

50 años
Universidad
Anáhuac



REVISTA + CIENCIA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Año 2, No. 6, septiembre-diciembre 2014



2

AÑOS

Rodeados de ingeniería

Somos Anáhuac

NUEVA

Licenciatura en Ingeniería Ambiental

50
años
Universidad
Anáhuac



**Facultad de
Ingeniería**

Informes:

Lic. Myrna Aguilar Solís
Tel.: (55) 5627.0210 ext. 8522
myrna.aguilar@anahuac.mx
anahuac.mx



Anáhuac

Líderes de Acción Positiva

+ CIENCIA

Revista de la Facultad de Ingeniería

Año 2 • No. 6 • diciembre 2014

UNIVERSIDAD ANÁHUAC

Rector

P. Jesús Quirce Andrés, L.C.

Vicerrector Académico

Mtro. Jaime Durán Lomelí

Director de la Facultad de Ingeniería

Mtro. Pedro Guillermo Híjar Fernández

Directora de Comunicación Institucional

Dra. Mariela Ezpeleta Maicas

Coordinadora de Publicaciones Académicas

Mtra. Alma E. Cázares Ruiz

REVISTA +CIENCIA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Directora editorial

Dra. María Elena Sánchez Vergara

Coordinación editorial

**Diego Salas Real, Eric Rafael Perusquía
Hernández y Braulio Centeno Contreras**

Comité Editorial

Mtro. Pedro Guillermo Híjar Fernández
Director de la Facultad de Ingeniería

Dra. María Elena Sánchez Vergara
Profesora investigadora

Eric Rafael Perusquía Hernández
Diego Salas Real

Diego Lanzagorta Zepeda

Braulio Centeno Contreras

Miguel Ángel Morán Erbesd

Mayra Nallely García García
Alumnos de Ingeniería Mecatrónica

María Patricia Ramos Castillo

Luis Raúl Domínguez Romero
Alumnos de Ingeniería Industrial

Asesor técnico

Dr. Jesús Heraclio del Río Martínez

Cuidado de edición

Irán Gutiérrez Méndez

Diseño

VLA.Laboratorio Visual

Fotografía e ilustración

Ismael Villafranco

Suscripciones

masciencia@anahuac.mx

Revista +Ciencia de la Facultad de Ingeniería.

Año 2, No. 6, septiembre, 2014, es una publicación cuatrimestral editada por Investigaciones y Estudios Superiores, SC (conocida como Universidad Anáhuac México Norte), a través de la Facultad de Ingeniería. Av. Universidad Anáhuac 46, col. Lomas Anáhuac, Huixquilucan, Estado de México, C.P. 52786. Tel. 5627.0210. Editor responsable: Ma. Elena Sánchez Vergara. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2013-061910443400-102, ISSN: 2007-6614. Título de Licitación y Contenido: 15965, otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa en los talleres de Offset Santiago, S. A. de C. V., Río San Joaquín 436, col. Ampliación Granada, C.P. 11520, México, D.F. Este número se terminó de imprimir en mayo de 2014 con un tiraje de 500 ejemplares.

Cualquier información y/o artículo y/u opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Asimismo, el editor investiga sobre la seriedad de sus anunciantes, pero no se responsabiliza de las ofertas relacionadas con los mismos. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del editor.

La Coordinada (0,0)

◆ Estamos de celebración! La revista +Ciencia cumple su segundo aniversario. Nos resulta muy grato saber que contamos con su apoyo. Gracias a ti, querido lector, colaborador de editorial, profesor o alumno, que nos has acompañado en el camino, pues gracias a tus formidables contribuciones hemos logrado llegar hasta donde estamos actualmente.

En esta edición presentamos temas de gran interés: en el artículo “La vereda de la transformación tecnológica”, Alfredo Borgaro, responsable del área técnica que da soporte al área de ventas de HP Software, nos explica que la revolución digital en la que vivimos implicará una evolución para la industria.

¿Qué pensarías de una pintura que sea capaz de generar energía eléctrica? En “Pintura que te recarga”, Josué García Ávila nos presenta una explicación sobre el avance que se ha realizado en esta aplicación, y se espera que como resultado, la pintura solar pueda convertirse en una forma viable para obtener energía.

Héctor Arrieta Mirassou, egresado de Ingeniería Química, nos comparte su experiencia profesional y los valores que nuestra Universidad le inculcó para triunfar.

En el artículo “Capturando momentos”, Lourdes González Aranzabal nos presenta el funcionamiento de la cámara fotográfica, así como su evolución a lo largo del tiempo.

¡Imagina poder instalar en tu casa un calentador solar! Pablo Vidal García nos explica paso a paso cómo implementar este sistema de una forma fácil.

“Para entender el cambio climático” es un artículo que nos permitirá comprender diversos causantes de cambio climático, los gases que intervienen, así como el impacto que genera en diversas regiones del mundo.

Por supuesto, no puede faltar el Problema ConCiencia “Día de pesca”. ¡Anímate y envíanos tus resultados!

También podrás conocer el sistema de gestión de contenido para el sitio web de la Facultad de Ingeniería, llamado Drupal.

En el artículo “Propiedades ópticas y eléctricas de películas delgadas, fabricadas a partir de semiconductores moleculares de titanio, hierro y níquel”, se presenta el desarrollo de la investigación sobre la influencia del ligante sobre las propiedades ópticas y conductivas de las películas.

No te puedes perder ningún artículo de este número de +Ciencia, así que te invitamos a disfrutar de lo que hemos preparado para ti.

Agradecemos a nuestro equipo de trabajo por su entrega y dedicación, así como a todos los colaboradores, amigos y especialmente al Ingeniero Michael Baur por su generoso apoyo a lo largo de estos dos años.

¡Feliz cumpleaños, +Ciencia!

Contenido

- 2** La Coordenada (0,0)
- 4** En contacto con la Facultad
- 6** Correspondencia científica
- 9** Unos años después...
Forjando el camino al éxito
Héctor Arrieta Mirassou
- 10** Problema ConCiencia
Día de pesca
- 12** 1 Idea = 1 Cambio
Check-in cambia la pobreza en Juanga, India
Verónica Contreras Díaz
- 13** Ciencia por alumnos
Pintura que te recarga
Josué García Ávila
- 14** Estilo tecnológico
La vereda de la transformación tecnológica
Alfredo Borgaro
- 16** La ciencia en las fronteras
Propiedades ópticas y eléctricas de películas delgadas, fabricadas a partir de semiconductores moleculares de titanio, fierro y níquel
V. García Montalvo y M. E. Sánchez Vergara
- 24** ¡Ciencia a todo lo que da!
Para entender el cambio climático
Aguilar Solís, M. y Barrientos Ramírez, S.
- 33** Utilízalo
Uso del programa WIEN2k para el cálculo de propiedades cristalinas
José Ramón Álvarez Bada
- 38** ¡Maquinízate!
O mejor dicho... ¡Drupalízate!
Omar Pérez Miranda
- 40** De la necesidad al invento
Capturando momentos
Lourdes González Aranzabal
- 42** Integrando ingeniería
Ingeniero proconservacionista
Diego Lanzagorta Zepeda
- 46** ¡Hazlo tú mismo!
Calentador solar
Pablo Vidal García

<http://ingenieria.anahuac.mx/>

Contáctanos en:

 /mascienciaanahuac

 @Mas_CienciaMx

masciencia@anahuac.mx

En contacto con la Facultad

¿Qué quisieras saber?

Esta sección busca responder las dudas de los temas relacionados con los artículos de la revista y también aquellas relacionadas con la ciencia y tecnología en general. Envía tus preguntas al correo electrónico masciencia@anahuac.mx.

Empezamos esta edición con una pregunta que nos hizo Daniel Ordonica Centeno, estudiante de Ingeniería Mecatrónica:

¿Quién fue la primera mujer ingeniera del mundo?



Elisa Leonida Zamfirescu

La respuesta es... Elisa Leonida Zamfirescu, que nació el 10 de noviembre de 1887, en Galati, Rumania. Después de acabar el equivalente a la educación media superior, intentó inscribirse al Colegio Puentes y Caminos de Bucarest; sin embargo fue rechazada debido a los prejuicios sexistas. Después de este “fracaso”, se fue a Berlín y en 1909 se inscribió en la Academia Real Técnica de Berlín, Charlottenburg. Es importante mencionar que al registrarse, el decano trató de convencerla de que renunciara, citando “las tres K” (kirche, kinder, küche: iglesia, niños, cocina), que definían el perfil de la mujer en aquella época. Los directores estaban ante una situación nueva: era

la primer candidata en la historia de la Academia, escribía y hablaba perfectamente el alemán, y tenía conocimientos sobresalientes en matemáticas, física y química, así que finalmente la aceptaron. Tal vez influyó el hecho de que su hermano, Dimitrie Leonida, era estudiante de esta Academia. La historia cuenta que uno de sus profesores al verla en la sala de clases gritó: “La cocina es el lugar de las mujeres, no la escuela Politécnica.”

Elisa no cambió de idea y en 1912 se graduó con honores. El decano la denominó como “la más diligente de los diligentes”, convirtiéndose en la primera mujer ingeniera en el mundo. Fue directora de los laboratorios del Instituto Geológico de Rumania y, al mismo tiempo, desempeñó labores de profesora de física y química.

Más información:

<http://www.ingenieriaquimica.org/foros/sabias-que-una-rumana-es-prime-ra-mujer-i>

¿Sabías que

ya existe el primer monopolio magnético?

Un grupo de investigadores de la Universidad de Aalto, Finlandia, y del Amherst College, Estados Unidos, han logrado crear en el laboratorio el primer imán de un solo polo.

Los monopolos magnéticos fueron predichos por primera vez en la Teoría de la Relatividad, formulada por Albert Einstein; no obstante, fue hasta 2009 que investigadores finlandeses publicaron una teoría sobre cómo crear los monopolos magnéticos en un condensado de Bose-Einstein, un gas atómico que se encuentra a una temperatura cercana al cero absoluto (-273°C).

Más información:
<http://www.muyinteresante.es/ciencia/articulo/cientificos-crean-el-primer-monopolo-magnetico-411391525446>

Diana López Romero
Alumna de tercer semestre de Ingeniería Mecatrónica

los creadores del CD, o disco compacto, Philips y Sony, habían pensado originalmente en darle una capacidad de almacenamiento de 60 min de audio?

Sin embargo, el presidente de Sony, Norio Ogha, insistió en que se extendiera su capacidad a 74 minutos porque, al ser un gran amante de la música clásica, quería que en un solo disco cupiera la novena sinfonía de Beethoven.

Más información:
<http://www.acusticaweb.com/blog/curiosidades/149-ipor-quos-cds-duran-74-minutos.html>

Triana Zapata Arau
Alumna de quinto semestre de Ingeniería Industrial

el helado de agua fue “inventado” en 1905?

El creador fue un niño de tan solo 11 años llamado Frank Epperson.

Más información:
<http://www.ojocientifico.com/2011/09/01/descubrimientos-por-accidente>

María Fernanda Velázquez Fierro
Alumna de quinto semestre de Ingeniería Industrial



Correspondencia Científica

Con el valioso apoyo del área de Atención Preuniversitaria de la Universidad Anáhuac, y como parte de sus actividades sobre divulgación de la ciencia y la tecnología, el Comité Editorial de la revista +Ciencia llevó a cabo el primer Seminario para profesores de Química y Física de Educación Media Superior. Dicho seminario llevó como título "Estrategias didácticas en la enseñanza de la Química y la Física", y reunió a un grupo de destacados docentes de las facultades de Ingeniería y Psicología, así como de la Coordinación de Tecnologías para la Educación, de esta Universidad.

Al seminario asistieron profesores de alrededor de diez colegios diferentes que tuvieron la oportunidad de actualizarse en sus áreas de especialidad, con profesores de nuestra universidad, algunos de los cuales son reconocidos autores de libros muy interesantes, como *Inteligencia creadora*, *Estrategias didácticas para bachillerato y nivel superior* y *Química 1*, de editorial Trillas, así como *50 paradojas de la Física*, de editorial Limusa, los profesores participantes recibieron estas importantes obras de manos de sus autores. ¡Fue una gran experiencia enriquecedora para todos los participantes!

RECONOCIMIENTOS:

Como parte de un proceso de mejora continua, el Comité Editorial de +Ciencia se renueva. Damos la bienvenida a María Patricia Ramos Castillo, de la carrera de Ingeniería Industrial, a Mayra Nallely García García, y a Diego Lanzagorta Zepeda de Ingeniería Mecatrónica. ¡Bienvenidas!

Asimismo, agradecemos la valiosa y entusiasta participación de Juan Francisco Enciso Buendía, María José Brunet Navarrete y Juan Pablo Cárdenas Díaz, miembro fundador de la revista +Ciencia. ¡La revista cumple dos años gracias a su desinteresado apoyo! Les deseamos lo mejor en esta nueva etapa de su desarrollo académico. ¡Gracias!



La profesora Deborah Jaya Flaschner Cybula de la Escuela Israelita Yavne, con su diploma de participación entregado por el director de la Facultad de Ingeniería, el Mtro. Pedro Guillermo Híjar Fernández.



Paty y Mayra, nuevas integrantes del Comité Editorial.

EVENTOS:

1. El pasado 21 de junio, la Escudería Electrón Leones Anáhuac participó en la segunda fecha del "Campeonato Toyota Electrón LTH 2014". Esta segunda carrera se llevó a cabo en León, Guanajuato, frente al Teatro Bicentenario de esta ciudad.

La Escudería Electrón ha realizado modificaciones al vehículo eléctrico; las más sobresalientes son la implementación de un diferencial y la utilización de frenos hidráulicos. Esperamos que estas modificaciones impliquen una mejora significativa. ¡Les deseamos mucho éxito en este Campeonato 2014!



La Escudería Electrón lista para el inicio de la carrera.



Vehículo Electrón en la prueba de frenado.

¿Te interesa escribir un artículo para la revista +Ciencia?



Consulta las instrucciones para autores en:

<http://ingenieria.anahuac.mx/?q=node/528>
masciencia@anahuac.mx

¡VINCÚLATE!

¿Estás relacionado con alguna empresa que lleve a cabo procesos/proyectos de desarrollo tecnológico o de innovación?

Te invitamos a vincularte con la Facultad de Ingeniería para proponer proyectos que sean factibles de recibir financiamiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Si estás interesado, escribe a masciencia@anahuac.mx y con gusto te vinculamos con la Facultad de Ingeniería.

Forjando el camino al éxito

Héctor Arrieta Mirassou

INGENIERÍA QUÍMICA PARA LA DIRECCIÓN, GENERACIÓN '12



Decidí entrar a la Universidad Anáhuac cuando estudiaba en el Instituto Cumbres Guadalajara. Estaba convencido de que la carrera de Ingeniería Química estaba disponible en esta universidad y nunca consideré irme a otra. Sin embargo, fue una gran sorpresa para mí cuando, en una visita al campus en mi último año de preparatoria, me di cuenta de que la carrera no estaba disponible. Esto fue muy decepcionante, pues no sólo no tenía otras opciones, sino porque realmente quería estudiar en esta universidad.

Tiempo después, un día, en clase de computación, unos amigos que fueron a inscribirse para otras carreras en la Anáhuac me marcaron por teléfono para compartirme la noticia de que la Licenciatura en Ingeniería Química iba a abrir el siguiente año. No necesité mucho para decidir salirme de clase y encaminarme a la Ciudad de México para iniciar con el proceso de inscripción.

Mientras realizaba los trámites necesarios, me entrevisté con el coordinador de la Licenciatura en Ingeniería Química. La primer pregunta que le hice fue “Doctor, ¿qué me garantiza que al ser una carrera nueva en la universidad, ésta puede ofrecerme un excelente nivel académico?”; su respuesta fue: “Ésta es una de las universidades más prestigiadas del país, ¿tú crees que abriríamos una carrera sin antes contar con los mejores profesores, las mejores instalaciones y el mejor plan de estudios? Tú no te preocupes, no te vas a decepcionar.” Con esas palabras me quedé y decidí mudarme a la Ciudad de México para estudiar Ingeniería Química en la Universidad Anáhuac, en agosto de 2008.

Cuando entré, me di cuenta que yo ya no era el niño de prepa, o por lo menos ya no lo podía ser: estaba en una ciudad totalmente distinta, con personas nuevas y retos nuevos, lo que me impulsó a sacar lo mejor de mí y a comprometerme con la universidad y con mis estudios.

