



# REVISTA + CIENCIA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Año 7, N.º 20, Mayo-Agosto 2019

## FABRICACIÓN DE BIOMATERIALES COMPUESTOS PARA SU APLICACIÓN COMO IMPLANTE ÓSEO

José Rafael Alanís Gómez

## PRONÓSTICO DE ACCIDENTES DEBIDO A INCENDIOS Y EXPLOSIONES EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE COMBUSTIBLES

Ing. Julio Ariel Dueñas Santana  
Dr. Jesús Luis Orozco

## DESARROLLO HISTÓRICO DE LOS MÉTODOS ANESTÉSICOS MODERNOS

Santiago Rivera Harari

Tu hoy y mis años después • A la medida del rey • El Cascajo: recuperación de hábitats naturales • Rehabilitación al alcance de tu mano • Campana de flujo laminar • Bocinas caseras para tu celular • El plástico reciclado: eficiente como material de construcción • Un *podcast* para actualizarte en lo último de la ciencia • Termo-purificador orgánico  
Captain Marvel: la pila inalámbrica humana





**Anáhuac**  
México

# EXÁMENES DE ADMISIÓN

## CADA 15 DÍAS

PARA **INGRESO**  
EN **AGOSTO**  
DE **2019**

### CAMPUS NORTE

13 y 14 de junio  
27 y 28 de junio  
11 y 12 de julio  
25 y 26 de julio

La fecha límite para entregar  
tus documentos es una semana  
antes del examen.

### CAMPUS SUR

11 y 12 de junio  
2 y 3 de julio  
23 y 24 de julio



CONOCE  
NUESTROS  
PLANES  
DE ESTUDIO

#### Campus Norte

Tel.: (55) 53 28 80 12  
LADA sin costo: 01 800 U ANAHUAC  
(8 2 6 2 4 8 2 2)  
preuniversitarios.norte@anahuac.mx

#### Campus Sur

Tel.: (55) 56 28 88 00  
LADA sin costo: 01 800 U ANAHUAC  
(8 2 6 2 4 8 2 2)  
preuniversitarios.sur@anahuac.mx

[anahuac.mx/mexico](http://anahuac.mx/mexico)

**GRANDES LÍDERES  
Y MEJORES PERSONAS**

## UNIVERSIDAD ANÁHUAC MÉXICO NORTE

### RECTOR

Dr. Cipriano Sánchez García, L.C.

### VICERRECTORES ACADÉMICOS

Dra. Sonia Barnetche Frías

Mtro. Jorge Miguel Fabre Mendoza

### DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Mtro. Pedro Guillermo Híjar Fernández

### DIRECTOR DE COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL

Mtro. Abelardo Somuano Rojas

### COORDINADORA GENERAL DE PUBLICACIONES

Mtra. Alma E. Cázares Ruiz

## UNIVERSIDAD ANÁHUAC QUERÉTARO

### RECTOR

Mtro. Luis Eduardo Alverde Montemayor

### VICERECTOR ACADÉMICO

Mtro. Jaime Durán Lomelí

### DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA

Mtro. Baruch Alberto Barrera Zurita



## Revista de la Facultad de Ingeniería

Año 7, N.º 20, Mayo-Agosto 2019

### DIRECTORA EDITORIAL

Dra. María Elena Sánchez Vergara

### COORDINACIÓN EDITORIAL

Dra. María Elena Sánchez Vergara

### ASESOR Y REVISOR DE CONTENIDO

P. Sergio Salcido Valle, L.C.

### COMITÉ EDITORIAL

Mtro. Pedro Guillermo Híjar Fernández

*Director de la Facultad de Ingeniería*

Dra. María Elena Sánchez Vergara

*Coordinadora del Centro  
de Innovación Tecnológica*

Santiago Rivera Harari

*Alumno de Ingeniería Industrial*

Karen Fernanda González Reyes

Michelle Elizabeth Silva Romero

*Alumnas de Ingeniería Ambiental*

Luis Ángel Vázquez Gutiérrez

*Alumno de Ingeniería Civil*

Ana Sofía Soto Aguilera

Alina Vásquez Salinas

*Alumna de Ingeniería Química*

Valery Eloísa García Santamaría

Diego Alejandro Fuentes González

*Alumnos de Ingeniería Biomédica*

### CONCEPTO, DISEÑO EDITORIAL Y CUIDADO DE EDICIÓN

Arte Stampa S.A. de C.V.

### FOTOGRAFÍA DE PORTADA

Arte Stampa S.A. de C.V.

### Suscripciones

[masciencia@anahuac.mx](mailto:masciencia@anahuac.mx)

+Ciencia. Revista de la Facultad de Ingeniería, año 7, n.º 20, mayo-agosto 2019, es una publicación cuatrimestral editada por Investigaciones y Estudios Superiores, S.C. (conocida como Universidad Anáhuac México), a través de la Facultad de Ingeniería. Avenida Universidad Anáhuac 46, colonia Lomas Anáhuac, Huixquilucan, Estado de México, C.P. 52786. Tel. 5627.0210. Editor responsable: María Elena Sánchez Vergara. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2013-061910443400-102, ISSN: 2007-6614. Título de Licitud y Contenido: 15965, otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. 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. Impresa en los talleres de Offset Santiago, S.A. de C.V., Salvador Velasco 102, Manzana 4, Lotes 2-3, Parque Industrial Exportec 1, C.P. 50200, Toluca de Lerdo, Edomex, este número se terminó de imprimir en agosto de 2019 con un tiraje de 500 ejemplares.



# LA COORDENADA

## (0,0)

ESTE NÚMERO 20 DE +CIENCIA llena de felicidad y entusiasmo al comité editorial, pues es el séptimo año que consecutivamente compartimos con ustedes información y noticias sobre ciencia y tecnología. Estamos agradecidos con nuestros lectores y con el equipo de trabajo por su apoyo y dedicación, por lo que queremos celebrarlo con este número que es el último en el presente formato.

Para esta nueva edición de +Ciencia, contamos con un gran contenido que abarca gustos variados. En la sección “¿Sabías que...?”, los ingenieros industriales Roberto Manuel Arenas Arenas y Juan Carlos Cámara nos hablan de algunas novedades y curiosidades del espacio, como la nueva tecnología de las naves espaciales, la masa de Júpiter y el acelerador de partículas “chatarra”. En “Unos años después”, la ingeniera Giovanna Hernández Palomo nos platica sobre su experiencia laboral, después de lanzar al aire el birrete de graduación. Mientras que en la sección “Estilo tecnológico”, Armando Roy Pacheco Rojas tiene excelentes noticias para nuestros lectores, en especial para los ingenieros biomédicos y fanáticos de la medicina, pues da a conocer el novedoso prototipo de guante robótico para personas que sufrieron parálisis cerebral, el cual les ayuda a tener mayor y mejor movimiento en las manos; se trata verdaderamente de un magnífico artículo que los dejará fascinados. Por si esto fuera poco, en “iCiencia a todo lo que da!”, el Mtro. José Rafael Alanís Gómez, de nuestra aliada Universidad Anáhuac Querétaro, nos relata con lujo de detalles cómo los biomateriales compuestos pueden ser utilizados en implantes óseos, sobre todo para personas que padecen osteoporosis. Como cereza del pastel, nuestro miembro del comité editorial, Santiago Rivera Harari, en la sección “De la necesidad al invento”, nos relata la interesante historia y evolución de la anestesia, desde la época griega hasta nuestros días. ¡Estamos seguros que disfrutarán estas lecturas!

Para consentir a los ingenieros ambientales, a los amantes del planeta y de la ecología, y en conmemoración del Día de la Tierra, celebrado el pasado 22 de abril, publicamos tres interesantes artículos: el primero, incluido en “Ciencia por alumnos”, sin duda les va a interesar, pues Diego Alejandro Fuentes González aborda la construcción sustenta-

ble y cómo el plástico reciclado es una excelente opción. Adicionalmente, Alina Vásquez Salinas —también miembro del comité editorial— nos explica, en “1 idea = 1 cambio”, el increíble proyecto que llevó a cabo Marino Morikawa en El Cascajo, Perú. Este proyecto consistió en la limpieza y transformación del lago de su infancia, luego de estar en un estado crítico de contaminación. Finalmente, en la sección “Integrando ingeniería”, Mariana Gómez Gómez nos platica el desarrollo de su proyecto, basado en su brillante idea de crear un termo-purificador de agua con función 100% orgánica.

