asumimos que está gobernado por procesos radiativos y en el segundo pico de detección el comportamiento es biexponencial. La Figura 7 muestra los resultados del dióxido de titanio, usando la misma excitación y mismas longitudes de onda para la detección, los tiempos de vida están en el orden de nanosegundos siendo mas largos para el dióxido de titanio con comportamientos tri exponenciales donde la mayor parte está gobernada por procesos no radiativos. En la Figura 8 se muestra el histograma de la unión del dióxido de titanio con zinc tetrafenil porfirina, siendo la transferencia de carga gobernada por procesos radiativos al igual que en ZnTPP[4], [5].

Los resultados preliminares con dióxido de titanio con zinc tetrafenil porfirina muestran un posible candidato para ser utilizadas en celdas solares; se ha mostrado que la ZnTPP ha reducido la barrera para la extracción de cargas, lo que afecta a la razón de recombinación, el rendimiento de una celda solar está directamente ligado a este parámetro. Sin embargo, debido a que el tiempo de vida del TiO₂ depende del tamaño de las nanopartículas, falta corroborar si la transferencia de carga es mayor al reducir las nanopartículas de TiO₂.

Referencias:

- M. K. Nazeeruddin, E. Baranoff, and M. Grätzel, (2011) "Dye-sensitized solar cells: A brief overview," *Sol. Energy*, vol. 85, no. 6, pp. 1172-1178.
- Y. Xie *et al.*, (2015) "Porphyrin Cosensitization for a Photovoltaic Efficiency of 11.5%: A Record for Non-Ruthenium Solar Cells Based on Iodine Electrolyte," *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 137, no. 44, pp. 14055-14058.
- L. M. Nora A. Sánchez-Bojorge, Simón Flores-Armendáriz, María E. Fuentes Montero, Víctor H. Ramos-Sánchez, Gerardo Zaragoza-Galán and Rodríguez-Valdez, (2017) "Theoretical and experimental analysis in porphyrin derivatives with suitable anchoring groups for dssc applications," *J. Porphyr. Phthalocyanines*, vol. jpp160242.
- D. Espinobarro-Velazquez, M. A. Martínez-Herrera, P. S. Paredes-Araiza, and G. Zaragoza-Galán, (2017) "Study of Charge Transfer in Porphyrin with TiO₂ nanoparticles," in *POLYMAT*.
- N. McElroy *et al.*, (2014) "Comparison of solar cells sensitised by CdTe/CdSe and CdSe/CdTe core/shell colloidal quantum dots with and without a CdS outer layer," in *Thin Solid Films*, vol. 560, pp. 65-70.

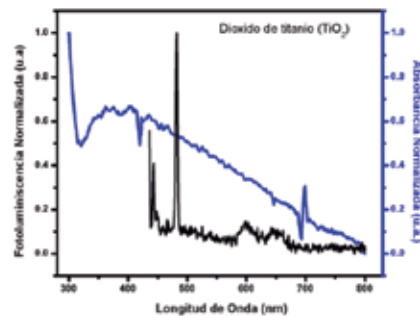


Figura 4. Espectros de absorbanza y fotoluminiscencia del dióxido de titanio.

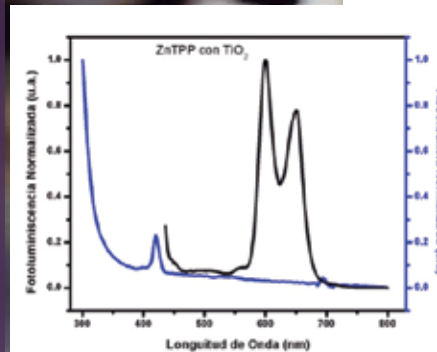


Figura 5. Espectros de absorbanza y fotoluminiscencia del dióxido de titanio con ZnTPP.

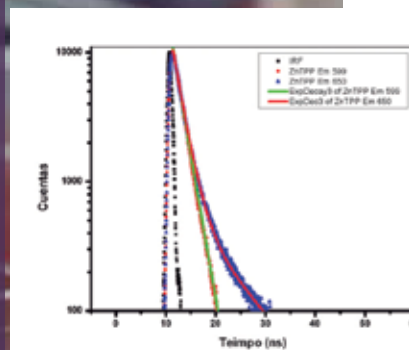


Figura 6. Histograma del tiempo de vida del zinc tetrafenil porfirina (ZnTPP) tomado a 599nm y 650nm.

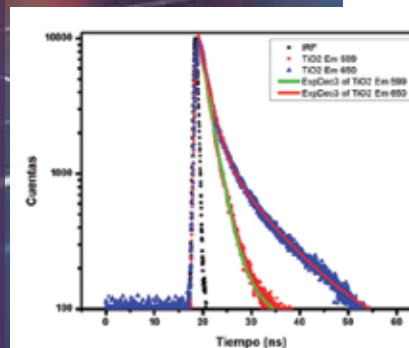


Figura 7. Histograma del tiempo de vida de dióxido de titanio, tomado a 599nm y 650nm.

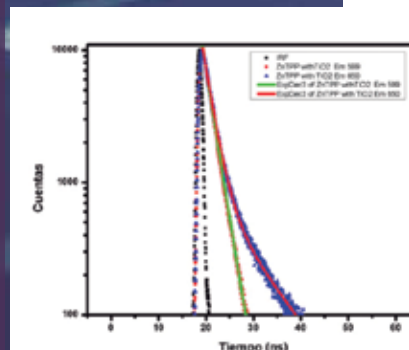


Figura 8. Histograma del tiempo de vida del zinc tetrafenil porfirina (ZnTPP) con dióxido de titanio tomado a 599nm y 650nm.

Construimos la

Gaza Periférico de la Juventud - Av. La Cantera

AGILIZAMOS EL ALTO MOVIMIENTO VEHICULAR
CON NUEVA INFRAESTRUCTURA VIAL EFICIENTE



Con una inversión conjunta de
**MÁS DE 90 MILLONES
DE PESOS**



Este programa es público, ajeno a cualquier partido político, queda prohibido su uso para fines distintos a los establecidos en el programa.

¡DEJA AL CALOR AFUERA!



ISOBLOCK GCC
Block térmico de concreto

- Medidas: 12 y 15 cm de ancho.
- Compatibles con sistemas constructivos tradicionales.
- Piezas especiales para castillos en muro y esquinas.

5 veces 
+ **térmico**
que el block



VENTAS:
01 800 1111 422

www.gcc.com