Durante toda la carrera aprendí lo que es el trabajo en equipo; mis compañeros y yo formamos un grupo de amigos increíble que se mantiene hasta el día de hoy. Además, como bien me dijo el coordinador de la carrera en nuestra primer entrevista, el nivel académico nunca me decepcionó; por el contrario, cada materia y cada semestre me exigía más y sacaba lo mejor de mí en cada momento. *La complejidad de la carrera y la excelencia académica de la Universidad Anáhuac nos distinguieron como alumnos a todos los “químicos” que estudiamos ahí, y a pesar de tener momentos de gran frustración e incertidumbre, de alguna u otra manera encontrábamos la salida y el camino para seguir trabajando duro. Cuando terminé la carrera, sentí una satisfacción que nunca había sentido, pues había alcanzado uno de mis más grandes sueños, y lo mejor de todo: ya podían llamarme “ingeniero”.*

Actualmente trabajo en Guadalajara en Laboratorios Cryopharma S.A. de C.V. coordinando algunos proyectos de investigación y desarrollo en el departamento de Biotecnología. Realmente me encanta lo que estoy haciendo en este periodo, no sólo por la gran responsabilidad de mi trabajo hacia con los clientes y las personas que consumirán en algún momento los medicamentos que producimos, sino porque estoy aplicando lo que soy y lo que estudié en la Universidad Anáhuac día con día: un líder de excelencia académica que trasciende a través de su vocación en el mundo.

Un día decidí que tenía que seguir creciendo profesionalmente, por lo que comencé con el proceso de inscripción para la Maestría en Finanzas. Actualmente curso el tercer trimestre y agradezco a la Anáhuac por todos los aprendizajes que me otorgó, pues, de verdad, me distingo entre mis compañeros por el liderazgo y excelencia académica que infundió en mí.

Se otorgaron tres premios a los ganadores del acertijo. ¡Gracias por su entusiasmo!

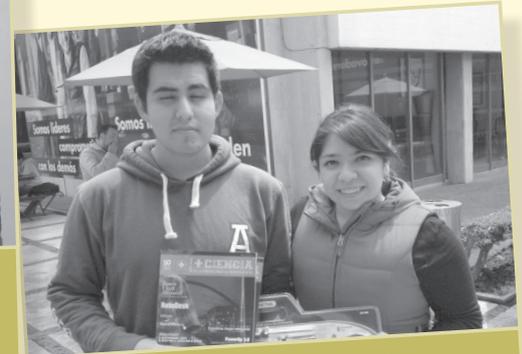
En esta ocasión, todos son estudiantes de Ingeniería Mecatrónica. ¡De algo sirve llevar tantos cursos de matemáticas!



Diego Salas, miembro del Comité Editorial, entrega su merecido premio a Josué García.



Una vez más, Luis Angel Rendón gana uno de los premios del *Problema ConCiencia*. ¡Felicidades!



El primer ganador, Ricardo Gutiérrez, recibiendo su estuche de herramientas de mano de Mayra, nuevo integrante del Comité Editorial.



Ilustración: Paul Nodot

Para responder el acertijo hay que suponer que x es el número de mascotas adquirido. El número de perros entre los siete animales restantes será representado por y , y el número de gatos que quedaron será $7-y$. El número de perros vendidos (a 220 pesos cada uno, que es un 10% por encima del costo) será entonces $x-y$, y el número de gatos vendidos (a 220 pesos el par o 110 pesos cada uno) será $x-7-y$.

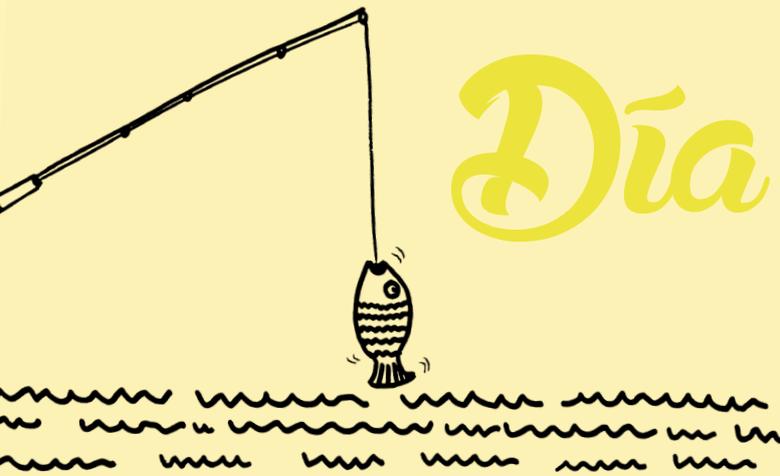
Escribir los datos en forma de ecuaciones y simplificarlas nos lleva a la siguiente ecuación de números enteros. Además, sabemos que y no es mayor que 7.

$$3x = 11y + 77$$

Al ensayar con los siete posibles valores de y se advierte que sólo dos de ellos, 5 y 2, harán de x un entero. Estos valores conducirán a dos diferentes soluciones del problema, si no fuera por el hecho de que los gatos fueron comprados en pares. Si y es igual a 2, entonces la compra original habría sido de 33 gatos, un número impar. Por lo tanto, debemos eliminar esta posibilidad y concluir que $y=5$.

Con base en lo anterior, el gerente de la tienda de mascotas compró 44 perros y 22 pares de gatos, pagando en total 13,200 pesos. Vendió 39 perros y 21 pares de gatos, lo que le reportó 13,200 pesos, quedando 5 perros y 2 gatos. Los siete animales tienen un valor combinado de **1,320 pesos**, es decir, el 10% de la inversión original. Esto es su ganancia.

Interesante el problema, ¿no te parece? ¡Tenemos más kits de herramientas para ti! Lo único que necesitas hacer para ganarte este práctico premio es ser de las tres primeras personas en resolver el siguiente acertijo, y mandarlo al correo electrónico de la revista masciencia@anahuac.mx



Día de pesca

Cierto día, cinco alumnos de nuestra honorable Facultad de Ingeniería, a los que designaremos A, B, C, D y E, fueron a pescar. A y B atraparon juntos 14 peces; B y C lograron pescar 20; C y D pescaron 18 peces; D y E pescaron 12, y A y E pescaron igual número de peces. A todos ellos les gusta trabajar en equipo, así que cambiaron de pareja conforme la mañana fue avanzando.

Llegada la tarde, dividieron los pescados de la siguiente manera: C reunió el producto de su pesca con B y D, después cada uno de ellos tomó exactamente un tercio. Cada uno de los otros alumnos hizo exactamente lo mismo, es decir, reunió sus peces con otros dos y luego los dividió en tres partes. D se asoció con C y E; E con D y con A; A con E y B; y B con A y C. La división dio exacta en los cinco casos, por lo que no hubo necesidad de cortar ningún pez. Al finalizar la tarde, se habían dividido los peces en partes iguales entre los cinco alumnos. La pregunta es ¿Cuánto pescó cada uno?

¡Anímate, calcula y envíanos tu resultado!

Trivia para Facebook o Twitter

- ¿Por qué en la actualidad nuestro cuerpo tarda más tiempo en descomponerse?
 - Por todos los conservadores de alimentos que comemos.
 - Por el incremento de radiación UV debido al agujero en la capa de ozono.
 - Porque los días alrededor del Sol son cada vez más largos.
- ¿Qué es “gúgol”?
 - La primera neurona creada artificialmente.
 - El nombre que un niño le dio a 10^{100} .
 - El material sólido más ligero conocido hasta el momento.
- El regalo que marcó a Einstein y despertó su interés por la ciencia y la naturaleza fue...
 - Una brújula.
 - Un telescopio.
 - El libro *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, escrito por Sir Isaac Newton.

 /mascienciaanahuac

 @Mas_CienciaMx

Y ahora, los ganadores de la trivia pasada:

Paulo Adrián Tovar
Ricardo Gutiérrez
Luis Rendón
José García

Todos ellos ganaron un bonito coche a escala. Si quieres obtener el tuyo, sólo necesitas resolver la nueva trivia y enviarnos tu respuesta vía Facebook o Twitter.

Para ganar en la trivia sólo debes seguir los siguientes pasos:

- Dale “Like” a la página de Facebook o al Twitter de +Ciencia.
- Mádanos tus respuestas por Facebook y Twitter.
- Llévate un bonito premio si eres uno de los cinco primeros en contestar.

“Check-in cambia la pobreza en Juanga, India”

Verónica Contreras Hernández

ALUMNA DE QUINTO SEMESTRE DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“La mejor manera de ayudar en áreas rurales y cambiar las viejas tradiciones de siglos es utilizando la tecnología móvil y recompensando a las personas.”

Jeff Martin



<http://futurechallenges.org/wp-content/uploads/2012/03/DSC02186.jpg>

Alguna vez imaginaste que haciendo un check-in te recompensarían con ropa, comida y medicinas cada mes? Pues bien, mPowering es una organización aliada con Citta, organización de caridad registrada en Estados Unidos y Reino Unido, que construyó una escuela y un hospital en Juanga, y que está llevando a cabo esta idea.

Según mPowering, el 46% de las personas en Juanga viven debajo de la línea de pobreza y 41% de los niños sufren de desnutrición. El

panorama de esta entidad es desalentador: imagínate vivir en condiciones en las cuales tus padres ganen menos de dos dólares al día trabajando en pequeñas parcelas, o que a los 16 años no puedas continuar con tus estudios porque tienes que ayudar con los gastos de la casa; además, imagina que tu familia carece de los elementos básicos, como agua potable, electricidad, comida, cuidados médicos, etcétera. Sin embargo, la gran ventaja de este lugar es que encuentras torres de teléfonos celulares en todas partes, y es aquí es precisamente en donde entra mPowering.

Esta organización aprovecha el gran número de torres de celulares, el bajo costo del wi-Fi y la conectivi-

dad GSM, reduciendo las tarifas de suscripciones móviles y de teléfonos para luchar en contra de la pobreza.

mPowering comenzó a trabajar con Citta en 2010 en un proyecto en el cual entregó a 56 familias, en Juanga, India, un *smartphone* cargado con aplicaciones móviles culturalmente personalizadas y funciones de localización (similar a Foursquare), construido alrededor del concepto de recompensas e incentivos.

Al compartir un *smartphone* por familia, los niños ganan puntos por asistir a la escuela.

Las madres que asistan a clases preventivas de cuidado de la salud también ganan puntos.

Estos puntos pueden intercambiarse por comida, ropa y medicinas. Además, también planea darle puntos a las madres que envíen a sus hijos a la escuela, e intercambiar Lifestraws (filtros de agua portátiles) si los habitantes tienen instalados videos relacionados a la contaminación del agua en sus dispositivos, debido a que la mayoría de las fuentes de agua son contaminadas por los pobladores.

Según mPowering, el proyecto ha tenido un impacto medible. El número de enfermedades reportadas en la villa se ha reducido de 119 el año pasado a 52. Este año se registraron 125 visitas a clínicas comparadas con las 98 del año pasado, y el 71% de los niños asiste a la escuela, comparado con el 52% el año pasado, según sus cifras.

Referencia:

<http://mexico.cnn.com/tecnologia/2012/09/18/un-exdirector-de-apple-combate-la-pobreza-en-india-con-tecnologia-movil>

* Jeff Martin quien fundó la organización sin fines de lucro mPowering, fue ejecutivo de Apple por 10 años (le reportaba directamente a Steve Jobs), seis de los cuales fue director de música, entretenimiento y marketing.

PINTURA QUE TE RECARGA

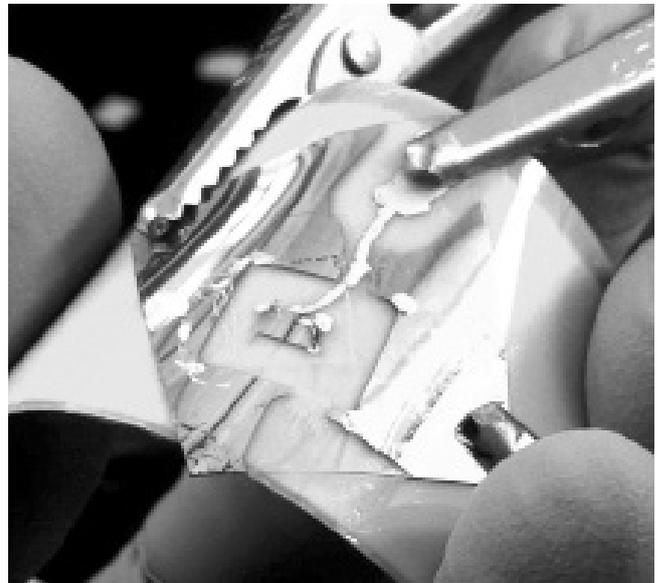
Josué García Ávila

ALUMNO DEL TERCER SEMESTRE DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA

¿Qué te parecería poder pintar tu coche o tu teléfono con una pintura capaz de generar suficiente energía eléctrica para hacerlos funcionar? Parece ciencia ficción, ¿no?, pero aunque todavía esto no está a nuestro alcance, ingenieros, científicos, políticos y empresarios están al tanto de las alternativas en cuanto a la energía sustentable.

Uno de estos proyectos de energía sustentable es la pintura o tinta energética, en la cual algunas empresas, universidades y centros tecnológicos de prestigio alrededor del mundo trabajan arduamente. El objetivo principal es convertir en electricidad la energía contenida en los rayos solares, por medio de esta pintura. Las aplicaciones de esta tecnología son prácticamente infinitas, y por ello las inversiones para desarrollarla son cada vez mayores, sobre todo por parte de países como Estados Unidos y China. Según Nobuo Tanaka, exdirector de la Agencia Internacional de la Energía, en el año 2050 entre el 20 y el 25% de la electricidad mundial podría tener origen solar.

Una buena idea sobre cómo producir esta energía es de la Universidad de Manchester, la cual consiste en combinar el grafeno con otros materiales en distintas capas, que al igual que en una pantalla LCD pueden cumplir diferentes funciones. La combinación haría que este material adquiriera propiedades fotovoltaicas. Otras ideas se basan en nanoestructuras de óxido de titanio con colorante que imita la fotosíntesis de las plantas y que al activarse con los rayos solares desprende sus electrones, y es cuando genera una corriente eléctrica.



A partir de estas ideas se han desarrollado infinidad de proyectos, uno de los cuales es la impresora de tinta solar. Esta idea de generar energía no es nueva, ya que actualmente se utiliza en los paneles solares. Pero, ¿no sería mejor que en lugar de instalar paneles solares en el techo sólo tuvieras que darle una manita de pintura a tu casa?

La pintura solar aún está lejos de ser una sustitución de los paneles solares convencionales, pero no cabe duda de que las investigaciones continúan su curso hacia la mejora continua, para que la pintura solar pueda convertirse en una forma viable de energía.