Pasando a otro tema, en la sección “¡Maquinízate!”, Geraldine Mejía Lagunas nos explica el funcionamiento de la campana de flujo laminar, la cual logra ambientes libres de contaminación. Este artículo, en efecto, será de interés para los ingenieros químicos y de alimentos. En nuestra sección honorífica “Ciencia en las fronteras”, tenemos el placer de presentar el interesante artículo del Ing. Julio Ariel Dueñas Santana y del Dr. Jesús Luis Orozco, pertenecientes al Departamento de Química de la Universidad de Matanzas, Cuba, quienes se enfocan en analizar la importancia de la prevención de accidentes en la industria de combustibles. No menos interesante resulta la sección “Utilízalo”, que cuenta con la participación de nuestro asesor, el Padre Sergio Salcido Valle, quien nos recomienda un curioso *podcast* llamado “A hombros de gigantes”, donde podrán enterarse de lo último en ciencia. Adicionalmente, en nuestra dinámica sección “¡Hazlo tú mismo!”, les compartimos una ingeniosa manera de hacer bocinas para su teléfono celular sin mucho presupuesto. Por último, pero no menos importante, en la sección “+geek”, José Guillermo Carillo Fernández seguirá alimentando nuestro fanatismo por el Universo Marvel con un fantástico análisis de Captain Marvel. Y, como de costumbre, los invitamos a participar en nuestros concursos del “Problema ConCiencia” y la “Trivia”, donde podrán ganar increíbles premios, recuerden ser de los primeros en contestar ¡porque se acaban! Esperamos que disfruten este nuevo número de +Ciencia que hemos producido pensando en ustedes.

Luis Ángel Vázquez Gutiérrez





# CONTENIDO

## 2 EDITORIAL

La coordenada (0,0)

*Luis Ángel Vázquez Gutiérrez*

## 4 EN CONTACTO CON LA FACULTAD

¿Sabías que...?

*Roberto Manuel Arenas*

*Juan Carlos Cámara*

## 6 CORRESPONDENCIA CIENTÍFICA

## 8 UNOS AÑOS DESPUÉS...

Tu hoy y mis años después

*Giovanna Hernández Palomo*

## 10 PROBLEMA CONCIENCIA

A la medida del rey

## 12 1 IDEA = 1 CAMBIO

El Cascajo: recuperación de hábitats naturales

*Alina Vásquez Salinas*

## 14 ESTILO TECNOLÓGICO

Rehabilitación al alcance de tu mano

*Armando Roy Pacheco Rojas*

## 16 CIENCIA A TODO LO QUE DA!

Fabricación de biomateriales compuestos para su aplicación como implante óseo

*José Rafael Alanís Gómez*

## 20 ¡MAQUINÍZATE!

Campana de flujo laminar

*Geraldine Mejía Lagunas*

## 22 CIENCIA EN LAS FRONTERAS

Pronóstico de accidentes debido a incendios y explosiones en una empresa comercializadora de combustibles

*Ing. Julio Ariel Dueñas Santana*

*Dr. Jesús Luis Orozco*

## 28 DE LA NECESIDAD AL INVENTO

Desarrollo histórico de los métodos anestésicos modernos

*Santiago Rivera Harari*

## 32 ¡HAZLO TÚ MISMO!

Bocinas caseras para tu celular

*Ignacio Fernández Fernández*

## 34 CIENCIA POR ALUMNOS

El plástico reciclado: eficiente como material de construcción

*Diego Alejandro Fuentes González*

## 36 UTILÍZALO

Un podcast para actualizarte en lo último de la ciencia

*Padre Sergio Salcido Valle*

## 37 ¡INTEGRANDO INGENIERÍA

Termo-purificador orgánico

*Mariana Gómez Gómez*

## 39 +GEEK

Captain Marvel: la pila inalámbrica humana

*José Guillermo Carillo Fernández*

## 42 TRIVIA

CONTÁCTANOS EN:

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

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

 [masciencia@anahuac.mx](mailto:masciencia@anahuac.mx)



Dr. Michio Kaku.

## Construyeron un **colisionador** de partículas fabricado con **200 kg** de chatarra

ROBERTO MANUEL ARENAS ARENAS  
Ingeniería Industrial, 6.º semestre.

Al popular físico y divulgador de ciencia Michio Kaku, le pidieron realizar un proyecto de ciencias en el instituto, entonces decidió construir un colisionador de partículas. Con 17 años, y para un trabajo de clase, fabricó un colisionador con 200 kg de chatarra, con el que lo-

gró crear un campo electromagnético 20,000 veces más potente que el de una persona. Por este hecho, comenzó a destacar pronto y llamó la atención de Edward Teller, el padre de la bomba de hidrógeno, quien le consiguió una beca para la Universidad de Harvard.

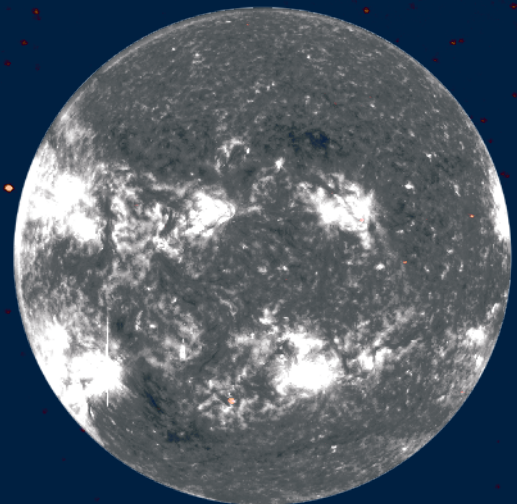
### Referencia

Paredes, L. (27 octubre de 2015) ¿Sabías que...? Curiosidades del mundo tecnológico y científico. Recuperado el 14 marzo de 2019, de: <https://www.fundaciontelefonica.com/2015/10/27/sabias-que-curiosidades-del-mundo->

## Júpiter solo tiene 0.1% de la masa total del sistema solar

JUAN CARLOS CÁMARA  
Ingeniería Industrial, 8.º semestre.

Júpiter, a pesar de que es el planeta más grande de nuestro sistema solar, solo tiene 0.1% de la masa total de este. El Sol contiene 99.86% del total de la masa del sistema solar, mientras que el restante 0.14% está repartido entre todos los planetas, satélites, asteroides y polvo. La masa de la Tierra, comparada con Júpiter, es de únicamente 0.00315 veces, es decir que Júpiter es 317.83 veces la masa de la Tierra, y nuestro planeta es 0.000003003 veces la masa del Sol, lo que equivale a que el Sol sea 332,946 masas terrestres.



Sol 99.86%

### Referencia

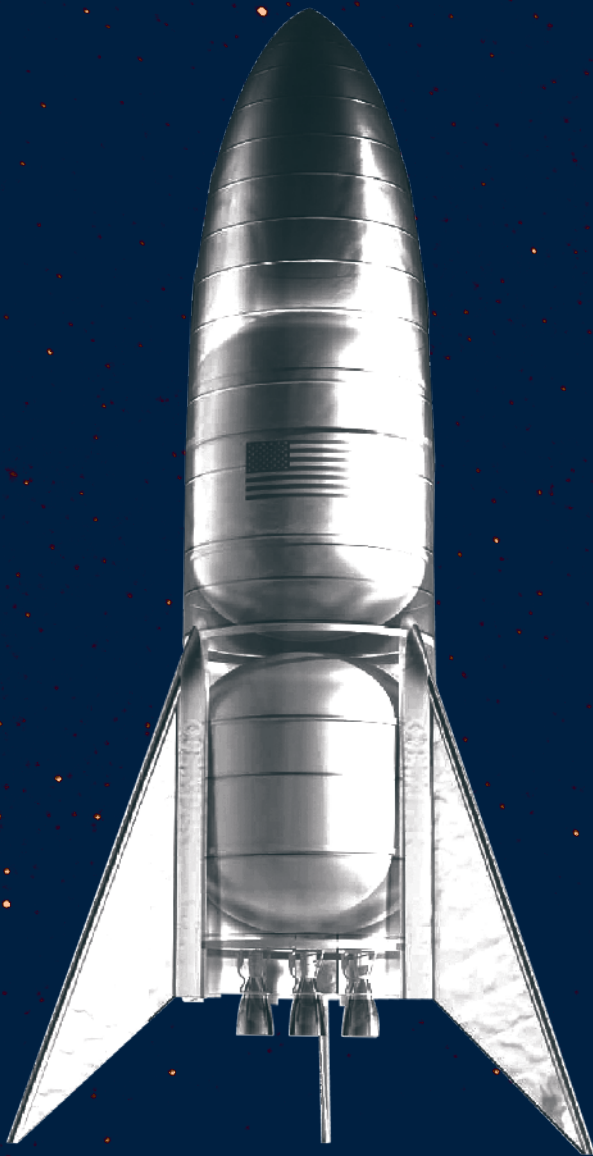
Astrum (2015). Our Solar System's Planets: Jupiter. [www.youtube.com/astrum](http://www.youtube.com/astrum). Obtenido de: <https://www.youtube.com/watch?v=aFnNCwTkYo8>





# Los ingenieros de SpaceX planean construir un cohete con acero inoxidable

JUAN CARLOS CÁMARA  
Ingeniería Industrial, 8.º semestre.



Prototipo a escala reducida de *Starship*, con el que se planea realizar excursiones y pruebas de vuelo cortas dentro de la atmósfera terrestre. En la imagen se observa el acabado que le da el acero inoxidable, el cual lo hace lucir como el sueño de los fanáticos de las películas de ciencia ficción.

Los ingenieros de SpaceX planean construir su cohete *Starship* con acero inoxidable y evitarán la fibra de carbono, la cual se había planeado utilizar inicialmente. *Starship* es el vehículo que SpaceX está diseñando con el objetivo de realizar viajes tripulados, de ida y regreso, a destinos tan distantes como Marte. Lo curioso es que el acero inoxidable dejó de usarse en aplicaciones aeroespaciales porque pesa mucho, es 2.5 veces más pesado que las aleaciones de aluminio, aproximadamente; además, no es 2.5 veces más resistente, y lo que se busca en un cohete es que los materiales tengan resistencia y, a la vez, sean ligeros. Sin embargo, SpaceX ha tomado la decisión de usar acero inoxidable por dos razones principales: el costo y la temperatura de operación del cohete.

*Starship* tendrá que resistir temperaturas extremas porque deberá permanecer en el espacio y luego reingresar a diferentes atmósferas (la Tierra y Marte), y es aquí donde el acero inoxidable brilla, pues puede operar a temperaturas alrededor de 850 °C sin perder propiedades mecánicas, en comparación con los muy limitados 180 °C a los que opera la fibra de carbono. No obstante, las temperaturas de reingreso son mayores que las temperaturas de fundición del acero, pero los ingenieros de SpaceX tienen una solución para esta situación: durante el reingreso a la atmósfera parte del combustible (metano) del cohete pasará por la superficie del mismo, lo que hará que este se enfríe por agujeros de manera semejante a como sudamos los humanos. Lo anterior hará que el acero no se funda cuando el vehículo reingrese a la atmósfera.

## Referencias

- Wall, M. (23 de enero de 2019) Why Elon Musk Turned to Stainless Steel for SpaceX's Starship Mars Rocket. Recuperado el 30 de abril, de: <https://www.space.com/43101-elon-musk-explains-stainless-steel-starship.html>
- Real Engineering (2019). Why SpaceX Built A Stainless Steel Starship. [www.youtube.com/realengineering](http://www.youtube.com/realengineering). Obtenido de: <https://www.youtube.com/watch?v=6AcE7hBhpYU&amp;t=2s>



## LAS FACULTADES DE INGENIERÍA DE LA ANÁHUAC MÉXICO Y QUERÉTARO SEGUIMOS UNIDAS EN ESTE PROYECTO EDITORIAL



Integrantes del equipo que participó en la carrera de vehículos todo terreno: Ilse Gómez, Jorge Guedea, Paola González, Bruno Guerrero, Fernando Valdez, Humberto Sosa, Juan Carlos Trejo, Paola Tachiquín, Natalia Pardo, Manuel Flores, Juan Padrón, Paul Ponce, Aarón Pastor, Germán Martínez, Juan José Yamasaki, Diego Borbón y Axel Arvizu; estudiantes de Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Mecánica para la Innovación y Diseño Industrial. En la fotografía, acompañan a los integrantes del equipo, el Mtro. Luis Alverde Montemayor, rector de la Universidad Anáhuac Querétaro; el Mtro. Baruch Alberto Barrera Zurita, director de la Escuela de Ingeniería del campus Querétaro, y el Mtro. Enrique Sosa Gutiérrez, rector de la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui.

### 1. COMPETENCIA BAJA

El pasado 5 de abril se llevó a cabo la quinta carrera de vehículos todo terreno en la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui. En esta carrera participaron universidades del estado de Querétaro, entre ellas la Universidad Anáhuac Querétaro, que obtuvo el primer lugar en la carrera de resistencia y el segundo en el puntaje total. En esta carrera se evalúa: diseño del vehículo, pruebas de freno, maniobrabilidad, seguridad y resistencia.



Luis Ángel Alemán Moraga, estudiante de Ingeniería Mecánica para la Innovación, piloto responsable de conseguir el primer lugar en la carrera de resistencia.





## 2. SEMANA DE INGENIERÍA 2019

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Anáhuac México realizó, como cada año, la importante Semana de Ingeniería, en la que se llevaron a cabo visitas industriales, talleres, conferencias y la presentación de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación, por parte de las comunidades estudiantil, académica y empresarial.



## 3. Talent Land® 2019

La semana del 22 al 26 de abril, un grupo de estudiantes de las Escuelas de Ingeniería, Finanzas, Administración de Empresas y Economía, asistieron al Jalisco Talent Land, un mega evento que se presenta en la ciudad de Guadalajara y que convoca a divulgadores de ciencia, innovadores y emprendedores de varios países, entusiastas del mundo *maker* y miles de personas. Los temas que abarca incluyen lenguajes de programación, inteligencia artificial, realidad virtual, robótica, internet de las cosas, *blockchain*, entre otros.



Javier Urrecha, estudiante de Ingeniería Mecatrónica, en compañía de José Luis Crespo (Quantum fracture), Martí (C de Ciencia) y Javier Santaolalla (Date un Voltio), famosos divulgadores de ciencia a través de sus canales de Youtube



Estudiantes de la Universidad Anáhuac Querétaro que asistieron al Talent Land, en compañía de Baruch Alberto Barrera Zurita, rector de la Escuela de Ingeniería y de Andrea Oviedo, maestra de la Escuela de Ingeniería.



Andrea Oviedo, maestra de la Escuela de Ingeniería, y Sofía Leaños, estudiante de Ingeniería Industrial, acompañadas del famoso youtuber Julio Alberto Ríos, más conocido como "Julio PROFE".



## TU HOY Y MIS AÑOS DESPUÉS

GIOVANNA HERNÁNDEZ PALOMO  
Ingeniería en Petróleo y Energías Renovables.  
Generación 2010-2014, campus Tampico.

¡Hola!, soy Giovanna. Les quiero compartir un poco de lo mucho que me ha sucedido tras salir de la universidad y enfrentarme al mundo real. Me gradué de IPER en el Instituto de Estudios Superiores de Tamaulipas en el 2014, que pertenece a la Red de Universidades Anáhuac, y actualmente estudio el sexto trimestre de la Maestría en Tecnologías para el Desarrollo Sustentable en la Universidad Anáhuac México, campus Norte.

No sé si a ustedes les ha pasado, pero cuando yo estaba en la universidad constantemente pensaba que ¡ya no podía más!, la carrera era muy difícil, estaba harta de proyectos interminables y de mis profesores, ansiaba desesperadamente salir para experimentar el mundo laboral. Finalmente, en el último año de la carrera, trabajé como becaria en una empresa del sector energético en Altamira, Tamaulipas, y cuando terminé tuve la fortuna de que







me invitaran a formar parte de su equipo. Unos meses después, una de las empresas accionistas de donde laboraba, me ofreció integrarme a su grupo de colaboradores para poner en marcha nuevos proyectos energéticos en el corporativo en la Ciudad de México. Y así comenzó esta aventura, en ese momento fue cuando surgieron los verdaderos retos que, a lo largo de mis pocos cinco años de experiencia laboral, me han dejado grandes enseñanzas que quiero compartirles.