Más información:

<http://twenergy.com/energia-solar/pintura-solar-la-tinta-que-genera-electricidad-301>

<http://www.telegraph.co.uk/technology/news/10033806/Graphene-paint-could-power-homes-of-the-future.html>

“La vereda de la transformación tecnológica”

Alfredo Borgaro

TECHNICAL SALES DIRECTOR

RESPONSABLE DEL ÁREA TÉCNICA QUE DA SOPORTE

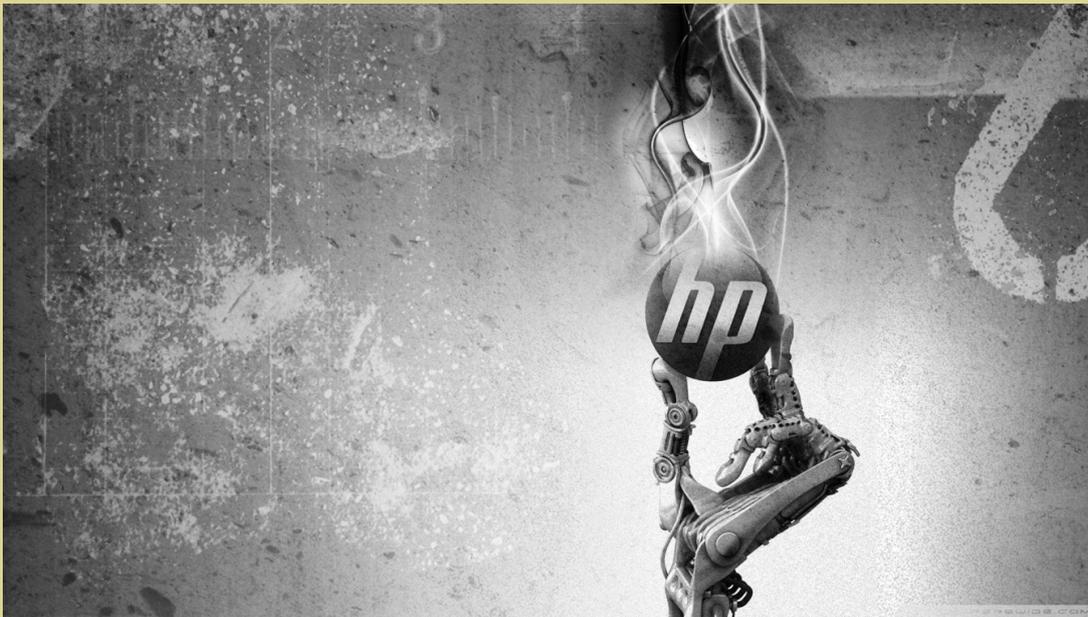
AL ÁREA DE VENTAS DE HP SOFTWARE

Vivimos en la era de la revolución digital: todo se centra en la tecnología y en el análisis del contenido. Si antes se decía: la información es poder, en la actualidad la información sin interpretación no tiene valor alguno. Las condiciones de mercado y tendencias paralelas que están moviendo hoy al mundo convergen y obedecen a un solo punto: nosotros.

Pensemos en los usuarios nacidos a partir de la década de los ochenta, también conocidos como la generación digital, los cuales cambiaron los paradigmas sobre cómo debía ser consumida la tecnología rompiendo los patrones de sus antecesores. Esta generación anterior vio nacer a los sistemas con sus limitantes y se adaptaron al sistema mismo; en cambio, la generación digital exige que la tecnología se adapte e integre a ellos. Estas nuevas exigencias incrementan significativamente la experiencia del usuario final y torna el entretejido arquitectónico digital en un verdadero laberinto.

En este sentido, toda industria o institución tendrá que sufrir una metamorfosis interna, tal como sucede en la evolución, ya que quien no se adapte, cesará de existir.

Una empresa destaca ante el mercado por su capacidad de lograr u obtener algo mejor o antes que su competidor; algo así solo puede ser logrado con la ayuda de la infraestructura tecnológica que le permita analizar grandes cantidades de información, llegar a todo individuo de la organización



en todo momento en cualquier dispositivo y concebir el procesamiento de los datos en todo lugar.

Adicional a la infraestructura, se debe contar con software de gestión de TI (Tecnologías de Información), que es la base que permite que los responsables de tecnología administren su división como lo que es: un negocio. TI tiene que entender, desarrollar, operar y mantener todo lo necesario para satisfacer las necesidades de aquellos que consumen su activo máspreciado, que es la tecnología. Evidentemente, todas estas actividades tienen un costo, pero mientras mejor administrado esté, ese costo se transforma en eficiencias que derivan en utilidades que posteriormente se reinvierten en innovación, que nos lleva a vender nuevas formas de consumo de tecnología para nuestros usuarios finales, trayendo más utilidades para el negocio principal.

Para los tecnólogos, términos como “Mobile”, “Big Data”, “Cloud” y “IT Management” son de primordial interés para resolver e integrar todo lo anteriormente planteado. Las empresas líderes en tecnología con visión ya están trabajando en éstas y en las futuras tendencias que cambiarán el panorama del mundo en el que vivimos, así como la forma en la que nos comunicamos, relacionamos, educamos, entretenemos, trabajamos y desempeñamos nuestras actividades diarias.

Propiedades ópticas y eléctricas de películas delgadas, fabricadas a partir de semiconductores moleculares de titanio, hierro y níquel

V. García-Montalvo

INSTITUTO DE QUÍMICA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

M. E. Sánchez-Vergara

FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD ANÁHUAC MÉXICO NORTE

En este trabajo se estudiaron películas delgadas moleculares, fabricadas con complejos aniónicos $[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]^{2-}$, $[\text{TiO}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}$ y el ligante de níquel ACDA-MeCl. Las películas fueron obtenidas utilizando la técnica de evaporación a bajas presiones, sobre sustratos de silicio monocristalino y cuarzo, con el fin de investigar la influencia del ligante sobre las propiedades ópticas y conductoras de las películas. En este estudio se emplearon técnicas de espectroscopía infrarroja (IR), microscopía electrónica de barrido (MEB) y espectroscopía de energía dispersa (EED) para entender la estructura molecular de los compuestos sintetizados. Los resultados obtenidos sobre la conductividad eléctrica en las películas evaporadas mostraron un comportamiento semiconductor. Los valores de brecha de la banda óptica determinados por los modelos de Tauc y Cody sugieren transiciones no directas para los diferentes espesores de película.

Palabras clave: película delgada, propiedades ópticas, propiedades eléctricas

1. Introducción

En años recientes ha habido un creciente número de estudios referentes a la formación de materiales moleculares orgánicos y organometálicos con propiedades electrónicas u optoelectrónicas. Inicialmente, la mayoría de las investigaciones habían tratado con materiales inorgánicos a base de silicio, germanio o arsenuro de galio, hasta que el potencial de los derivados orgánicos y organometálicos se hizo evidente, cuando se reportó que el cloruro de tetratiofulvaleno se comportaba como conductor eléctrico a las relativamente bajas temperaturas de entre 50 y 60 K [1]. Adicionalmente, fue reportada la aplicación de los compuestos de (órgano-) aluminio como películas delgadas para microelectrónica [2]. El descubrimiento y subsecuente éxito de diodos orgánicos emisores de luz (OLED) basados en aluminio tris-(8-hidroxiquinolina)(Alq3) [3,4,5] condujeron a una cantidad de estudios dedicados al entendimiento de las propiedades ópticas y el transporte electrónico en semiconductores orgánicos. La investigación sobre electrónica molecular que involucra complejos de metal de transición ha recibido un creciente interés, debido al hecho de que los estados de oxidación de los metales de transición pueden ser modificados

y con esto, resultar variados procesos de transferencia electrónica [6,7]. Por otro lado, la primera molécula conductora y ferromagnética (BEDT-TTF)₃[Mn^{II}Cr^{III}(C₂O₄)₃] fue fabricada a partir de un gran número de hojas del polímero magnético, intercaladas con estratos de cationes del conductor BEDT-TTF (Bis(etilenditio)tetratiofulvaleno) [8]. Otro ejemplo es el anión [Fe(CN)₅NO]²⁻, muy interesante no sólo en relación con su comportamiento estructural, sino también en relación con sus propiedades optomagnéticas y fotocromáticas [9]. Este anión posee estados excitados de larga vida a bajas temperaturas que pueden ser generados por radiación láser [10]. Finalmente, también se han reportado compuestos híbridos basados en complejos oxalato dimetálicos M^{II}M^{III} (M^{III} = Cr, Fe; M^{II} = Mn, Fe, Co, Ni, Cu y Zn) y moléculas TTF [11], así como películas delgadas obtenidas de complejos aniónicos [TiO(C₂O₄)₂]²⁻ y n-octadecilamino [12]. Las sobresalientes propiedades de estas películas semiconductoras ofrecen una amplia variedad de aplicaciones en modernos aparatos optoelectrónicos.

Debido al gran interés en la caracterización de estructuras híbridas que generen películas delgadas semiconductoras de bajo costo, se estudia la influencia de la técnica de preparación, el tipo de sustrato empleado y la relación del nitroprusiato [Fe(CN)₅NO]²⁻ y complejos aniónicos [TiO(C₂O₄)₂]²⁻ en las propiedades ópticas y morfológicas de películas delgadas del ACDAMeCl.

Se reportan parámetros ópticos relacionados a la principal transición óptica en la región UV-vis, así como cálculos de la brecha de banda óptica. La absorción óptica en semiconductores amorfos es el punto clave [13]: en un semiconductor cristalino, el espectro de absorción termina abruptamente en la brecha de energía. En contraste, en un semiconductor amorfo, una *cola* en el espectro de absorción entra en la región de la brecha [13]. Como resultado, se han utilizado los modelos de Tauc y Cody para calcular la brecha óptica. Adicionalmente, han sido determinados los índices de refracción y la conductividad eléctrica en las muestras estudiadas, ya que ambos parámetros son de particular interés en el diseño y fabricación de aparatos optoelectrónicos.

2. Metodología

Las materias primas para este estudio fueron obtenidas de fuentes comerciales y utilizadas sin purificación adicional. El (PPh₄)[TiO(C₂O₄)₂] se obtuvo de la reacción entre el K₂[TiO(C₂O₄)₂] con (PPh₄)Cl en agua. El (PPh₄)[Fe(CN)₅NO] se obtuvo por reacción de Na₂[Fe(CN)₅NO] con (PPh₄)Cl también en agua. Se obtuvieron mediciones de espectroscopía IR con un espectrofotómetro Nicolet iS5-FT utilizando pastillas de KBr, así como películas delgadas en sustratos de silicio monocristalino. Los espectros de masa fueron medidos con un instrumento Jeol JMS-SX102A en un soporte de alcohol 3-nitrobenzyl y en el modo de ion positivo.

2.1 Síntesis: material de inicio y químicos

Se agregó una solución de $C_8H_{12}N_2S_2ClNi$ (ACDAMeCl) en etanol absoluto, a una solución de los complejos del metal de transición apropiados en el mismo solvente. La mezcla resultante fue mantenida bajo reflujo por tres días, hasta que se obtuvo un precipitado. El producto fue recristalizado a partir de una mezcla 1:1 de etanol-agua y posteriormente secado al vacío.

Material A: $(PPh_4)_2[TiO(C_2O_4)_2]$ (0.8 g, 0.87 mmol), 0.4 g (1.36 mmol) de ACDAMeCl. Rendimiento de reacción 87%
P.F. 325°C (dec). MS(FAB⁺, DMSO/EtOH) *m/z*: 305
 $[TiO(C_{14}H_8O_4)]^+$, 294 $[C_8H_{12}N_2S_2ClNi]^+$, 339 $[PPh_4]^+$, 77 $[Ph]^+$

Material B: 0.8 g (0.93 mmol) de $(PPh_4)_2[Fe(CN)_5NO]$, 0.4 g (1.36 mmol) de ACDAMeCl. Rendimiento de reacción 82%
P.F. 280°C (dec). MS(FAB⁺, DMSO/EtOH) *m/z*: 216 $[Fe(CN)_5NO]^+$, 294 $[C_8H_{12}N_2S_2ClNi]^+$, 339 $[PPh_4]^+$, 77 $[Ph]^+$

2.2 Caracterización y deposición de película delgada

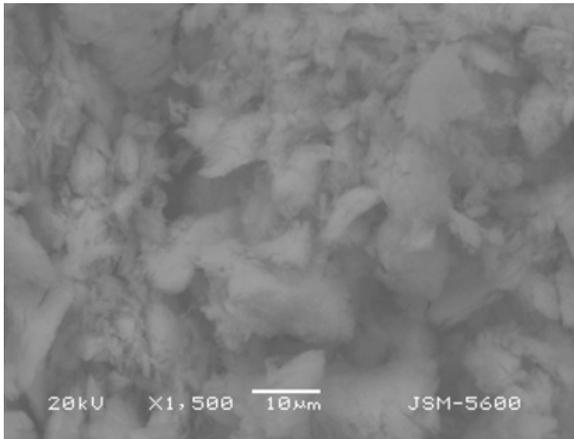
El depósito de las películas delgadas se realizó por evaporación térmica a bajas presiones, sobre sustratos de cuarzo y obleas de silicio monocristalino (c-Si), con orientación (100) y 200 W-cm. La temperatura del sustrato fue man-

tenida a 298 K durante el depósito. Los sustratos de cuarzo fueron desengrasados ultrasónicamente en etanol caliente y secados en una atmósfera de nitrógeno. Los sustratos de silicio por su parte, se sometieron a un ataque químico con solución *p* (10 ml HF, 15 ml HNO₃, y 300 ml H₂O), con el fin de remover el óxido natural de la superficie c-Si. Para prevenir la condensación de polvo sobre la superficie del sustrato, la fuente de evaporación utilizada se conectó directamente a un crisol de tungsteno con tapa horadada. La temperatura del crisol fue mantenida a 453 K durante el proceso de evaporación, mientras era monitoreada con un termopar de cromel-alumel. Todas las muestras fueron obtenidas bajo las mismas condiciones de depósito, con el crisol y los sustratos organizados en la misma geometría. La presión en la cámara de vacío durante el depósito de la película alcanzó los 1×10^{-5} torr, la cantidad de masa dentro del crisol (0.1 gr) y la tasa de evaporación fueron las mismas en todos los casos. En las películas delgadas se hicieron medidas elipsométricas utilizando un elipsómetro Gaertner modelo L117 con un láser He-Ne operando a 630 nm y usando sustratos de silicio. Se realizó espectroscopía UV-vis en un espectrofotómetro Unicam modelo UV300, con sustratos de cuarzo. También se empleó el método de cuatro de puntas para medir la conductividad eléctrica de la muestra. Se aplicó pintura de plata a la película para formar un contacto

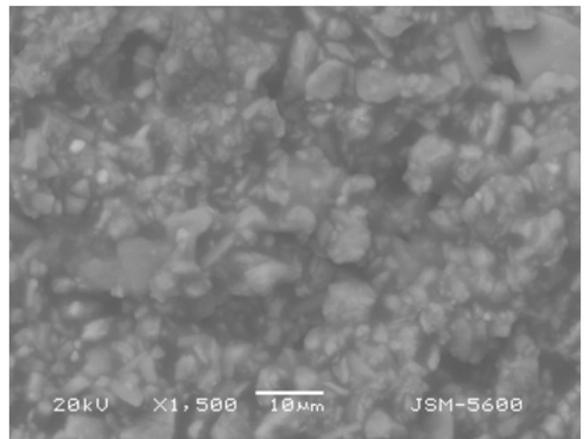
ohmico y se midió la dependencia de la conductividad eléctrica con la temperatura, empleando una fuente de poder programable SMU 4210 y un pico-amperímetro Keithley 4200, ambos controlados por PC. La temperatura de la muestra fue medida con un termopar cromel-alumel adherido a una unidad de adquisición de datos HP 3421. Finalmente, la microscopía electrónica de barrido se realizó en un microscopio Jeol JSM 5200 CX, donde se utilizó un potencial 5 kV para todas las muestras.

3. Resultados y discusión

La morfología observada en micrográficas obtenidas mediante MEB mostró una apariencia irregular. La figura 1a/b muestra la micrográfica a 1500x de películas delgadas tanto del material A como del B. Se pueden notar partículas formando cúmulos y en todos los casos, las películas delgadas mostraron una apariencia granular e irregular. Por otro lado, se llevó a cabo el análisis EED para determinar la composición química de los nuevos materiales moleculares. La figura 2 muestra el análisis de ambas películas, donde se observa la presencia de los elementos de referencia para las especies involucradas en la reacción. En el caso del material A, el titanio y níquel son los átomos fundamentales en el compuesto, mientras que para el material B, el hierro y el níquel dan indicio de la interacción tanto de la especie aceptora, como de la donadora electrónica.



(a)



(b)

Figura 1. Micrográficas de películas delgadas para (a) Material A y (b) Material B, a 1500x.

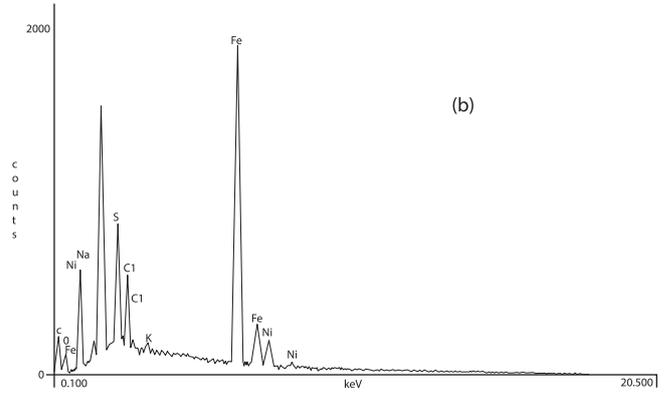
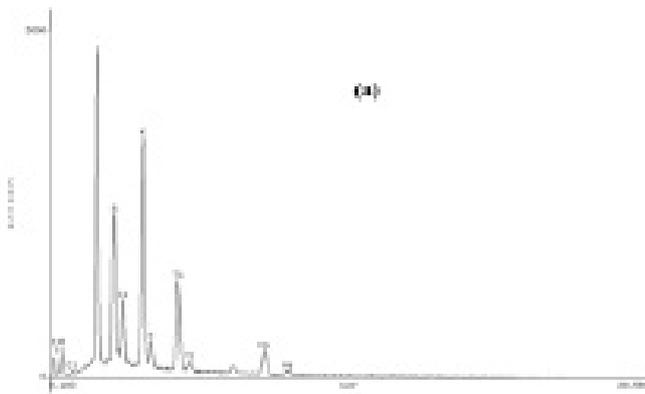


Figura 2. EED para películas delgadas (a) Material A y (b) Material B.

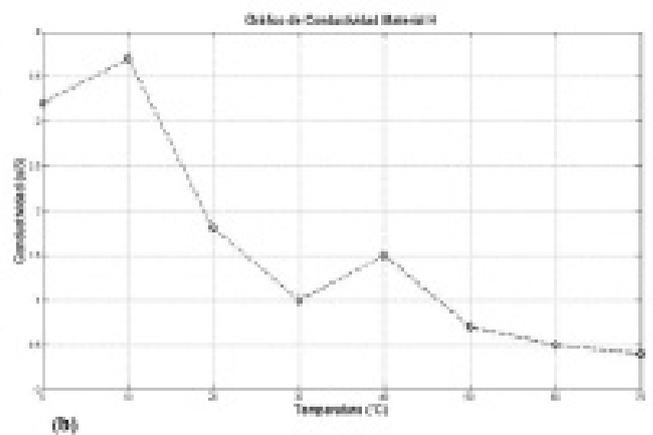
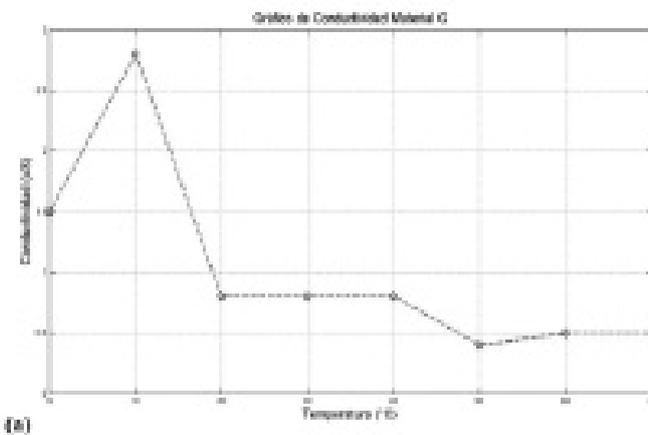


Figura 3. Conductividad eléctrica como una función de temperatura para películas delgadas A y B.

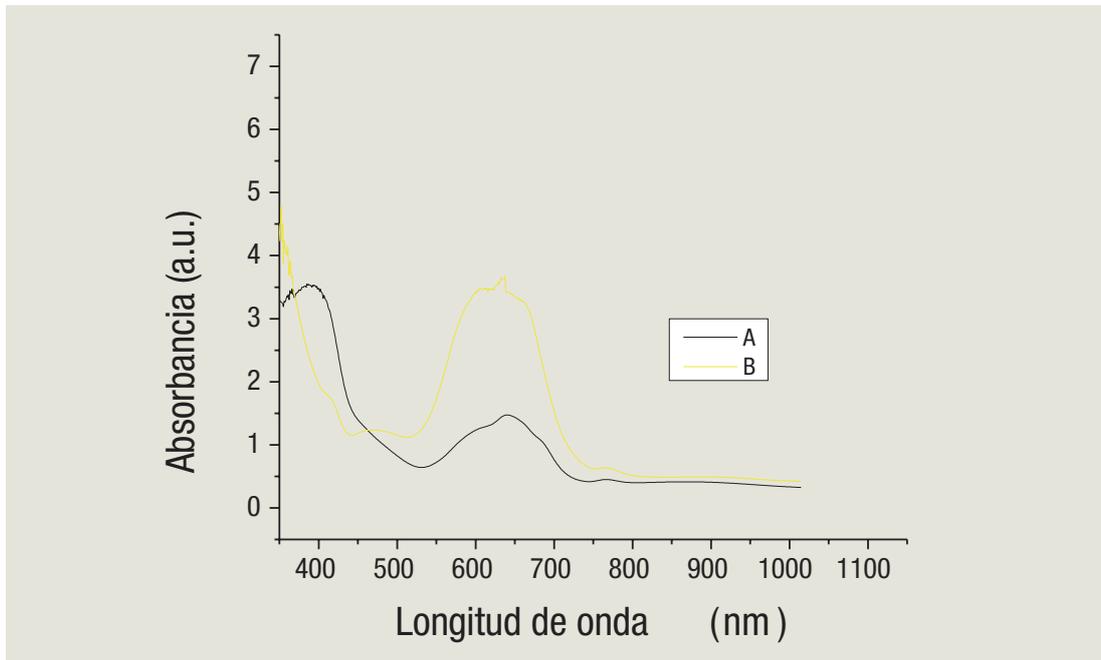


Figura 4. Espectro UV-Vis para películas delgadas A y B.

Con el fin de investigar el comportamiento eléctrico de los materiales sintetizados, se evaluó la variación de la conductividad eléctrica como una función de la temperatura en las películas delgadas. Las mediciones tuvieron lugar sobre una línea en la película, que tuvo espacios iguales entre los puntos de prueba. Se tuvo cuidado de asegurar que la corriente involucrada fuera lo suficientemente baja para prevenir el calentamiento de la muestra. La dependencia de la conductividad eléctrica con la temperatura fue medida aplicando una rampa de voltaje de 0 a 100 V, en el rango de temperaturas donde el material varía su comportamiento. Se encontró que los rangos para los materiales A y B están entre 273 K y 343 K. Las gráficas correspondientes se muestran en la figura 3. Las variaciones observadas pueden deberse a los complejos aniónicos

$[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]^{2-}$ y $[\text{TiO}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}$, y apuntan hacia un comportamiento semiconductor para los dos materiales sintetizados.

La evaluación de la absorción óptica en materiales amorfos requiere establecer parámetros como la dependencia de la energía del fotón, respecto a las constantes ópticas [14]. Se utilizan varios modelos para determinar los parámetros de transición electrónica como la brecha de banda; el más extendido es el modelo de Tauc [13,15]. La brecha óptica de Tauc asociada con las películas delgadas es determinada a través de una extrapolación de la tendencia lineal observada en la dependencia espectral de $(\alpha h\nu)^{1/2}$ sobre un limitado rango de energías de fotón ($h\nu$) [15]. La brecha óptica de Tauc es obtenida en la intersección de esta extrapolación lineal con el eje de las abscisas [15]. El coeficiente de absorción (α) cerca de

la orilla de la banda en un gran número de semiconductores amorfos muestra una dependencia exponencial sobre la energía del fotón, obe-

$$\alpha h\nu = \beta (h\nu - E_g)^n \quad (1)$$

decido usualmente la relación empírica mostrada a continuación (Ec. 1) [16]:

Donde β^{-1} es el parámetro en la orilla de la banda y n es un número que caracteriza el proceso de transición, y que puede tomar valores de 1/2, 1, 3/2 o 2, dependiendo de la naturaleza de las transiciones electrónicas responsables de la absorción [17]. En este punto se puede recordar que en semiconductores amorfos, las transiciones ópticas son

descritas en una primera aproximación por transiciones indirectas, donde $n = 2$, con no-conservación de momento electrónico [18]. Son transiciones indirectas que involucran tanto fotones como fonones. Este es un proceso de segundo orden, en donde un fotón debe ser destruido y a su vez un fonón debe ser creado o puede también ser destruido. La transición directa, por el contrario, es un proceso de primer orden debido a que no hay fonones involucrados. Por lo tanto, el valor de absorción para transición indirecta es mucho menor que para la absorción directa. Los resultados de los espectros de transmisión óptica fueron analizados en la región de *la orilla* de la banda. Se obtuvieron mediciones de los espectros de absorción de estos semiconductores amorfos para la posterior determinación de la brecha óptica Tauc. Los espectros de las películas delgadas de los compuestos depositados sobre cuarzo fueron registrados en un intervalo de 300 a 1100 nm y se muestran en la figura 4.

El cálculo de la brecha Tauc fue empleado para obtener el coeficiente de absorción α (Ec.2) de cada longitud de onda con la que fueron irradiados los materiales, en términos de la transmitancia T ($T(\%) = 10^{(2-Abs)}$) y el espesor d de la muestra. Por otro lado, en el caso de la espectroscopía UV-Vis, la ecuación (3) fue utilizada para calcular la energía del fotón en cada longitud de onda. Se construyó una gráfica de la energía de fotón como función del coeficiente de absorción, y la

pendiente fue extrapolada para obtener la energía de activación óptica de Tauc (figura 5).

$$\alpha = -\frac{1}{d} \ln(T) \quad (2)$$

$$E_{\text{photon}} = \frac{hc}{\lambda} \quad (3)$$

Así, las brechas ópticas para ambas transiciones indirectas pudieron ser determinadas por la extrapolación a cero de las regiones lineales $f(h\nu) = (\alpha h\nu)^{1/2}$. Con el fin de obtener alguna apreciación respecto a cómo el espesor de la película asociado con el material A y el B influyen en la determinación de la correspondiente brecha óptica Tauc, se considera la figura 5, en la cual se obtienen para tres diferentes espesores de los materiales A (2031, 3503 y 4975 Å) y B (2049, 3595 y 4960 Å) las energías de activación. Los resultados obtenidos para ambas transiciones indirectas se observan en la tabla 1. Tauc asume que el momento del elemento matriz es independiente de la energía de fotón. Por otro lado, el modelo de Cody sugiere que el elemento dipolo matriz es el que es independiente de la energía de fotón. El espesor en las películas juega un papel importante en la determinación de la brecha óptica Tauc, mientras que la brecha óptica de Cody es menos dependiente de este espesor.

La brecha óptica de Cody es determinada a través de una extrapolación de la tendencia lineal observada con la dependencia espectral de $(\alpha/h\nu)^{1/2}$, esto sobre un rango limitado de energías del fotón. La brecha óptica de Cody es definida por la intersección de esta extrapolación lineal con el eje de la abscisa (ver figura 6) [15].

4. Conclusiones

En el presente estudio fueron sintetizados materiales moleculares semiconductores a partir del nitróprusiato $[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]^{2-}$, el complejo aniónico $[\text{TiO}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}$ y el complejo de níquel ACDAMECl. Se obtuvo la energía de activación óptica por los métodos de Tauc y Cody, obteniéndose energías de activación entre 1.4 y 2.3 eV para todos los materiales moleculares sintetizados. Las transiciones dominantes para las películas delgadas son de tipo indirecto. Se llevó a cabo un estudio comparativo entre los métodos de Tauc y de Cody con el fin de determinar la influencia del espesor en la energía de activación óptica. El espesor de las películas no influye en el transporte electrónico de manera significativa, y es posible utilizar cualquiera de los dos modelos para el cálculo de la energía de activación óptica de estos materiales.

Agradecimientos

M.E. Sánchez-Vergara agradece el soporte financiero SEP-CONACYT-México, proyecto número 153751.

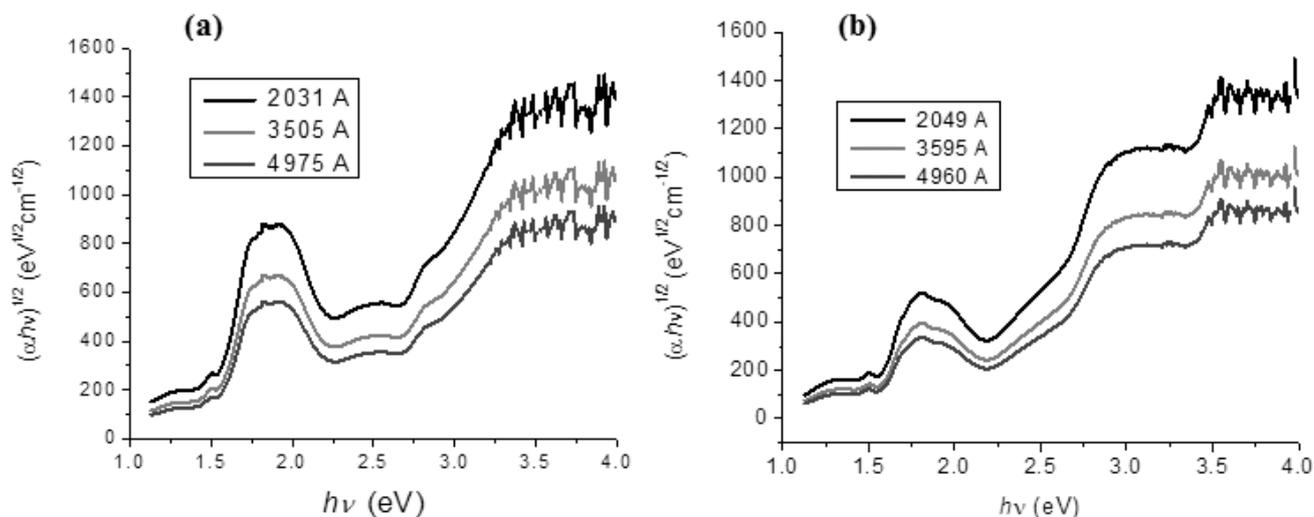


Figura 5. Coeficiente de absorción $(\alpha h\nu)^{1/2}$ vs. energía de fotón $h\nu$ de películas delgadas de (a) material A y (b) material B.

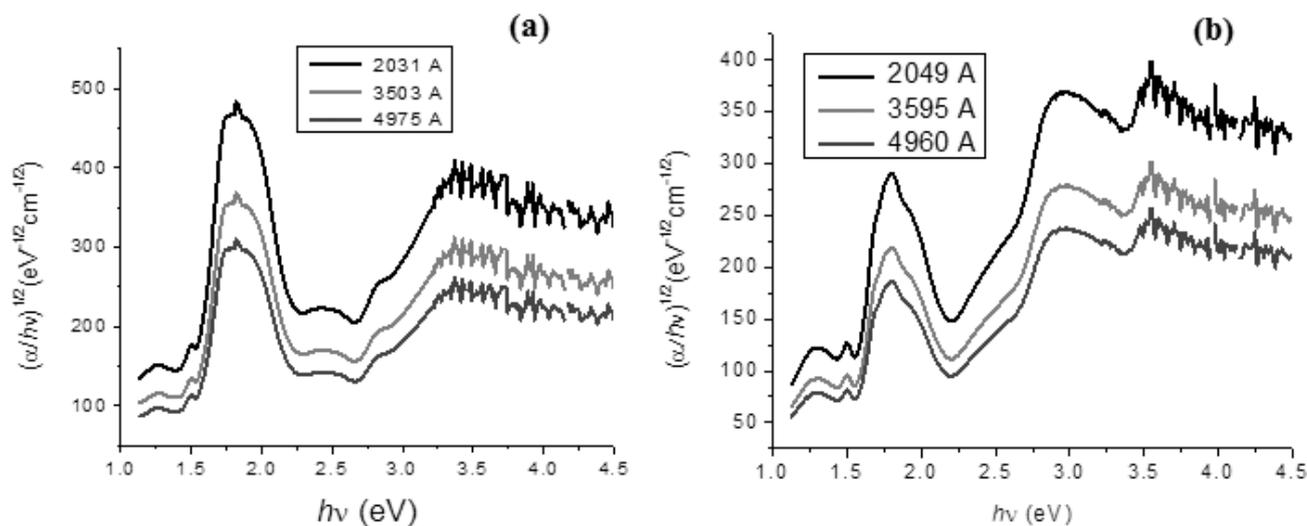


Figura 6. Coeficiente de absorción $(\alpha/h\nu)^{1/2}$ vs. energía de fotón $h\nu$ de películas delgadas de (a) material A y (b) material B.