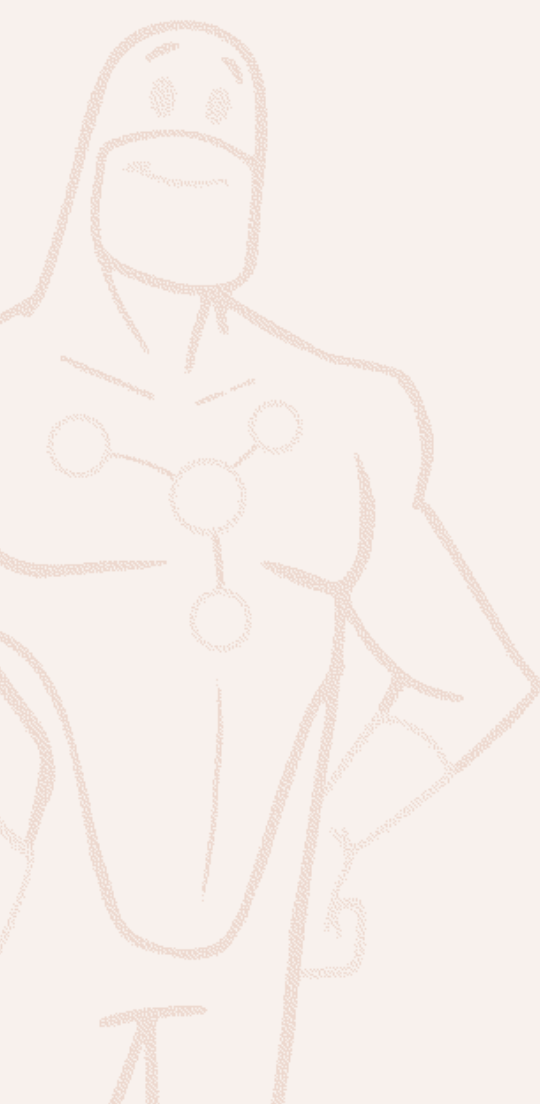
Al llegar a la compañía en la que actualmente trabajo, mi labor fue poner en marcha una infraestructura energética, así que creo que estudié en tres meses más que en toda mi vida de estudiante. La realidad es que la universidad no les enseñará todo, pero les dará las herramientas y destrezas necesarias para estar preparados a los retos de allá afuera, créanme que hasta la clase de ética les será útil. Por eso, aprovechen al máximo el conocimiento y la experiencia de sus profesores, así como todos los beneficios que la universidad les ofrece, como congresos, talleres y actividades extracurriculares.

Cada persona tiene su propia definición de éxito, sin embargo, en cualquier caso, el éxito profesional requiere de grandes esfuerzos y en ocasiones de sacrificios. El mundo laboral es muy complejo, ya que es necesario equilibrar la convivencia con otros profesionistas, la cultura de la empresa en donde laboren y las responsabilidades que tendrán a su cargo.

Recuerden que si quieren sobresalir, tendrán que trabajar más duro que los demás y hacerse notar; así que ¡sean valientes!, no tengan miedo a equivocarse, a decir lo que piensan y a proponer nuevas ideas y mejoras. Tendrán días malos, días en los que se equivocarán y tal vez les llamen la atención, pero también tendrán grandes recompensas económicas y satisfacciones personales; entonces, siempre den lo mejor de sí, confíen en que tienen toda la capacidad para lograr lo que quieren.

Otra cosa importante, impónganse retos a sí mismos constantemente. En la vida siempre hay que avanzar, nunca dejen de aprender y actualizarse para asegurar que sus conocimientos crezcan en la medida que avanza el mundo.

Y por último, están en una etapa increíble, ¡idisfrútenla!, pero nunca dejen su objetivo en segundo plano: ser profesionistas que aporten valor al mundo. Esfuércense, rétense y nunca se olviden de sí, de sus *hobbies* y de hacer aquello que les hace feliz.





Ha llegado el momento de que ejercites tus conocimientos matemáticos y ganes uno de los estuches de piel que contiene un desarmador de varias entradas.

## “A LA MEDIDA DEL REY”



El rey de España pidió que mandaran a hacer una corona especial para el día de su coronación. Él quería que la corona tuviera incrustaciones de diamantes, rubíes y otras piedras preciosas, pero su mayor preocupación era el peso de esta. Dio instrucciones especiales, según las cuales el peso de la corona antes de añadir las joyas no debería ser mayor a 60 onzas; además, debía estar hecha de oro, platino, plata y cobre. El oro y la plata juntos debían constituir el 66.66% del peso, el oro y el cobre juntos, el 75% y el oro y el platino, el 60%.

¿Qué cantidad de cada metal se usó para hacer la corona?

### Referencia

Jackson, P. (2005) Antología de acertijos mensa: ¿aceptas el desafío? España: Ediciones Martínez Roca, p. 125. ISBN: 978-84-270-3161-0.

¡Ánimate, calcula, y si eres de los tres primeros en enviar la respuesta correcta ganarás uno de los increíbles premios que el comité editorial de la revista tiene para ti!

Solo necesitas:

- 1) Resolver el acertijo en una hoja de papel.
- 2) Tomarle una fotografía.
- 3) Enviar tu respuesta con procedimiento a cualquiera de los siguientes medios:

Correo electrónico: [masciencia@anahuac.mx](mailto:masciencia@anahuac.mx)

Facebook: <https://www.facebook.com/mascienciaanahuac/>

Instagram: [@mas.ciencia](https://www.instagram.com/mas.ciencia)

Respuesta al problema ConCiencia del número anterior:

## EN EL COMEDOR DEL HOTEL



El radio interior del hemisferio es: 4.69 cm.

# ¿ERES EMPRESARIO, TIENES EN MENTE UN PROYECTO DE BASE TECNOLÓGICA Y NO CUENTAS CON SUFICIENTES RECURSOS PARA DESARROLLARLO?

La Universidad Anáhuac ofrece los servicios del Centro de Innovación Tecnológica Anáhuac (CENIT), destinados a empresas que quieran realizar proyectos de base tecnológica y que posteriormente requieran ser fondeados con presupuesto federal y estatal.

Para conocer un poco más acerca de todos los servicios que ofrece el CENIT visita la siguiente página:

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



En ella encontrarás los diferentes tipos de servicios que puede realizar el CENIT, los cuales incluyen desde pruebas, análisis y uso de laboratorio, hasta asesoría y servicios especializados enfocados a la obtención de fondos dependiendo del proyecto a desarrollar.

Si estás interesado o deseas más información escribe un correo electrónico a:

[elena.sanchez@anahuac.mx](mailto:elena.sanchez@anahuac.mx)







## EL CASCAJO: RECUPERACIÓN DE HÁBITATS NATURALES

ALINA VÁSQUEZ SALINAS  
Ingeniería Química, 7.º semestre.

El agua es fuente de vida para todo organismo que habita en este planeta. Los grandes cuerpos de agua son la forma más natural y pura para que nosotros y muchos otros organismos accedan a ella, sin embargo, gran cantidad de ríos y lagos se encuentran contaminados, ya que se vierten en ellos residuos industriales y desechos domésticos, dañando así a la flora y fauna de dichos cuerpos acuosos.

Es responsabilidad del ser humano cuidar a la naturaleza, pero esta no es una tarea fácil, pues se necesita de determinación para rescatar al medio ambiente que, con el paso del tiempo, solamente parece empeorar. Además, ¿hasta dónde puede llegar el interés de una persona para encontrarle solución a un problema tan devastador?

Marino Morikawa es un científico peruano-japonés que rescató el humedal El Cascajo, ubicado al norte de Lima. Morikawa es doctor en Ciencias de la Humanidad y Medio Ambiente, con una especialidad en biomasas por la Universidad de Tsukuba. En el momento en que se enteró de que el humedal donde pescaba y nadaba cuando era niño iba a ser tapado, debido a que estaba altamente contaminado, Morikawa sacó sus ahorros bancarios, pidió préstamos y comenzó con un proyecto de rescate de hábitats naturales.