Referencias

- [1] (a) F. Wudl, D. Wobschall, E. J. Hufnagel, *J. Am. Chem. Soc.* 94 (1972) 671; (b) J. Ferraris, D.O. Cowan, V. Walatka, J.H. Perlstein, *J. Am. Chem. Soc.* 95 (1973) 948.
- [2] G. B. Stringfellow, *Organometallics Chemical Vapor Epitaxy: Theory and Practice*. New York: Academic Press, 1989.
- [3] C.W. Tang, S.A. VanSlyke, *Appl. Phys. Lett.* 51 (1987) 381.
- [4] A. Kumar Mahapatro, S. Ghosh, *J. Appl. Phys.* 101 (2007) 034318.
- [5] J.H. Burroughes, D.D.C. Bradley, A.R. Brown, R.N. Marks, K. Mackay, R.H. Friend, P.L. Burns, A.B. Holmes, *Nature* 347 (1990) 539.
- [6] D. Astruc, *Acc. Chem. Res.* 30 (1997) 383.
- [7] H. E. Toma, *J. Braz. Chem. Soc.* 14 (2003) 845.
- [8] E. Coronado, J. R. Galán-Mascarós, C. J. Gómez-García, V. Laukhin, *Nature* 408 (2000) 447.
- [9] S.W. Liang, M.X. Li, M. Shao, H.J. Liu, *Journal of Molecular Structure* 841 (2007) 73.
- [10] M.E. Sánchez, M.L. Doublet, C. Faulman, I. Malfant, P. Cassoux,

Tabla 1. Parámetros característicos de películas delgadas bajo investigación^a

Muestra	Índice de refracción, n	Reflectancia, R (%)	d (Å)	T_{auc} E_g (eV)	$Cody$ E_g (eV)
Película delgada Material A	2.35	16.27	2031	1.5, 2.3	1.51, 2.3
Película delgada Material A			3503	1.47, 1.7	1.50, 2.36
Película delgada Material A			4975	1.5, 1.68	1.53, 2.37
Película delgada Material B	2.31	15.70	2049	1.5, 2.3	1.5, 1.64
Película delgada Material B			3595	1.5, 2.33	1.53, 1.70
Película delgada Material B			4960	1.5, 2.34	1.55, 1.75

^a d : espesor de película; E_g : brecha de banda; σ : conductividad eléctrica.

- L. A. Kushch, E. B. Yagubskii, *Eur. J. Inorg. Chem.* (2001) 2797.
- [11] E. Coronado, J. R. Galán-Mascarós, C. Giménez-Saiz, C. J. Gómez-García, C. Ruiz-Pérez, *Eur. J. Inorg. Chem.* (2003) 2290.
- [12] P. Ganguly, D. V. Paranjape, M. Sastry, *Langmuir* 9 (1993) 577.
- [13] O’Leary, S.K.; Lim, P.K. *Solid State Communications* 104 (1997) 1, 17.
- [14] Laidani, N.; Bartali, R.; Gottardi, G.; Anderle, M.; Cheyssac, P. *J. Phys.: Condens. Matter.* 20 (2008) 015216 (8pp).
- [15] Mok, T.M.; O’Leary, S.K. *J. Appl. Phys.* 102 (2007) 113525.
- [16] Urbach, F. *Phys. Rev.* 92 (1953) 1324.
- [17] Adachi, S. *In Book Optical Properties of Crystalline and Amorphous Semiconductors*, 1st ed.; Kluwer Academic Publishers, Boston, 1999; p. 1.
- [18] Cody, G.D. *In Book Hydrogenated Amorphous Silicon, Part B: Optical Properties, Semiconductors and Semimetals*, 1st ed.; J. I. Pankove (Ed.), vol. 21, Academic Press, Orlando, 1984.

Para entender el cambio climático

Aguilar Solís, M. y Barrientos Ramírez, S.

*Un conjunto de datos no es información,
un conjunto de información no es conocimiento,
un conjunto de conocimiento no es sabiduría,
un conjunto de sabiduría no es la verdad.*

Alvin Toffler (3 de octubre de 1928)

Escritor estadounidense conocido por sus discusiones acerca
de la revolución digital, la revolución de las comunicaciones
y la singularidad tecnológica.

EL CAMBIO CLIMÁTICO NO SE PUEDE IGNORAR EN LA ACTUALIDAD.

A pesar de lo recurrente del tema, no todos tenemos claro qué es y por qué es tan importante.

Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, es la perturbación del clima atribuida directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables.

Existen dos efectos de la actividad humana responsables del cambio climático: el calentamiento global y el agotamiento de la capa de ozono. El presente artículo se ocupará del primero.

Para poder entender el cambio climático se debe empezar por definir qué es el clima. Según el *Diccionario de la Real Academia de la Lengua* (RAE, 2001), es un conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región. El Servicio Meteorológico Nacional, dependiente de la Comisión Nacional del Agua, dice que en México el clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua. Por lo anterior, el país cuenta con una gran diversidad de climas, los cuales de manera muy general pueden clasificarse, según su temperatura, en cálido y templado; y de acuerdo con la humedad existente en el medio, en húmedo, subhúmedo y muy seco.

El uso cotidiano del término generalmente lo vincula con la temperatura ambiente o con la existencia de algunos fenómenos meteorológicos como la lluvia. Sin embargo, es importante distinguir entre el tiempo atmosférico, que se refiere a las condiciones de temperatura, humedad, presión, etcétera, imperantes en un momento determinado, y el clima, que es el conjunto de valores normales para una determinada región, ya que este último supone una información en una escala de tiempo prolongada. El pronóstico que se difunde se refiere a los cambios del tiempo y no del clima.

El sol es la fuente principal de energía de la Tierra, la cual es recibida en forma de radiación electromagnética en un intervalo espectral que incluye el ultravioleta, la luz visible y la radiación infrarroja. La temperatura del planeta depende del balance entre la energía que es recibida y la que es reflejada, equilibrio que permite mantener la temperatura variando en un estrecho margen que posibilita la vida.

La atmósfera, una mezcla de gases que rodea la Tierra y que está formada mayormente por nitrógeno (78% en volumen) y oxígeno (21%), tiene también en su composición otros gases, como el argón, dióxido de carbono, neón, hidrógeno, helio, metano y otros más a nivel de traza.

En los años veinte del siglo XIX, Joseph Fourier propuso que la atmósfera interfería en el libre intercambio de calor entre la Tierra y el Sol. Decía que

algunos gases de la atmósfera actuaban como un vidrio que permitía el paso de la radiación del Sol hacia la Tierra. Esta es la primera referencia de una analogía con un invernadero. Además, afirmó que sin la presencia de estos gases, la temperatura promedio de la tierra sería menor. (Fourier, 1824)

En 1859, John Tyndall descubrió que el dióxido de carbono (CO_2) y otros gases bloquean la radiación infrarroja. (Tyndall, 1861) A estos gases se les denominó gases de efecto invernadero (GEI). Los principales gases de efecto invernadero son el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), el ozono (O_3), el hexafluoruro de azufre (SF_6), compuestos perfluorinados (PFC), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los clorofluorocarbonos (CFC). Durante cientos de miles de años, la concentración de los GEI que se encuentran de forma natural en la atmósfera se había mantenido estable porque la naturaleza era capaz de mantener el equilibrio.

Para 1896, Svante August Arrhenius publica una cuantificación de la influencia del CO_2 presente en el aire en la temperatura de la Tierra. (Arrhenius, 1896)

Guy Stewart Callendar identificó importantes relaciones entre las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera y la temperatura. En 1938 fue el primero en demostrar que la Tierra se venía calentando desde los 50 años anteriores. (Callendar, 1938)

A lo dicho anteriormente, hay que agregar que la actividad humana ha modificado de forma importante la composición química de la atmósfera, pues ha generado sustancias que permanecen en ella por largos periodos o, peor aún, que reaccionan con otras especies químicas causando efectos indeseables, como por ejemplo el agotamiento de la capa de ozono.

La concentración del dióxido de carbono que se había mantenido entre 200 y 280 ppm en el último medio millón de años, actualmente registra una concentración por encima de las 390 ppm, lo cual es 40% mayor de lo que la Tierra mantenía en equilibrio antes de los últimos 160 años.

En virtud de que los GEI contribuyen a retener parte de la energía emitida por la superficie terrestre al aumentar su concentración, es de esperarse un incremento de la temperatura promedio del planeta, lo que efectivamente está ocurriendo, como se muestra en la tabla 1.

La temperatura promedio del planeta se incrementó en promedio 0.7°C durante el siglo XX; en la gráfica se puede ver la estrecha relación entre el acelerado crecimiento en las emisiones y la concentración de dióxido de carbono y el aumento en la temperatura promedio de la Tierra.

A pesar de que Arrhenius y posteriormente Callendar ya habían identificado el calentamiento potencial del planeta debido al aumento en la temperatura promedio, no se había generado una preocupación en torno a esto, quizá porque ellos mismos lo consideraban como un efecto positivo.

Sin embargo, los efectos de este calentamiento que se empiezan a percibir durante el siglo XX hacen que mundialmente se despierte la inquietud de hacer algo al respecto. Dentro de los programas de las Naciones Unidas se ha creado el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue establecido en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con la misión de analizar la información científica necesaria para abordar el problema del cambio climático y evaluar las consecuencias en el medio ambiente, así como las sociales y las económicas, además de formular estrategias de control, adaptación y mitigación.

Actualmente, el IPCC, que en 2007 recibió el Premio Nobel de la Paz, se integra por más de 4,000 científicos de todo el mundo. Desde su establecimiento ha elaborado una serie de informes de evaluación (1990, 1995, 2001 y 2007), informes especiales, documentos técnicos y guías metodológicas que son obras de referencia de uso común ampliamente utilizadas.

En 1992, tomando en consideración la evidencia científica generada hasta ese momento, Naciones Unidas crea la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y en 1995, en Berlín, Alemania, se realiza la I Conferencia sobre Cambio Climático.

En 1998 los miembros de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático firman el Protocolo de Kioto, documento que pretende limitar las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) no controlados por el Protocolo de Montreal. Para este efecto, en su anexo A establece como GEI al dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nítrico (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6).

Los GEI se distinguen entre sí por la influencia térmica positiva (forzamiento radiativo) que ejercen sobre el sistema climático mundial, por sus diferentes propiedades radiativas y por periodos de permanencia en la atmósfera. Estas influencias se pueden expresar mediante una métrica común basada en el forzamiento radiativo por CO_2 . Las emisiones de CO_2 equivalente constituyen un valor de referencia y una métrica útil para comparar emisiones de GEI diferentes. La definición de equivalente de dióxido de carbono (CO_2 equivalente) es la cantidad de emisiones de CO_2 que provocaría la misma intensidad radiante que una determinada cantidad emitida de un gas de efecto invernadero bien mezclado o una mezcla de gases de efecto invernadero, multiplicados por sus PEG respectivos para tener en cuenta los distintos tiempos que se mantienen en la atmósfera. (Cataluña, 2011)

Las emisiones de los seis gases de efecto invernadero incluidos en el Anexo A del Protocolo de Kioto se computan de forma agregada en tér-

minos de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq), ponderando la masa de cada gas de acuerdo con la tabla de potenciales de calentamiento global (PEG) del GIECC de 1995. (Cataluña, 2011)

Tabla 1. Gases de efecto invernadero y su impacto sobre el clima

Especies	Formula química	vida media (años)	Potencial de calentamiento global		
			20 años	100 años	500 años
CO ₂	CO ₂	variable	1	1	1
Metano *	CH ₄	12±3	56	21	6.5
Óxido nitroso	N ₂ O	120	280	310	170
HFC-23	CHF ₃	264	9100	11700	9800
HFC-32	CH ₂ F ₂	5.6	2100	650	200
HFC-41	CH ₃ F	3.7	490	150	45
HFC-43-10mee	C ₃ H ₂ F ₁₀	17.1	3000	1300	400
HFC-125	C ₂ H ₂ F ₅	32.6	4600	2800	920
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄	10.6	2900	1000	310
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	14.6	3400	1300	420
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	1.5	460	140	42
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃	3.8	1000	300	94
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃	48.3	5000	3800	1400
HFC-227ea	C ₃ H ₂ F ₇	36.5	4300	2900	950
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	209	5100	6300	4700
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	6.6	1800	560	170
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	3200	16300	23900	34900
Perfluorometano	CF ₄	50000	4400	6500	10000
Perfluoroetano	C ₂ F ₆	10000	6200	9200	14000
Perfluoropropano	C ₃ F ₈	2600	4800	7000	10100
Perfluorobutano	C ₄ F ₁₀	2600	4800	7000	10100
Perfluorociclobutano	c-C ₄ F ₈	3200	6000	8700	12700
Perfluoropentano	C ₅ F ₁₂	4100	5100	7500	11000
Perfluorohexano	C ₆ F ₁₄	3200	5000	7400	

Fuente: Climate Change 1995, The Science of Climate Change: Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report, p. 22.

El último reporte publicado por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en 2007 presenta los siguientes resultados:

- El calentamiento del sistema climático es inequívoco, como evidencian ya los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar.
- Las emisiones mundiales de GEI por efecto de actividades humanas han aumentado más de un 40% entre 1970 y 2004.
- Las concentraciones atmosféricas mundiales de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) han aumentado notablemente por efecto de las actividades humanas desde 1750, y actualmente son muy superiores a los valores preindustriales, determinados a partir de núcleos de hielo que abarcan cientos de miles de años.

Por lo anterior, se concluye que es 90% probable que el cambio que se observa actualmente en el clima se deba a las actividades humanas.

El IPCC indica con respecto al futuro que:

- Hay abundante evidencia y un alto nivel de coincidencia respecto a que con las políticas y prácticas de desarrollo actuales las emisiones mundiales de GEI seguirán aumentando en las próximas décadas.
- Si las emisiones de GEI siguen creciendo a una tasa igual o superior a la actual, el calentamiento aumentará y el sistema climático mundial experimentará durante el siglo XXI numerosos cambios, muy probablemente mayores que los observados durante el siglo XX.
- El cambio climático provocado por el hombre y el aumento del nivel del mar se mantendrán por siglos debido a la magnitud de las escalas de tiempo asociadas a los procesos climáticos, aun si se estabilizan las concentraciones de GEI.
- La alteración de la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos, sumada al aumento del nivel del mar, tendrán previsiblemente efectos extremadamente adversos sobre los sistemas naturales y humanos.
- En ausencia de medidas de mitigación, el cambio climático desbordará probablemente, a largo plazo, la capacidad de adaptación de los sistemas naturales, gestionados y humanos.