El Cascajo parecía no tener salvación, el agua era de color marrón y maloliente, porque era utilizado ilegalmente como criadero para cer-

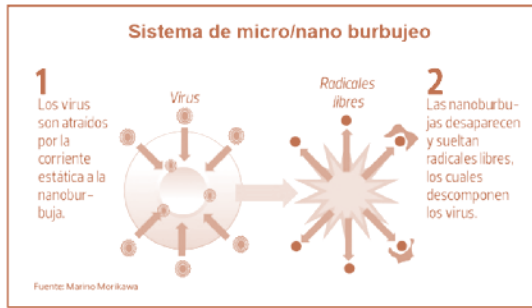
dos, basurero y desagüe. Morikawa diseñó un plan estratégico, el cual comenzó con la sectorización del humedal en ocho partes, utilizando caña de Guayaquil y bambú, para mantener un orden de control de limpieza.

El humedal estaba cubierto por la especie invasora de lechugas de agua; por lo tanto, fue necesario removerlas en su totalidad, pero esto solamente se podía realizar manualmente. La gente que pasaba a lo largo de El Cascajo observaba la ardua labor que Morikawa y su equipo realizaban; de modo que se despertó un interés en los habitantes del pueblo, que resultó en el apoyo de más de 100 voluntarios para salvar el humedal. En tan solo una sección del lago se retiraron 70 toneladas de lechugas de agua, que fueron utilizadas como composta orgánica para fertilizar las zonas áridas y crear áreas verdes.

Para limpiar el agua, Morikawa aplicó el sistema de micro/nano burbujeo y biofiltros; además, usó un dispositivo que había rediseñado en la Universidad de Tsukuba, el cual, al unirlo con tubos de PVC, una bomba de agua, una bomba de aire y un generador electrógeno, formaba micro/nano burbujas. Esta burbuja tiene como característica la generación de corriente electrostática, gracias a los iones positivos y negativos que posee a su alrededor. Esta corriente atrae a los virus del humedal, atrapándolos en su superficie, y la burbuja, al ser tan pequeña, es capaz de flotar de cinco a ocho horas en el agua. Cuando la burbuja estalla, los



virus que estaban pegados a su superficie se destruyen por la liberación de radicales libres.



Por otra parte, los biofiltros absorbieron las bacterias orgánicas e inorgánicas restantes del humedal y se aprovecharon los materiales del lugar, pues estos dispositivos hechos a partir de arcilla y cerámica, cuando dejan de funcionar, sirven de materia prima para la fabricación de losetas.

En tan solo quince días El Cascajo había recuperado la vitalidad con la que Morikawa lo conoció y, además, tres especies de peces y setenta de aves regresaron a su hábitat natural.



Antes.



Después.

Lo que hizo Morikawa demostró que no hay obstáculo que sea lo suficientemente grande para impedirnos defender lo que creemos. De hecho, con su firme compromiso y convicción no sólo salvó un humedal que se creía perdido, sino que se convirtió en inspiración para otros que, a su vez, inspirarán a más personas. Así, se formó el Cascajo Team que cuenta con más de 150 voluntarios que se dedican a realizar campañas de limpieza. Cabe destacar que Morikawa continúa con la recuperación de hábitats naturales, entre ellos ya ha descontaminado el lago Titicaca y el río Chira.

Marino Morikawa nos motiva a dar un buen uso a los conocimientos y habilidades que tenemos, así como a invertir nuestro tiempo y esfuerzo en proyectos valiosos que ayuden a mejorar al mundo en el que vivimos.



## Referencias

- Morikawa, M. (18 de octubre de 2014) Usar la ciencia para limpiar un humedal. Recuperado el 21 de enero de 2019, de Youtube TEDxTukuy: <https://www.youtube.com/watch?v=sRoWn3JDddU&t=603s> (Consultado el 21 de enero de 2019).
- Salud Oriental Colombia (16 de septiembre de 2015). Científico descontaminó gratis y sin químicos una laguna natural. Recuperado el 22 de enero de 2019, de Cambios Positivos: <http://podemoshacerCambios-positivos.blogspot.com/2015/09/cientifico-descontamino-gratis-y-sin.html> (Consultado el 22 de enero de 2019).



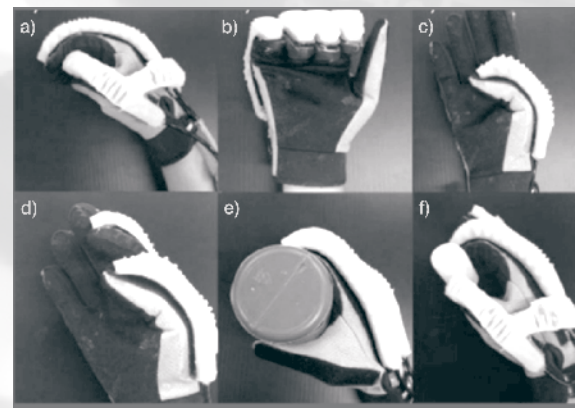
## Rehabilitación al alcance de tu mano

ARMANDO ROY PACHECO ROJAS  
Ingeniería Biomédica, 6.º semestre.

Ictus es una enfermedad cerebrovascular isquémica que es conocida también como infarto cerebral. Ocurre cuando el flujo sanguíneo, que va dirigido hacia cierta parte del cerebro, se ve interrumpido o severamente disminuido, lo que provoca que las neuronas no reciban suficiente oxígeno y, por consecuencia, comiencen a morir (Médica Sur). Esta enfermedad es, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la primera causa de discapacidad adulta, la primera causa de muerte en mujeres y la segunda en varones. Sobrevivir a un infarto cerebral puede traer consigo secuelas, comúnmente estas se relacionan con la pérdida de movimiento y la paralización de las extremidades del tronco superior.

Un grupo de investigadores en ingeniería biomédica de la Universidad Nacional de Singapur (NUS, por sus siglas en inglés) se dieron a la tarea de desarrollar un guante robótico para ayudar a la recuperación y rehabilitación de la mano en pacientes con ictus.

El guante es un dispositivo capaz de rehabilitar la mano del paciente, dado que, mediante sensores, detecta señales musculares que permiten que él mismo se adapte, según su avance, a los movimientos naturales de la mano; además, reduce las molestias y los riesgos de lesión.



EsoGlove.

EsoGlove, el nombre que los desarrolladores han decidido usar para su guante robótico, está hecho de materiales suaves, a diferencia de prototipos antecesores que eran más pesados, incómodos y rudimentarios. Debido a que es completamente portátil, ofrece un gran beneficio a los pacientes, pues al usarlo podrán realizar su rehabilitación con mayor facilidad y comodidad.

Aparte de ayudar a la rehabilitación del paciente, que por lo general incluye terapias de ejercicios repetitivos e intensos que muchas veces se limitan a un ámbito clínico, el guante robótico está diseñado para llevarla a cabo en cualquier ámbito, desde la clínica hasta la comodidad del hogar, y todo esto sin la necesi-





dad del asesoramiento de un terapeuta. Por si fuera poco, su tecnología puede ser utilizada para tareas cotidianas, gracias a que tiene un mecanismo de control intuitivo guiado por tecnología de identificación de electromiografía y radiofrecuencia; de tal manera que, al leer los impulsos nerviosos dirigidos hacia el paciente, puede detectar la intención de este de mover un músculo, ayudándolo a realizar una acción concreta como agarrar un bolígrafo o coger una taza.

El guante cuenta con un sistema de control que modula la presión del aire que va dirigida hacia los sensores, el cual permite que las fuerzas sean distribuidas por todo el dedo para doblarlo, girarlo o extenderlo según el movimiento que el paciente quiera realizar. Los sensores son de caucho de silicona y cada uno asiste de manera independiente a cada dedo. Este mecanismo evita que los movimientos se limiten, a diferencia de otros dispositivos que tienen conexiones más rígidas.

El doctor Lim Jeong Hoon, colaborador clínico del equipo, asegura que con esta inusitada investigación podrán desarrollar herramientas terapéuticas que utilicen tecnología robótica segura y portátil (Ingeniería biomédica). Lo anterior contribuirá a que los pacientes tomen la iniciativa de comenzar su rehabilitación, sin embargo, aún queda por validar el rendimiento del dispositivo y perfeccionar su diseño, de manera que pueda distribuirse en el mercado en un futuro y beneficiar a todas estas personas.



Investigadores en ingeniería biomédica.