Con la finalidad de establecer las perspectivas de futuro, se han elaborado pronósticos del comportamiento de la temperatura para diferentes escenarios de emisiones de GEI utilizando modelos matemáticos, en los que se advierte que para finales del siglo XXI la temperatura promedio mundial podría incrementarse entre 1.1 y 6.4°C. Estas estimaciones se obtienen de distintos escenarios de concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono

<p>África</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hasta 2020, entre 75 y 250 millones de personas estarían expuestas a un mayor estrés hídrico por efecto del cambio climático. • Hasta 2020, la productividad de los cultivos pluviales podría reducirse en algunos países hasta en un 50%. La producción agrícola y el acceso a los alimentos en numerosos países africanos quedarían en una situación gravemente comprometida. Ello afectaría aun más negativamente a la seguridad alimentaria y exacerbaría la malnutrición. • Hacia el final del siglo XXI, el aumento proyectado del nivel del mar afectaría a las áreas costeras bajas muy pobladas. El costo de la adaptación podría ascender a, como mínimo, entre un 5% y un 10% del producto interno bruto (PIB). • Hasta 2080, se produciría un aumento de entre un 5% y un 8% en la extensión de las tierras áridas y semiáridas en África para toda una serie de escenarios climáticos (RT).
<p>Asia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hacia el decenio de 2050, la disponibilidad de agua dulce en el centro, sur, este y suroeste de Asia disminuiría, particularmente en las grandes cuencas fluviales. • Las áreas costeras, y especialmente las regiones de los grandes deltas superpoblados del sur, este y sudeste de Asia serían las más amenazadas, debido al incremento de las inundaciones marinas y, en algunos grandes deltas, de las crecidas fluviales. • El cambio climático potenciaría las presiones ejercidas sobre los recursos naturales y el medio ambiente por efecto de la rápida urbanización, de la industrialización y del desarrollo económico. • La morbilidad y mortalidad endémicas causadas por las enfermedades diarreicas asociadas principalmente a las crecidas y sequías aumentaría en el este, sur y sureste de Asia por efecto de los cambios del ciclo hidrológico proyectados.
<p>Australia y Nueva Zelandia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hasta 2020 se experimentaría una importante pérdida de diversidad biológica en algunos lugares de gran riqueza ecológica, como la Gran Barrera Coralina o los trópicos pluviales de Queensland. • Hasta 2030, los problemas de seguridad hídrica se agravarían en el sur y este de Australia y, en Nueva Zelandia, en Northland y en ciertas regiones orientales. • Hasta 2030, la producción agrícola y forestal disminuiría en gran parte del sur y este de Australia y en partes del este de Nueva Zelandia, como consecuencia del mayor número de sequías e incendios. Sin embargo, en Nueva Zelandia los efectos serían inicialmente beneficiosos en algunas otras regiones. • Hasta 2050, el constante desarrollo costero y el crecimiento demográfico en ciertas áreas de Australia y Nueva Zelandia agravaría los riesgos de aumento del nivel del mar, y la intensidad y frecuencia de las tempestades y de las inundaciones costeras.
<p>Europa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se espera que el cambio climático magnifique las diferencias regionales en cuanto a los recursos naturales y generales de Europa. Entre los impactos negativos cabe citar un mayor riesgo de crecidas repentinas en el interior, una mayor frecuencia de inundaciones costeras, y un aumento de la erosión (debido al aumento de tempestades y del nivel del mar). • Las áreas montañosas experimentarían retracción de los glaciares, disminución de la cubierta de nieve y del turismo de invierno, y abundante pérdida de especies (en algunas áreas hasta un 60%, en escenarios de alto nivel de emisiones, de aquí a 2080). • En el sur de Europa, las proyecciones indican un empeoramiento de las condiciones (altas temperaturas y sequías) en una región que es ya vulnerable a la variabilidad del clima, así como una menor disponibilidad de agua y una disminución del potencial hidroeléctrico, del turismo estival y, en general, de la productividad de los cultivos. • El cambio climático agudizaría también los riesgos para la salud por efecto de las olas de calor y de la frecuencia de incendios incontrolados.
<p>América Latina</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hasta mediados del siglo, los aumentos de temperatura y las correspondientes disminuciones de la humedad del suelo originarían una sustitución gradual de los bosques tropicales por las sabanas en el este de la Amazonia. La vegetación semiárida iría siendo sustituida por vegetación de tierras áridas. • Podrían experimentarse pérdidas de diversidad biológica importantes con la extinción de especies en muchas áreas de la América Latina tropical. • La productividad de algunos cultivos importantes disminuiría, y con ella la productividad pecuaria, con consecuencias adversas para la seguridad alimentaria. En las zonas templadas mejoraría el rendimiento de los cultivos de haba de soja. En conjunto, aumentaría el número de personas amenazadas por el hambre (RT; grado de confianza medio). • Los cambios en las pautas de precipitación y la desaparición de los glaciares afectarían notablemente a la disponibilidad de agua para consumo humano, agrícola e hidroeléctrico.
<p>América del norte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En las montañas occidentales, el calentamiento reduciría los bancos de nieve, acrecentaría las crecidas de invierno y reduciría la escorrentía estival, intensificando así la competición por unos recursos hídricos excesivamente solicitados. • En los primeros decenios del siglo, un cambio climático moderado mejoraría en conjunto el rendimiento de los cultivos pluviales entre un 5% y un 20%, aunque estaría sujeto a una acentuada variabilidad según las regiones. La situación sería difícil para los cultivos situados cerca de las fronteras cálidas de su ámbito natural, o dependientes de unos recursos hídricos muy demandados. • En el transcurso del siglo, las ciudades que actualmente padecen olas de calor estarían expuestas a un aumento de estas y de su intensidad y duración, que podría tener efectos adversos sobre la salud. • Las comunidades y hábitats costeros tendrían mayores dificultades, debido a la interacción de los efectos del cambio climático con el desarrollo y la polución.

Tabla 2. Ejemplos de algunos de los impactos regionales proyectados.

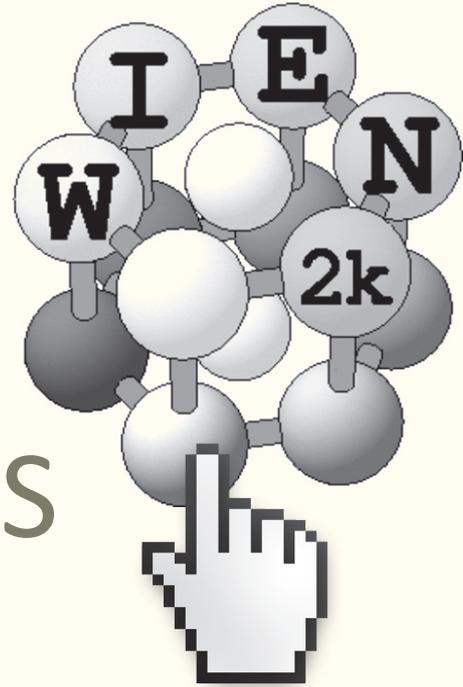
Fuente: Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (2007).

El incremento del nivel del mar supondrá una cada vez mayor vulnerabilidad de la población mundial asentada en zonas costeras. También se puede esperar una reducción en la productividad agrícola, lo cual pondría en riesgo la seguridad alimentaria. La mayor preocupación se centra en la probabilidad de que se generen alteraciones abruptas y en algunos casos irreversibles que darían como resultado un clima terrestre completamente diferente al que se ha tenido hasta ahora.

Referencias

- Arrhenius, Svante, 1896. On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground. *Phil. Mag. ser. 5*, vol. 41, 237-276.
- Callendar, G.S., 1938. The Artificial Production of Carbon Dioxide and Its Influence on Temperature. *Quarterly Journal Royal Meteorological Society*, vol. 64, 223-240.
- Fourier, Jean-Baptiste Joseph, 1824. Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires. *Ann. chim. phys. (Paris) 2nd ser.*, 27, 136-67. English transl. 1837 by Ebeneser Burgess, General remarks on the temperature of the earth and outer space. *Amer. J. Sci.* 32, 1-20.
- Tyndall, John, 1861. On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours, and on the Physical Connection of Radiation, Absorption, and Conduction. *Philosophical Magazine ser. 4*, vol. 22, 169-94, 273-85.
- Departamento de Territorio y Sostenibilidad del Gobierno de Cataluña, 2011. Metodología de inventarios de GEI. España

USO DEL PROGRAMA WIEN2K PARA EL CÁLCULO DE PROPIEDADES CRISTALINAS



José Ramón Álvarez Bada

COORDINADOR DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

Muchas de las propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas y ópticas de los objetos que usamos son consecuencia de su estructura electrónica, es decir, de la distribución y energías de los electrones que rodean a los núcleos atómicos e interactúan para juntar a los átomos y formar moléculas o cristales. La dureza y maleabilidad del hierro, la transparencia del vidrio, el carácter semiconductor del silicio, todas estas propiedades, y muchas más, se pueden explicar o predecir si se conoce la estructura electrónica del hierro, vidrio o silicio, respectivamente.

La estructura electrónica, por su parte, es una consecuencia de las leyes de la mecánica cuántica, formuladas en la década de 1920. Estas leyes se expresaron originalmente como ecuaciones diferenciales parciales cuya solución analítica sólo era posible para sistemas muy simples, como el átomo de hidrógeno. En sistemas más grandes, cada partícula se mueve bajo la acción de fuerzas debidas a todas las demás partículas, lo que complica espectacularmente los cálculos. Con el paso de los años, se propusieron formas de simplificar el análisis de algunos átomos y moléculas de modestas dimensiones (como el método de Hartree-Fock), pero

los cálculos seguían siendo extenuantes y las necesarias aproximaciones llevaban a discrepancias significativas con los datos experimentales.

Un renovado método de cálculo, la teoría de la densidad funcional, o DFT por sus siglas en inglés, facilitó enormemente el cálculo de estructuras electrónicas de sistemas multiatómicos. En sendos artículos publicados por Walter Kohn, Pierre Hohenberg y Lu Sham entre 1964 y 1965, se demostró que una sola función de las tres coordenadas espaciales (x , y , z), la densidad electrónica, permitía determinar las propiedades energéticas de un material sin tener que incluir las complicadas interacciones entre partículas que habían hecho tan difíciles a los métodos anteriores (Hohenberg, 1964; Kohn, 1965). En el nuevo paradigma, se genera un sistema de ecuaciones diferenciales parciales simultáneas, llamadas ecuaciones de Kohn-Sham, que resultan ser mucho más fáciles de resolver que las de los enfoques anteriores.

En las décadas que siguieron a la formulación de la DFT, la creciente sofisticación de las computadoras digitales llevó al surgimiento de numerosos paquetes de software capaces de resolver las ecuaciones de Kohn-Sham en una multiplicidad de materiales. En la

Universidad Técnica de Viena, el grupo de investigadores dirigido por Peter Blaha y Karlheinz Schwarz desarrolló a finales de la década de 1980 el programa WIEN para la determinación *ab initio* de estructuras electrónicas en materiales cristalinos (Blaha, 1990). “*Ab initio*” quiere decir que con este tipo de software basta indicar las posiciones y tipos de átomos (titanio, oxígeno, etc.) en la celda unitaria del cristal, sin necesidad de proporcionar otro tipo de información empírica o experimental. Los sistemas no cristalinos también se pueden modelar, a condición de representarlos por aproximaciones periódicas, llamadas superceldas. El programa WIEN original derivó en una exitosa versión comercial (WIEN95) que, a su vez, evolucionó para convertirse en WIEN2k, el paquete que Blaha y Schwarz distribuyen actualmente y que corre sobre plataformas Unix o Linux (Blaha, 2001).

WIEN2k, como la mayoría de los paquetes de software basados en DFT, emplea un enfoque autoconsistente para determinar la estructura electrónica del material, según se describe a continuación:

1. Especificar los átomos y sus posiciones en la molécula o el cristal.
2. Proponer una densidad electrónica aproximada para los átomos del material (por ejemplo, tomada de tablas para configuraciones ya conocidas).
3. Utilizar la densidad electrónica para calcular las diversas contribuciones de energía (específicamente la energía potencial, la energía cinética y la energía de intercambio-correlación —que es de origen cuántico y no tiene contraparte en la física newtoniana).
4. Emplear los términos de energía en la construcción de las ecuaciones de Kohn-Sham.
5. Resolver numéricamente las ecuaciones de Kohn-Sham para determinar una expresión más exacta de la densidad electrónica que la que se propuso en el paso 2.
6. Con la nueva densidad electrónica, calcular expresiones más exactas para las energías que las que se tenían en el paso 3.
7. Repetir el proceso cuantas veces haga falta hasta que la densidad electrónica y las energías correspondientes se estabilicen y ya no cambien de una iteración a la

siguiente. Esta condición, llamada autoconsistencia, es la forma numérica de verificar que se cuenta con una solución de las ecuaciones de Kohn-Sham.

Al terminarse las iteraciones y alcanzar la autoconsistencia, se conocen las energías de los diferentes niveles cuánticos del cristal y, por supuesto, la energía total. También se conoce la distribución de carga electrónica en el cristal. Dado que casi todas las propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas y ópticas del cristal dependen de los niveles energéticos y/o de la densidad de carga, la información generada por WIEN2k puede usarse para una gran variedad de estudios. Estos estudios, desde luego, no pueden de ninguna manera remplazar los resultados experimentales, pero sí aportan estimaciones preliminares que ayudan a mejorar el diseño de experimentos y a explicar sus resultados. WIEN2k también puede analizar las energías de los electrones en función de su momento angular intrínseco (el famoso *spin*), lo que permite evaluar diversas propiedades magnéticas en, por ejemplo, los metales de transición o los compuestos intermetálicos.

Como todo paquete de simulación, WIEN2k tiene sus limitaciones. La teoría de la densidad funcional utiliza aproximaciones para el potencial de intercambio-correlación que pueden afectar la exactitud de los cálculos. WIEN2k permite elegir entre una aproximación más rudimentaria y simple, llamada LSDA (aproximación por densidad de *spin* local, por sus siglas en inglés), y tres variantes de GGA (aproximación por gradientes generalizados), que representan otras tantas correcciones de primer orden a LSDA. Estas aproximaciones tienen la desventaja de generar errores en el cálculo de energías tales como, por ejemplo, subestimaciones en el tamaño de la región prohibida en semiconductores. Además, el número de cálculos que se deben realizar para alcanzar la autoconsistencia crece desproporcionadamente con el número de átomos y orbitales, por lo que puede requerirse mucho tiempo para evaluar sistemas formados por más de 10 átomos en cada celda unitaria.

Estas desventajas se deben contrastar con las ventajas. A pesar de los errores inherentes a las aproximaciones LSDA y GGA, los resultados que se obtienen son a

menudo bastante buenos y explican la enorme cantidad de artículos científicos que se han publicado gracias a WIEN2k. Los sistemas con alto grado de simetría pueden analizarse en tiempos espectacularmente breves y se obtienen resultados que se pueden interpretar fácilmente, como los que se muestran para el silicio en las figuras anexas. Algunas utilerías generan estimaciones teóricas de los espectros infrarrojos o de espectroscopía electrónica que se pueden comparar con los datos experimentales. Una vez instalado, el paquete WIEN2k es muy amigable con el usuario y su operación se puede aprender en cuestión de días, si no es que de horas. Finalmente, el precio de la licencia de WIEN2k es razonablemente bajo en relación a sus beneficios, por lo que ya son cientos los centros de investigación en el mundo que lo utilizan cotidianamente.

Referencias

- Hohenberg, P.; Kohn, W. "Inhomogeneous Electron Gas". *Physical Review* 136, 3B (1964) 864-870.
- Kohn, W.; Sham, L. J. "Self-Consistent Equations Including Exchange and Correlation Effects". *Physical Review* 140, 4A (1965) 1133-1138.
- Blaaha, P.; Schwarz, K.; Sorantin, P.; Trickey, S.B. "Full-Potential, Linearized Augmented Plane Wave Programs for Crystalline Systems". *Computer Physics Communications* 59, 399 (1990), 399-415.
- Blaaha, P.; Schwarz, K.; Madsen, G.K.H.; Kvasnicka, D.; Luitz, J. *WIEN2k, An Augmented Plane Wave + Local Orbitals Program for Calculating Crystal Properties*. Techn. Universität Wien, Austria, 2001. ISBN 3-9501031-1-2.

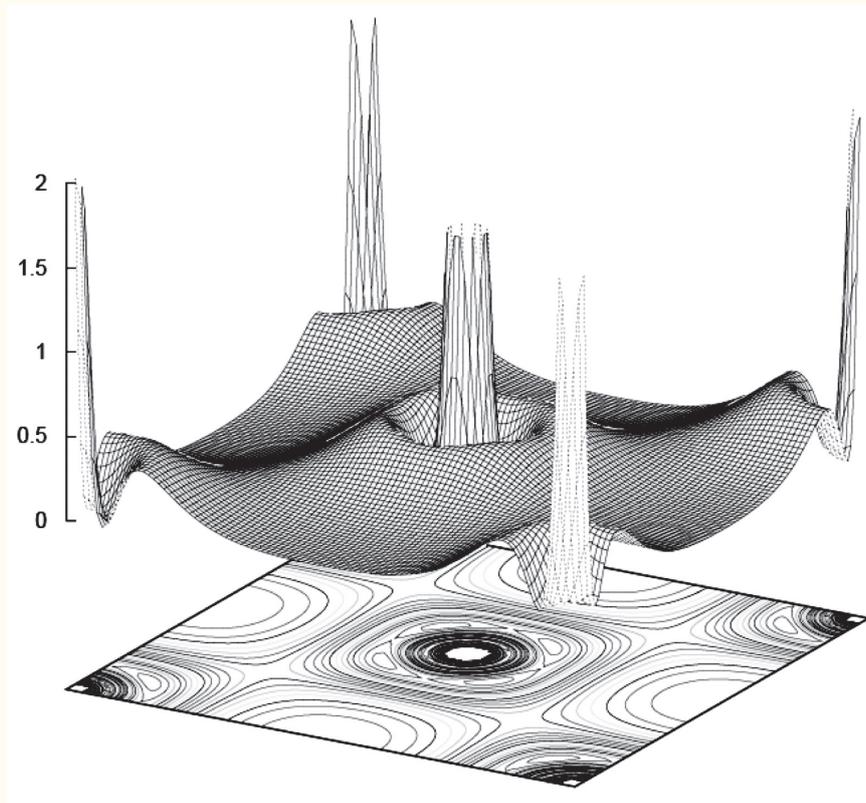


Figura 1. Densidad de carga electrónica sobre una cara de la celda unitaria del silicio. Los picos muestran la ubicación de los átomos sobre la cara (100).

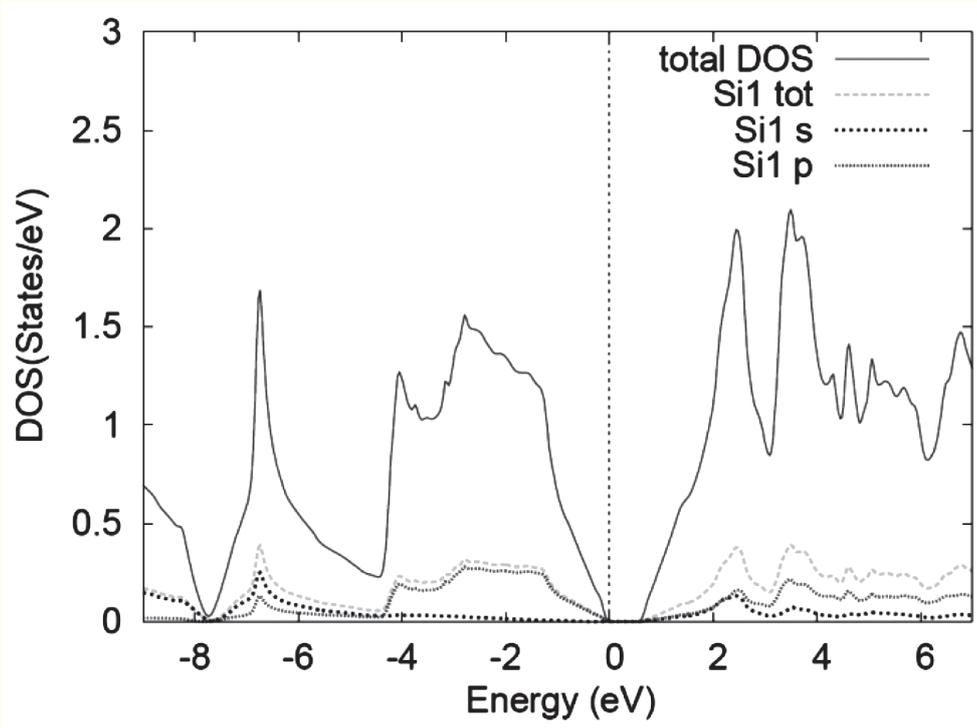


Figura 2. Estructura de bandas del silicio que muestran los niveles de energía como función del vector de onda. W, L, Λ , Γ , etc., representan puntos de especial interés en el espacio recíproco. E_F representa el nivel de Fermi, al que en esta gráfica se le asigna el nivel de referencia 0.0 eV. Nótese el $\gamma\alpha\pi$ indirecto del silicio.

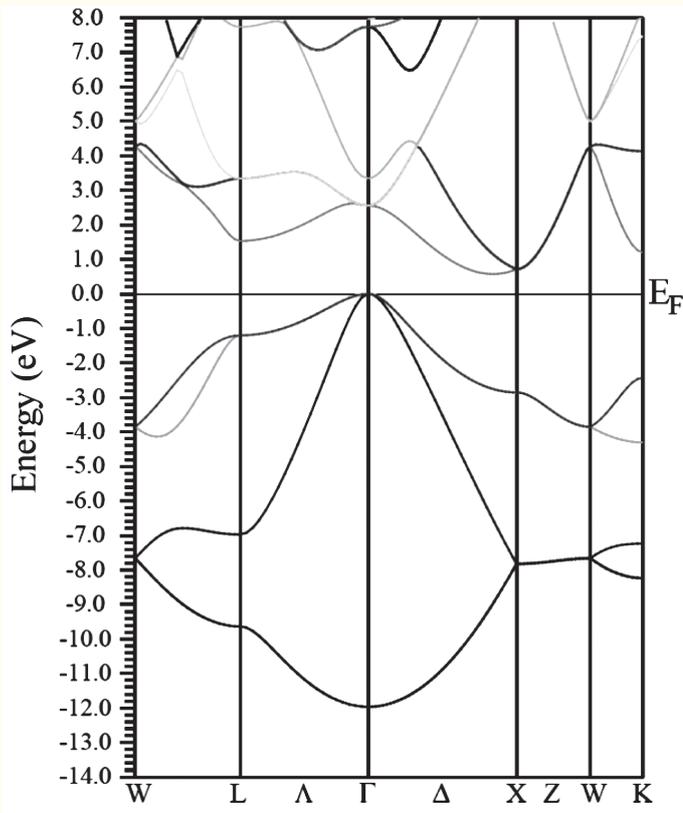


Figura 3. Densidad de estados electrónicos del silicio (en inglés, DOS o *density of states*) como función de la energía. En esta gráfica 0 eV representan el nivel de Fermi.

Heating Directions
Microwave: Empty La Costeña Refried Pinto Beans into a microwave-safe container. Cover. Heat 1-2 minutes. Stir and serve.
Conventional: Empty La Costeña Refried Pinto Beans into a saucepan. Heat to simmer.

Cómo Calentar
Microondas: Vacíe los Frijoles Bayos Refritos La Costeña en un recipiente adecuado para microondas. Cubra. Caliente a fuego medio por 1 a 2 minutos. Revuelva y sirva.
Convencional: Vacíe los Frijoles Bayos Refritos La Costeña en un sartén. Caliente a fuego lento y sirva.

INGREDIENTS: WATER, PINTO BEANS, SALT, LARD, JALAPENO, GARLIC, ONIONS, SPICES.
INGREDIENTES: AGUA, FRIJOL, CEBOLLA, SAL, MANTECA, ESPECIAS.
DISTRIBUTED BY/DISTRIBUIDO POR: VILLORE FOODS COMPANY
ONCE OPENED, PLACE CONTAINER IN REFRIGERATOR. UNA VEZ ABIERTO, GUARDE EL RECIPIENTE EN LA nevera.

El comité Editorial y todos los participantes en la publicación de la Revista +Ciencia, agradecemos sinceramente el apoyo brindado por el Ingeniero Juan Carlos Lopez Abad, egresado de nuestra querida Facultad de Ingeniería.

Nutrition Facts/Datos de Nutrición
Serving Size/Porción 1/2 cup/1/2 taza (121 g)
Servings Per Container About/Porciones por Envase Aprox. 5

*Percent Daily Values (DV) are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs.
*Los porcentajes de Valor Diario (VD) están basados en una dieta de 2,000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas:

Amount Per Serving/Cantidad por Porción
Calories/Calorías 70
Calories from Fat/Calorías de Grasa 70

% Daily Value*% Valor Diario*
Total Fat/Grasa Total 8g 12%
Saturated Fat/Grasa Saturada 1.5g 7%
Trans Fat/Grasa Trans 0g 0%
Cholesterol/Colesterol 0mg 0%
Sodium/Sodio 400mg 20%
Total Carbohydrate/Carbohidrato Total 13g 4%
Dietary Fiber/Fibra Dietética 5g 20%
Sugars/Azúcares 0g

Protein/Proteínas 5g
Vitamin A/Vitamina A 0% • Vitamin C/Vitamina C 0%
Calcium/Calcio 4% • Iron/Hierro 8%

Total Fat/Grasa Total 8g 12%
Saturated Fat/Grasa Saturada 1.5g 7%
Trans Fat/Grasa Trans 0g 0%
Cholesterol/Colesterol 0mg 0%
Sodium/Sodio 400mg 20%
Total Carbohydrate/Carbohidrato Total 13g 4%
Dietary Fiber/Fibra Dietética 5g 20%
Sugars/Azúcares 0g

Protein/Proteínas 5g
Vitamin A/Vitamina A 0% • Vitamin C/Vitamina C 0%
Calcium/Calcio 4% • Iron/Hierro 8%

Protein/Proteínas 5g
Vitamin A/Vitamina A 0% • Vitamin C/Vitamina C 0%
Calcium/Calcio 4% • Iron/Hierro 8%

Protein/Proteínas 5g
Vitamin A/Vitamina A 0% • Vitamin C/Vitamina C 0%
Calcium/Calcio 4% • Iron/Hierro 8%

Protein/Proteínas 5g
Vitamin A/Vitamina A 0% • Vitamin C/Vitamina C 0%
Calcium/Calcio 4% • Iron/Hierro 8%

Protein/Proteínas 5g
Vitamin A/Vitamina A 0% • Vitamin C/Vitamina C 0%
Calcium/Calcio 4% • Iron/Hierro 8%

Protein/Proteínas 5g
Vitamin A/Vitamina A 0% • Vitamin C/Vitamina C 0%
Calcium/Calcio 4% • Iron/Hierro 8%

Protein/Proteínas 5g
Vitamin A/Vitamina A 0% • Vitamin C/Vitamina C 0%
Calcium/Calcio 4% • Iron/Hierro 8%

Protein/Proteínas 5g
Vitamin A/Vitamina A 0% • Vitamin C/Vitamina C 0%
Calcium/Calcio 4% • Iron/Hierro 8%

Protein/Proteínas 5g
Vitamin A/Vitamina A 0% • Vitamin C/Vitamina C 0%
Calcium/Calcio 4% • Iron/Hierro 8%

Protein/Proteínas 5g
Vitamin A/Vitamina A 0% • Vitamin C/Vitamina C 0%
Calcium/Calcio 4% • Iron/Hierro 8%

Protein/Proteínas 5g
Vitamin A/Vitamina A 0% • Vitamin C/Vitamina C 0%
Calcium/Calcio 4% • Iron/Hierro 8%

Protein/Proteínas 5g
Vitamin A/Vitamina A 0% • Vitamin C/Vitamina C 0%
Calcium/Calcio 4% • Iron/Hierro 8%

Protein/Proteínas 5g
Vitamin A/Vitamina A 0% • Vitamin C/Vitamina C 0%
Calcium/Calcio 4% • Iron/Hierro 8%

Hazlo tú mismo

Calentador solar

Pablo Vidal García

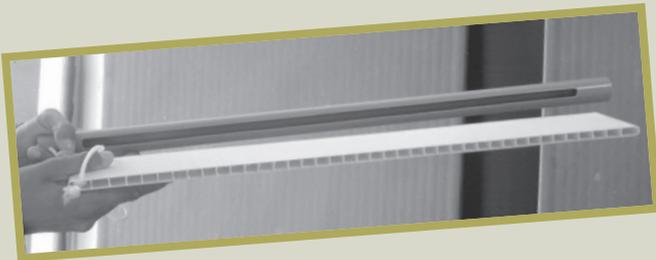
ALUMNO DE TERCER SEMESTRE DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

Para mucha gente, uno de los mayores placeres es darse un buen baño con agua caliente, sin embargo, la felicidad se puede acabar al recibir el recibo de la cuenta del gas.

Por fortuna, desde hace algunos años se han estado explorando las energías alternativas para sustituir a las convencionales, y ahora podemos poner manos a la obra y construir nuestro propio calentador de agua solar, que resulta mucho más económico y divertido que comprar uno.

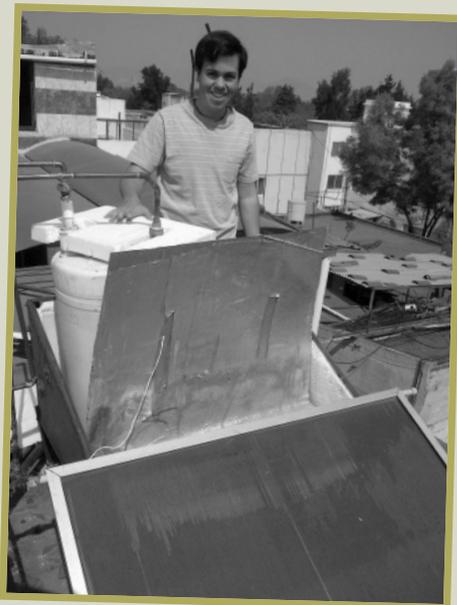
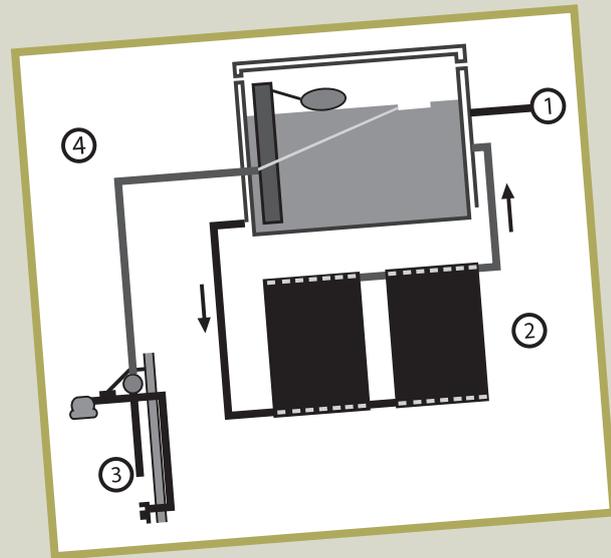
1. Los materiales:

- Tanque para almacenar agua con salida y entrada.
- Lámina transparente de cielo raso de PVC (las que tienen pequeños canales por dentro, utilizados como tragaluces).
- Dos tubos de CPVC para alta temperatura de media pulgada, de 20 cm más de largo que las láminas de PVC.
- Dos tapones de media pulgada para los tubos de CPVC.
- Pegamento para CPVC.
- Pintura negra.



2. El ensamble:

- Cortamos una ranura del ancho de la lámina de PVC a lo largo de los tubos de CPVC, dejando 10 cm sin cortar en cada extremo.
- Insertamos los extremos con los canales abiertos de lámina en los tubos de CPVC y los pegamos y sellamos.
- En un lado de cada tubo pegamos los tapones y por el otro lado entrará y saldrá el agua.
- Pintamos la lámina de color negro para que absorba más calor.
- Las colocamos con un ángulo de entre 30 y 45 grados.
- Ahora debemos hacer las conexiones entre nuestro calentador (la lámina y los tubos) y el tanque de agua. Se puede hacer con CPVC, con tubo de cobre o con cualquier otra tubería adecuada, lo importante es que el agua fría entre por abajo y que la caliente salga por arriba.
- Por último, conectamos el tanque a las tuberías de la casa.



3. ¿Cómo funciona?

El agua caliente pasa del tinaco a nuestro tanque y al calentador, el sol pega en la lámina y calienta el agua para alcanzar temperaturas de hasta 43°C. El agua regresa al tanque y se almacena ahí hasta el momento de usarla. Si se enfría, por la diferencia de densidades entre el agua caliente y fría, vuelve a ir hacia abajo y entra al calentador de nuevo.

Eso es todo, ya tienes tu calentador solar. Si quieres aumentar la eficiencia, solamente agrega más paneles y si el agua no es lo suficientemente caliente para ti, puedes usarlo como un precalentador e instalarlo antes del calentador de gas convencional para que éste no trabaje tanto.

Referencias

- (2008). Manual de instrucción y montaje experimental del CSBC (3a ed), Sao Paulo, SoSol – Sociedade do Sol.
- Flores Lara, V.; Hernández Corona, F.; Gutiérrez Ávila, J. Comportamiento térmico de sistemas solares con captador a base de policarbonato. Perusolar.org. Recuperado en junio de 2014, de http://perusolar.org/17-spes-ponencias/02-ConversionTermica/FloresLaraVicente/Flores_Lara_Vicente.pdf

El editor y el autor se han esforzado en garantizar la seguridad del experimento y actividades presentadas en esta sección cuando se realiza en forma indicada, pero no asumen responsabilidad alguna por daños causados o provocados al llevar a cabo cualquier experimento de esta publicación.



¡Maquinízate!

O MEJOR DICHO...
¡DRUPALÍZATE!