## Referencias

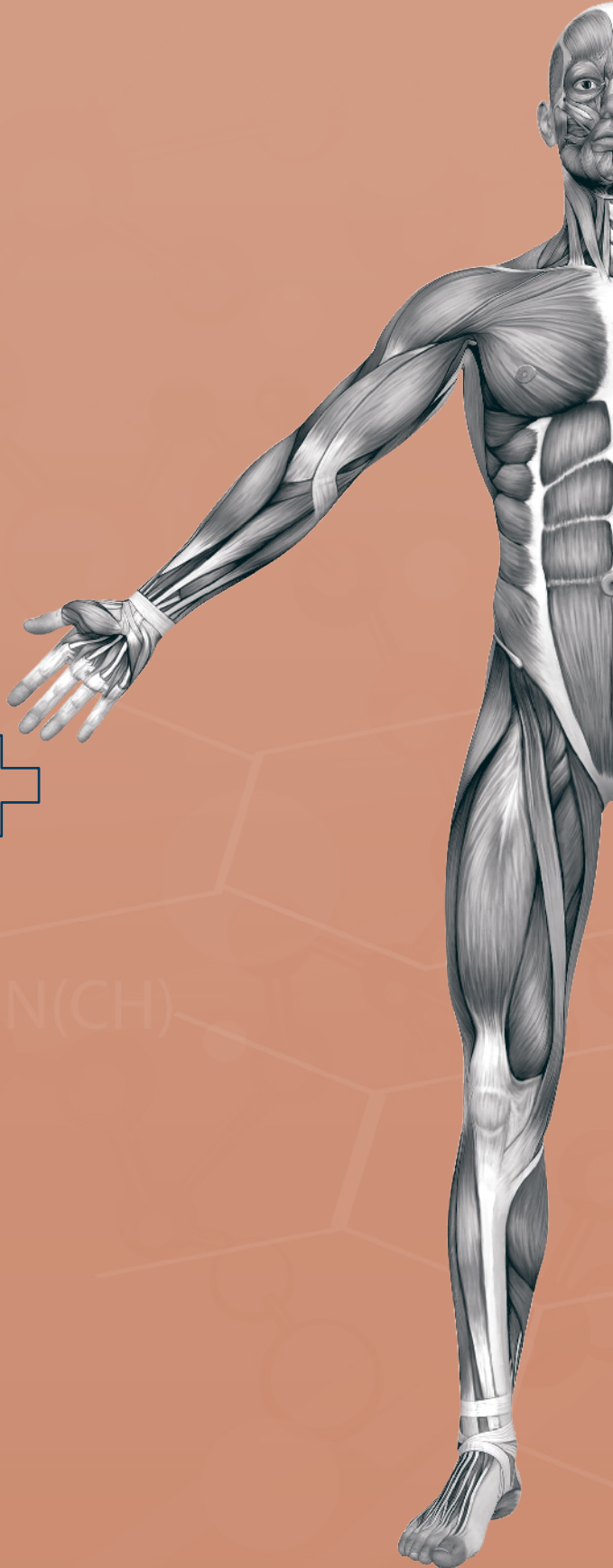
Ingeniería biomédica (Febrero, 2016). Guante robótico ayuda a recuperar los movimientos de la mano.

Recuperado el 3 marzo de 2019, de <https://www.ingbiomedica.com/blog/guante-robotico-ayuda-a-recuperar-los-movimientos-de-la-mano/>

Médica Sur (2019). Enfermedad cerebrovascular. Recuperado el 3 marzo de 2019, de [http://www.medicatur.com.mx/es/ms/ecv\\_01\\_enfermedad\\_cerebrovascular?gclid=CjwKCAjw4LfkBRBDEiwAc2DSIERMG-LjhPtULriPuO2l5W2JCAXAH0m8K-nyz6ylWA28ru4xv-Mo-RRoCV74QAvD\\_BwE](http://www.medicatur.com.mx/es/ms/ecv_01_enfermedad_cerebrovascular?gclid=CjwKCAjw4LfkBRBDEiwAc2DSIERMG-LjhPtULriPuO2l5W2JCAXAH0m8K-nyz6ylWA28ru4xv-Mo-RRoCV74QAvD_BwE)

Middleton, R. (Enero, 2016) Singapore Research Team Develops Robotic Glove to Help Those Who Have Lost Hand Functions. Recuperado el 3 marzo de 2019, de <https://www.ibtimes.co.uk/singapore-research-team-develops-robotic-glove-help-those-who-have-lost-hand-functions-1537344>

Imágenes tomadas de <https://www.ingbiomedica.com/blog/guante-robotico-ayuda-a-recuperar-los-movimientos-de-la-mano/> y <https://www.ibtimes.co.uk/singapore-research-team-develops-robotic-glove-help-those-who-have-lost-hand-functions-1537344>



# Fabricación de biomateriales compuestos para su aplicación como implante óseo

JOSÉ RAFAEL ALANÍS GÓMEZ  
Profesor de la Facultad de Ingeniería,  
Universidad Anáhuac Querétaro

## Resumen

Los biocompuestos son estudiados frecuentemente debido a la respuesta favorable que presentan cuando son utilizados en la sustitución de tejido óseo. Para que puedan utilizarse como reemplazo de tejido óseo humano es importante que tengan una morfología, tamaño y composición química similar a la que muestran estando presentes en dicho tejido; de este modo, obtienen una mayor probabilidad de aceptación por parte del organismo receptor. Además, el material de reemplazo óseo debe poseer propiedades mecánicas similares al tejido duro, como elasticidad, resistencia a la compresión y flexibilidad, para que el individuo que ha recibido un implante de este tipo, pueda llevar a cabo actividades cotidianas comunes. Paralelamente, el material de reemplazo óseo debe ser lo suficientemente poroso para permitir que los fluidos y células encargadas de la regeneración del tejido óseo puedan llevar a cabo su labor, permitiendo con ello el restablecimiento natural del hueso y, al mismo tiempo, el paso de nutrientes necesarios para sus funciones biológicas. Es por eso que en este artículo se revisarán los métodos de síntesis de biocompuestos, desde la materia prima hasta su moldeado.





## Introducción

La osteoporosis es una patología que afecta a los huesos y es provocada por la disminución del tejido que los forma, tanto de las proteínas que constituyen su matriz o estructura como de los componentes minerales de calcio que contienen. Como consecuencia de ello, el hueso es menos resistente y más frágil de lo normal, tiene baja resistencia al impacto y se rompe con relativa facilidad tras un traumatismo, produciéndose fracturas o microfracturas.

De acuerdo con el estudio *Auditoría latinoamericana: epidemiología, costos e impacto de la osteoporosis en 2012*, de la Fundación Internacional de Osteoporosis, el riesgo de sufrir una fractura de cadera a los 50 años en México, se estima de 8.5% en las mujeres y 3.8% en los hombres. En otras palabras, una de cada 12 mujeres y uno de cada 20 hombres mayores de 50 años sufrirán una fractura de cadera en la edad adulta.

El costo total directo de las fracturas de cadera estimado para 2006, según la incidencia anual proyectada de las fracturas de cadera en México, superó levemente los 97 millones de dólares. Este cálculo se basó en la existencia de casi 22,000 casos de fracturas de cadera, con un costo individual por evento de 4,365.50 dólares, y se estima que la tendencia de las fracturas irá en aumento.

Tomando en cuenta lo anterior, es claro que las oportunidades de mercado para nuevos desarrollos en el área de los biomateriales son muy promisorias, por lo que es necesario la expansión de tecnologías nacionales para la producción de biomateriales con aplicaciones en el área de la salud. La mayor parte de los biomateriales que se consumen en México son de importación.

## Antecedentes y marco teórico

El tejido óseo es un tejido conjuntivo que se caracteriza por tener una matriz extracelular mineralizada. La característica que distingue el tejido óseo de los otros tejidos conjuntivos es la mineralización de su matriz, que produce un tejido muy duro capaz de proveer sostén y protección. El mineral es fosfato de calcio en la forma de cristales de hidroxiapatita (HAp).

Los biomateriales que se utilizan para su aplicación en tejidos óseos los podemos dividir en: matriz extracelular, polímeros naturales y artificiales, biocerámicas, biocristales y biocompuestos.