Omar Pérez Miranda

INGENIERO EN SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

PROFESOR DE REDES Y TELECOMUNICACIONES

DRUPAL, SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTENIDO PARA EL SITIO WEB DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

TIPO DE LICENCIA: GNU General Public License

VERSIÓN DEL NÚCLEO: 7.28

REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA:

ESPACIO MÍNIMO EN DISCO: 60 MB (sin considerar bases de datos, archivos multimedia y respaldos)

Servidor web: Apache, Nginx, Microsoft IIS, Lighttpd, Cherokee

Base de datos: MySQL 5.0.15 o superior, PostgreSQL 8.3 o superior, SQLite 3.3.7 o superior, MongoDB, Microsoft SQL Server

PHP: PHP 5.2.5 o superior

UBICACIÓN: Site edificio CAIDE, Universidad Anáhuac México Norte

¿QUÉ ES DRUPAL?

Drupal es un sistema de gestión de contenido de código abierto (*Open Source Content Management System*), que permite administrar los contenidos de un sitio web, páginas, videos, audio, usuarios, etcétera.

El nombre Drupal es una representación en inglés de la palabra holandesa “druppel”, que significa “soltar” (como una gota de agua). Originalmente fue utilizado por Dries Buytaert para un foro de discusión en internet, hasta que en el 2001 se convirtió en un proyecto de código abierto, y cientos de desarrolladores comenzaron a aportar mejoras al proyecto. El sistema está escrito en PHP (Hypertext Preprocessor) y es usado por al menos el 2.1% de todos los sitios web en el mundo, ya sean blogs, wikis, sitios de corporaciones, política, educación, gobierno y negocios.

¿CÓMO SE MANTENÍA UN SITIO WEB ANTERIORMENTE?

Anteriormente, los sitios web tenían que desarrollarse página por página, elaborando prácticamente desde cero cada uno de los archivos (HTML, CSS, Js, PHP) y utilizando editores de texto o frameworks de desarrollo web, en el mejor de los casos.

Con la implementación de Drupal existe la capacidad de crear contenido, editarlo y colaborar desde el mismo sitio web incluso por diferentes usuarios, simultáneamente.

MÓDULOS

Los módulos sirven para extender la funcionalidad del núcleo de Drupal. Existen miles de módulos opcionales que se pueden descargar y habilitar. También se pueden programar sus propios módulos, ya sea para generar reportes, montar una tienda en línea, agendar citas, manipular de imágenes, dar seguimiento de visitas al sitio, hacer respaldos, realizar migraciones, etcétera.

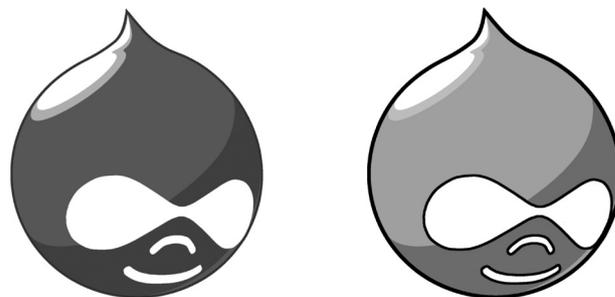
TEMAS

Se refieren básicamente a las apariencias que se le pueden modificar a una instalación de Drupal para cambiar la forma en que el sitio web es presentado a los visitantes. También es posible desarrollar nuestros propios temas o modificar los cientos de temas disponibles en la página oficial de Drupal.

Referencias:

<https://www.drupal.org/>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Drupal>



Logotipo de Drupal en color original (izquierda) y modificado (derecha).

Lourdes González Aranzábal

ALUMNA DEL TERCER
SEMESTRE DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

CAPTURANDO MOMENTOS

Las imágenes fotográficas se han convertido en una parte muy importante de nuestras vidas. Sirven para recordar tanto celebraciones importantes y catástrofes, y como elementos publicitarios y recuerdos. Todo esto, gracias a las cámaras fotográficas.

CÓMO FUNCIONAN LAS CÁMARAS FOTOGRÁFICAS

Aunque en casi cada hogar hay al menos una cámara fotográfica, pocos nos hemos detenido a pensar cómo funciona. Simplemente apuntamos, enfocamos y presionamos un botón. Cuando se enfoca una imagen con la cámara, la luz que refleja esa imagen entra por la lente en forma invertida y plasma un dibujo invertido en la película, al fondo de la cámara. Al llevar la fotografía a revelar, la película es sumergida en una solución química y aparece una imagen en negativo, a partir de la cual se imprimen las fotografías.

LA PRIMER CÁMARA

La “cámara oscura” era una habitación oscura con un agujero en una de las paredes; en la pared opuesta se veía reflejado de cabeza lo que había al otro lado de la pequeña mi-

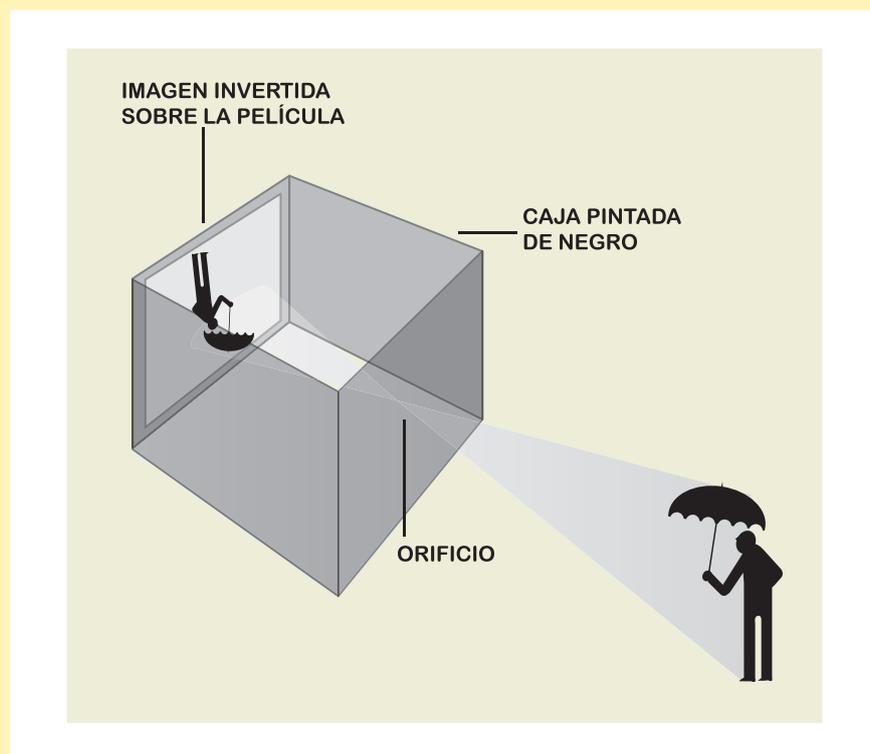


Figura 1. Imagen fotográfica.

rilla. Fue un instrumento de trabajo popular entre los artistas del siglo XVIII, quienes la utilizaban para calcar muchos de sus dibujos. La calidad de la imagen dependía de la habilidad del pintor, pues la cámara reproducía con exactitud las escenas, pero no eran reproducciones permanentes.

LAS PRIMERAS FOTOGRAFÍAS

Alrededor de 1700, Johann Heinrich Schulze descubrió que las sales de plata se oscurecen con la luz solar. Gracias a su descubrimiento, se conocieron las herramientas necesarias para obtener una imagen permanente. Tiempo después, Joseph Niépce utilizó el descubrimiento

de Schulze para hacer experimentos. Dentro de una “cámara oscura” colocó un papel previamente cubierto con sulfatos de plata, por medio de lo cual logró obtener imágenes con los claros y oscuros invertidos (en negativo). A base de prueba y error, logró entender cómo funcionaba su invento; posteriormente, las imágenes que tenían colores invertidos fueron utilizadas como prefotografías (o negativos) que daban lugar a las verdaderas fotografías, al hacerlas pasar por el proceso que hoy en día conocemos como foto-revelado. La primera fotografía fue tomada utilizando una cámara hecha de madera fabricada por Charles y Jacques Louis Vicent Chevalier, en París.

LA EVOLUCIÓN DE LAS CÁMARAS FOTOGRÁFICAS

La primera cámara suficientemente pequeña como para considerarse portátil fue construida por Johann Zahn, en 1865.

En el siglo XIX se diseñaron muchos tipos de cámaras fotográficas. Entre ellas, estaban las cámaras aptas para obtener fotografías estereoscópicas, cuyos pares estereoscópicos finalmente se tenían que mirar con un visor apropiado para poder visualizar su efecto tridimensional o de relieve; esta idea fue inspirada en la visión humana. Otras cámaras diferentes eran algunas cámaras de estudio de la época en que se popularizaron los retratos en formato de tarjeta de visita (entre los años 1860 y 1880). Esas cámaras podían tener cuatro o más objetivos para obtener varios retratos en un

mismo negativo de vidrio. De esa manera, el positivado (por contacto) era más rápido, pues en una sola hoja de papel se obtenían los retratos realizados, que sólo debían ser cortados y montados en diferentes tarjetas individuales.

Al paso del tiempo se fueron mejorando las cualidades de las cá-

maras, como su peso, su tamaño, su enfoque y su uso, hasta crear las cámaras instantáneas (Polaroid), las cámaras de 35 mm (desechables), las cámaras digitales y las cámaras profesionales réflex (SLR –Single Lens Reflex), hasta el modelo más reciente de cámaras digitales resistentes al agua.



Figura 2. Diferentes tipos de cámara fotográficas. Cortesía: <http://www.freeimages.com/>

REFERENCIAS

- <http://tecnologia-camarafotografica.blogspot.mx>
- Documental “Maravillas Modernas” de The History Channel. <http://www.youtube.com/watch?v=JA5tcwNmfgY>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Johann_Heinrich_Schulze
- http://es.wikipedia.org/wiki/Joseph_Nicéphore_Niépce
- http://es.wikipedia.org/wiki/Cámara_fotográfica

integrando ingeniería

Ingeniero
proconservacionista

Diego Lanzagorta Zepeda

ALUMNO DEL TERCER SEMESTRE DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



Puesta de sol en el área natural protegida, con siluetas de cardones y de biznagas.



Pelícano a media noche.

Los proyectos sobre la conservación de especies en México están cada vez más presentes y a mí me tocó ser parte de uno de ellos en un viaje de una semana en pro de la conservación de la ballena azul, fotografiando al que es el animal más grande del mundo.

Nuestro barco zarpó desde la pequeña ciudad de La Paz, Baja California. Yo estaba rodeado de fotógrafos de gran prestigio y reconocidos en revistas como la mismísima *National Geographic*, así que me sentía un poco desconcertado por mi falta de experiencia; aunque solía velear, ir con una cámara a perderse por el mundo era nuevo para mí.

El barco partió y la señal del celular se fue perdiendo poco a poco, hasta que ya no hubo más fotos en snapchat ni tweets. En esa semana nos separamos de la tecnología para adentrarnos en un mundo que los expertos del viaje llaman “la vida silvestre”; ese lugar donde los moscos no tienen nada más que hacer que molestar a los visitantes.

Pasaban los días y la ballena no aparecía, pero la vida silvestre dejaba que sus habitantes nos dieran espectácu-

los constantes: delfines brincando, lobos marinos cazando, pájaros robando comida...

También en esa semana sin mucha comunicación con el resto del mundo tienes para reflexionar: pensaba en todas las cosas que la ingeniería utiliza y que están relacionadas con la vida silvestre. Comentaban en el viaje que los delfines fueron el modelo para la creación de las aletas, las mantarrayas para las quillas de dirección de los veleros, y las ballenas para el sistema de compresión de los submarinos.

Finalmente, el anfitrión de dicho evento hizo su aparición, y tras seguirlo cinco horas, pudimos lograr las tomas deseadas. Lo más increíble era que los conocedores de las ballenas podían predecir exactamente en donde iba a salir la ballena y cuantos respiros realizaría antes de sumergirse otra vez. Entonces, decidí conocer



León marino en su hora de descanso.



Ballenas jorobadas dándonos la bienvenida.

la tecnología que llevaban: se trataba de un *tracking device*, un aparato en el que se registraba el “ánimo de la ballena” —así le llaman a los lapsos de respiros que realiza la ballena— y el dispositivo se encargaba de mostrar, con margen de error de 30 metros, dónde saldría nuevamente la ballena.

Fuimos a Isla Catalina, área natural protegida, en donde nos quedamos a dormir bajo las estrellas, y en donde pudimos apreciar constelaciones, estrellas fugaces y la Vía Láctea. En esta hermosa isla se mantiene el equilibrio del ecosistema, así que no llevamos comida, para no alterarlo nosotros.

De regreso, después de una semana de estar bajo el sol, y sufriendo las quemaduras, presenciamos un evento al que considero el más gratificante de todo el viaje y a través del cual pudimos apreciar la gran biodiversidad



Delfín jugando con la lancha.



Paz en el agua del Golfo de California.



Mantarraya brincando.

que tiene nuestro país: una ballena jorobada enseñando a su pequeña cría a brincar y a un par de ballenas en danza de cortejo. Sigue siendo un misterio para la ciencia cómo las ballenas realizan este ritual y dónde tienen a sus crías, y resulta que al inexperto como yo, ¡le tocó presenciar uno de los misterios más grandes de las ballenas!

Con esta experiencia me di cuenta de lo importante que es trabajar para conservar estas áreas y de esta manera salvaguardar la maravillosa biodiversidad mexicana, que a fin de cuentas es nuestra y sólo nosotros podemos conservarla. Es por eso que considero que la ciencia y la tecnología deben de estar enfocadas en la promoción y preservación de todas estas especies que han inspirado al hombre en el desarrollo de nuevos descubrimientos y tecnologías.

¿Tienes alguna
empresa o
actividad en el
ramo ingenieril
y te interesa
anunciarte?

¿Quieres suscribirte a la revista *+Ciencia* por un año?

Contáctanos en:

<http://ingenieria.anahuac.mx>

masciencia@anahuac.mx

 [/mascienciaanahuac](https://www.facebook.com/mascienciaanahuac)

 [@Mas_CienciaMx](https://twitter.com/Mas_CienciaMx)

FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMAS DE POSGRADO

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Anáhuac ofrece los siguientes programas de Especialidad, Maestría y Doctorado:

Programas semestrales

- Doctorado en Ingeniería Industrial
Inicio: 11 de agosto de 2014 y enero de 2015
- Maestría en Ingeniería Industrial
Inicio: 11 de agosto de 2014 y enero de 2015
- Maestría en Inteligencia Analítica
Inicio: 11 de agosto de 2014 y enero de 2015
- Maestría en Logística
Inicio: 11 de agosto de 2014 y enero de 2015
- Maestría en Tecnologías de Información-*Business Intelligence*
Inicio: 11 de agosto de 2014 y enero de 2015
- Especialidad en Minería de Datos
Inicio: 11 de agosto de 2014 y enero de 2015
- Especialidad en Planeación Estratégica
Inicio: 11 de agosto de 2014 y enero de 2015
- Especialidad en Planeación Logística
Inicio: 11 de agosto de 2014 y enero de 2015
- Especialidad en Gestión Informática
Inicio: 11 de agosto de 2014 y enero de 2015

Facultad de
Ingeniería

CADIT
CENTRO DE ALTA DIRECCIÓN EN
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Somos líderes con valores

Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la Secretaría de Educación Pública por Decreto Presidencial publicado en el *D.O.F.* el 26 de noviembre de 1982.



Programas trimestrales

- Maestría en Ingeniería de Gestión Empresarial
Inicio: octubre de 2014
NUEVA
- Maestría en Tecnologías para el Desarrollo Sustentable
Inicio: octubre de 2014
NUEVA
- Especialidad en Desarrollo Sustentable
Inicio: octubre de 2014

Informes:

Centro de Atención de Posgrado y Extensión
Tels.: (55) 5627.0210 exts. 7100, 7161 y 7190 y
(55) 5328.8087
posgrado@anahuac.mx
anahuac.mx/posgrado

Av. Universidad Anáhuac 46, col. Lomas Anáhuac,
Huixquilucan, Estado de México, C.P. 52786

Somos Anáhuac

50
años
Universidad
Anáhuac

Somos líderes

comprometidos con los demás



Líderes de Acción Positiva