En este artículo nos enfocaremos en los biocompuestos, que son materiales formados por una matriz y un refuerzo de fibras naturales. Este tipo de materiales a menudo imitan la estructura de los tejidos vivos y, generalmente, la fase de la matriz está formada por polímeros naturales y/o sintéticos. La matriz es importante para proteger las fibras de la degradación ambiental, así como para mantenerlas juntas y transferir las cargas sobre todo el material. Mientras que la fase inorgánica más utilizada es la HAp, debido a que es la que se encuentra presente en el tejido óseo.

Desde hace muchos años, la obtención de HAp sintética ha sido objeto de estudio de varios investigadores. La razón principal reside en que es un material bioactivo y tiene una composición química similar a la del componente inorgánico de los tejidos óseos naturales.

La HAp puede ser sintetizada mediante diferentes rutas químicas, utilizando soluciones precursoras sometidas a altas condiciones de presión y temperatura, con ello se obtienen materiales cuyas propiedades físicas y químicas son diversas, con características morfológicas controladas; además de alta pureza, composición homogénea y tamaños de partícula nanométricos.

Sin embargo, para que una cerámica de HAp funcione de manera adecuada como biomaterial, debe ser lo suficientemente porosa para permitir el paso de fluidos y el suministro de nutrientes; asimismo, propiciar la penetración celular y la incursión vascular rápida, lo que podría favorecer el crecimiento de tejido óseo natural, con lo que se llevaría a cabo una regeneración del tejido óseo dañado. Así pues, el control de la porosidad a escalas meso, micro y macroscópicas es fundamental en el desarrollo de nuevas biocerámicas y sus aplicaciones.

Entonces, el material de reemplazo óseo deberá poseer una morfología, porosidad y resistencia a la compresión semejantes al tejido óseo humano; así, obtendrá una mayor probabilidad de aceptación por parte del organismo receptor. Dichas propiedades están directamente relacionadas con la composición química y la estructura que posea el biocerámico.

## Desarrollo

De acuerdo con lo antes mencionado, se estudiarán los métodos que existen de síntesis de HAp y los métodos de moldeaje para su utilización como reemplazo óseo.







## Síntesis de HAp

La HAp se puede sintetizar por diferentes métodos, que pueden dividirse en métodos secos, húmedos y de energía alterna. La preparación de HAp para el método de la ruta en seco consiste en un tratamiento térmico a precursores finamente triturados; el requisito esencial es tener una mezcla que sea perfectamente homogénea. La pureza del producto final puede ser afectada por el pesado de la preparación; además, requiere altas temperaturas, lo que afecta la resistencia mecánica.

En cuanto a los métodos húmedos, son bastante utilizados porque permiten un perfecto control sobre la estructura, textura y morfología, y conducen a un alto rendimiento de HAp. Su inconveniente estriba en que, a veces, dan lugar a estructuras que no son cristalográficamente puras; otras fases de fosfatos están presentes con HAp. Los métodos húmedos más utilizados son el hidrotermal y el Sol-Gel.

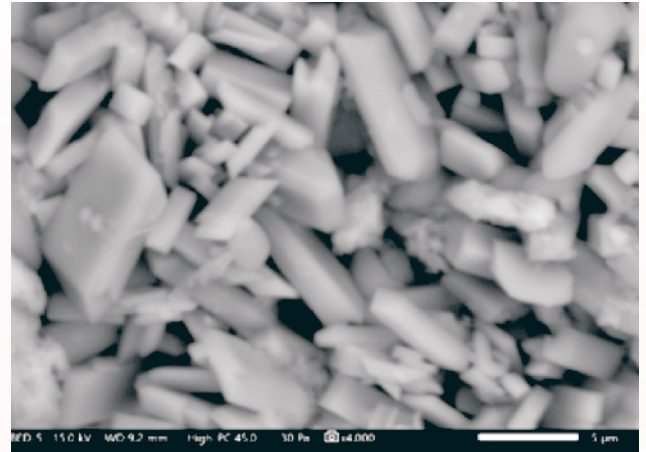
En el método hidrotermal la reacción se produce en presencia de agua, a una temperatura y presión relativamente altas. Los reactivos se calientan en un sistema sellado, en el que la mezcla reaccionante se presuriza a medida que se calienta continuamente; sin embargo, como se dijo anteriormente, con este método se obtienen otras fases de fosfatos de calcio. Por su parte, el método Sol-Gel facilita la formación de cristales de HAp en condiciones de baja temperatura y presión, gracias a la alta reactividad de los reactivos, pero además de obtener otras fases de fosfato de calcio, la principal desventaja de este método es el tiempo, que es excesivamente largo.

A menudo, los métodos de energía alterna se combinan con otros métodos convencionales, con objeto de crear una sinergia entre las diferentes técnicas y así aumentar el rendimiento. Los métodos de este tipo más utilizados son el método Ball-Milling y los métodos asistidos por microondas.

El Ball-Milling ha sido ampliamente empleado en la síntesis de HAp, con ventajas como la simplicidad, la reproducibilidad y la producción a gran escala de HAp. El control del crecimiento de HAp mediante esta técnica depende estrechamente del tipo de reactivos empleados, del medio de molienda, del diámetro de las bolas de molienda, del tipo de atmósfera y de la duración de las etapas de molienda.

La síntesis de materiales a través de métodos asistidos por microondas tiene las ventajas de ofrecer un

calentamiento homogéneo durante todo el volumen, así como una eficiente transformación de energía. La HAp sintetizada por este método es particularmente homogénea en términos de tamaño, porosidad y morfología. Además, agrega el beneficio de un rápido crecimiento, un tamaño de partícula pequeño y la distribución estrecha de tamaño de partícula debido a la rápida nucleación.



En la figura 1 se muestra una imagen de microscopía electrónica de barrido, que nos revela la estructura de HAp sintetizada por el método asistido por microondas.

## Moldeo del material poroso

El desarrollo de estructuras de materiales porosos para su utilización como reemplazo óseo está motivado para replicar la naturaleza del hueso natural. Dado que la porosidad está asociada tanto a las propiedades mecánicas del biomaterial, como al transporte de nutrientes dentro del mismo, se ha dedicado mucha atención a la fabricación de andamios porosos. A continuación, se describirán los métodos de fabricación de andamios porosos más comunes.

El moldeo de los andamios por Freeze Casting es un método simple, empleado originalmente para producir estructuras porosas complejas de componentes cerámicos o poliméricos; utiliza agua, camfeno y glicerol como disolventes. El vehículo disolvente que actúa como aglutinante mantiene intacta la suspensión, y el disolvente se retira de esta mediante sublimación por liofilización helada, dejando una red porosa interconectada. Posteriormente, se sinteriza a temperaturas apropiadas para proporcionar una mejor resistencia mecánica.

En el Gel Casting, se crea una suspensión cerámica concentrada mezclando un polvo cerámico y una



solución de monómero. Después, esta suspensión se vierte en un molde en busca de obtener la forma deseada, y durante el calentamiento los monómeros se polimerizan con el fin de constituir una estructura de red. Luego, para obtener la parte cerámica pura, el disolvente de la suspensión de cerámica debe ser removido por secado en el aire. Por último, se sinteriza la suspensión y se obtiene la densidad completa del material cerámico.

Finalmente, con el avance de la tecnología, se han presentado más de veinte sistemas de prototipos rápidos con respecto a la ingeniería de tejidos duros. Los métodos más notables son la estereolitografía, el sinterizado selectivo por láser, el modelado de deposición, la impresión de cera y el bioplotador. La mayoría de estas impresiones 3D consisten en poner una capa del material a implantar y después fundir la parte superior, ya sea por láser, calor o  $\text{CO}_2$ , para después poner la siguiente capa. Estos métodos permiten un control preciso no solo de la arquitectura del andamio, sino también del tamaño, forma, interconectividad, ramificación, geometría y orientación; además no incluyen disolventes orgánicos tóxicos.

## Conclusión

Por lo que podemos ver, a pesar de que existen diferentes estudios acerca de cómo sintetizar materiales utilizados para el reemplazo óseo, todavía hay muchas áreas de oportunidades debido a que es un elemento biológico que debe de tener muchos cuidados; aunado a que su impacto en la economía y en la mejora de la salud es sustancial.

En mi opinión, el método de fabricación de la HAP que tiene ventaja sobre los demás es el hidrotermal asistido por microondas, porque permite un mejor control en la morfología y en la composición de la Hap; además, presenta un tiempo de reacción relativamente corto.

En cuanto al método de moldeado, los tres aquí referidos parecen ser buenas opciones y presentan algunas oportunidades de mejora. Por ejemplo, el método Freeze Casting registra un rango de porosidad variable debido a que es difícil controlar los disolventes. El Gel Casting tiene como desventaja la manipulación del mismo, pues antes de la adición de la fase orgánica el material es un tanto frágil. El moldeado por prototipado rápido presenta una excelente y bien controlada porosidad, sin embargo, conlleva el problema de que es cos-

to y consume demasiado tiempo, porque los andamios son construidos capa por capa y las impresiones son personalizadas, lo que significa tiempo de diseño computacional; además, depende mucho de la disponibilidad de biomateriales con morfologías exactas.

## Referencias

- Alanís, J. R., Rivera, E. M., Cervantes, J. S., Almanza, H., Nava, R., Cortés, C. y Velázquez-Castillo, R. (2016) Synthesis of Micro and Nano-Sized Hydroxyapatite Fibers Through the Microwave Assisted Hydrothermal Method. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 16(7), pp. 7557-7566.
- Arami, H., Mohajerani, M., Mazlounia, M., Khalifehzadeh, R., Laka, A. y Sadrezaad, S. K. (2008). Rapid Formation of Hydroxyapatite Nanostrips Via Microwave Irradiation. *Iran, Journal of Alloys and Compounds*, 469, pp. 391-394.
- Chu, P. K. y Liu, X. (2008) *Biomaterials Fabrication and Processing*. Handbook, CRC Press.
- Fihri, A., Len, C., Varma, R. S. y Solhy, A. (2017) Hydroxyapatite: A Review of Syntheses, Structure and Applications in Heterogeneous Catalysis. *Coordination Chemistry Reviews*.
- Guo, X. (2011) *Gel Casting of High Strength Ceramics*. Chalmers University of Technology.
- Johansson, H., Clark, P., Carlos, F., Oden, A., McCloskey, E. V. y Kanis, J. A. (2011) Increasing Age-and Sex-Specific Rates of Hip Fracture in Mexico: A Survey of the Mexican Institute of Social Security. *Osteoporos Int*. Aug., 22(8), pp. 2359-2364.
- Mallick, K. K. y Cox, S. C. (2013) Biomaterial Scaffolds for Tissue Engineering. *Frontiers in Bioscience (Elite edition)*, 5, pp. 341-360.
- Mohanty, A. K., Misra, M. y Drzal, L. T. (2005) *Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites*. CRC press.
- Rivera, E. M., Velázquez, R. y Cabrera, J. L. (2010) Morphological Analysis of Hydroxyapatite Particles Obtained by Different Methods. *Materials Science Forum*, vols. 638-642, pp. 681-686.
- Ross, M. H. y Pawlina, W. (2013) *Histología: texto y atlas color con biología celular y molecular*, 6.ª ed., pp. 218-230.
- Valeri, S. G. y Aleksandra, C. (2012) Hydroxyapatite: Synthesis, Properties and Applications. Chapter 2. *Nova Sciences Pub.*, pp. 91-132.
- Zakaria, S. M., Sharif Zein, S. H., Othman, M. R., Yang, F. y Jansen, J. A. (2013) Nanophase Hydroxyapatite as a Biomaterial in Advanced Hard Tissue Engineering: A Review. *Tissue Engineering Part B: Reviews*, 19(5), pp. 431-441.
- Zanchetta, J. y MacDonald, S. (2012) The Latin America Regional Audit. *Epidemiology, Costs & Burden of Osteoporosis in 2012*.





## Campana de flujo laminar

GERALDINE MEJÍA LAGUNAS  
Ingeniería Industrial, 5.º semestre.

La campana de flujo laminar, también conocida como cabina de flujo laminar, es un instrumento que se emplea para poder tener ambientes libres de contaminación, debido a que logra proporcionar aire descontaminado proveniente de partículas de hasta 0.1 micras. Así, el área de trabajo siempre permanece limpia y estéril; un ambiente que es indispensable, sobre todo en los laboratorios, donde se suele trabajar con cultivos celulares, material biológico, químicos corrosivos u organismos infecciosos. Este instrumento puede ser utilizado por alumnos que estudien carreras pertenecientes a la Facultad de Ingeniería, como Ingeniería de Alimentos, Ambiental, Biomédica y Química, entre otras. Es recomendable utilizar esta maquinaria en todos los casos, pues en ocasiones se trabaja con sustancias corrosivas y dañinas para el cuerpo humano o, a veces, simplemente es necesario esterilizar el entorno para estudiar efectos de cualquier tipo.

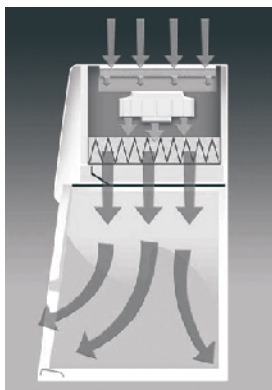
Existen dos modelos de campanas: el primero tiene una posición vertical y el segundo horizontal, y a partir de ello se determina la localización del filtro, que puede estar colocado en la parte superior o trasera de la zona de trabajo. Todas las campanas de flujo laminar están delimitadas por láminas de acero inoxidable. En la parte frontal tiene puertas de cristal templado y en superior un ventilador que proporcionará aire proveniente del ambiente. La velocidad del ventilador está regulada por medio de un controlador, con el fin de alcanzar la velocidad y la presión adecuadas



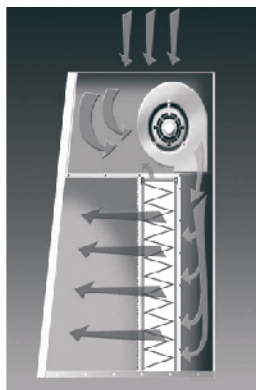
Campana de flujo laminar.

para que el flujo en el área de trabajo sea laminar. De este modo, la velocidad del aire será de 0.3 a 0.5 metros por segundo de manera constante para lograr tener la superficie siempre barrida. La campana cuenta, además, con un manómetro instalado en su exterior, cuya función es medir el valor de la presión. El aire proporcionado por el ventilador es filtrado a través de un filtro tipo HEPA, que evita el paso de partículas no mayores a 0.3 micrómetros y tiene una eficiencia de 99.97%. Si, a pesar de tener una atmósfera libre de polvo, se requiere esterilizar el área de trabajo, las lámparas de rayos ultravioleta localizadas en el interior de la campana resultan de utilidad. Si se requiere el manejo y uso de productos tóxicos, se instala otro filtro HEPA en la salida del aire, con el fin de evitar la emisión de contaminantes.





Movimiento del aire en el interior de una campana de flujo laminar vertical.



Movimiento del aire en el interior de una campana de flujo laminar horizontal.

embargo, la campana de flujo laminar —de gran interés para alumnos de Ingeniería Biomédica—, se encuentra en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina.

Aun cuando la campana de flujo laminar no se localiza en la Facultad de Ingeniería, esta puede ser utilizada por los estudiantes de las carreras de ingeniería. Lo anterior permite la expansión del panorama estudiantil y proporciona un complemento profesional, creando una pequeña unión entre la esterilización y la vida ingenieril.

Las campanas de flujo laminar son comúnmente usadas para:

- Preparar medios de cultivo bacteriano. Actividad realizada por estudiantes de Ingeniería Biomédica que buscan una especialidad relacionada con Biotecnología.
- Llenar productos estériles y antibióticos. Principalmente, los estudiantes de Ingeniería Química y Ambiental llevan a cabo este trabajo.
- Mezclar alimentos. Ejercicio utilizado en actividades de estudiantes de Ingeniería de Alimentos.
- Siembras no patógenas. Las practican estudiantes de Ingeniería Biomédica.
- Preparar mezclas de soluciones intravenosas. Útil para prácticas de estudiantes de Ingeniería Química.

Es necesario resaltar que en el laboratorio de Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ingeniería, se encuentra una campana de extracción que usualmente es confundida con la campana de flujo laminar. La diferencia entre ambas es que en la campana de extracción se pueden remover de manera completa vapores químicos con filtros especiales; mientras que la campana de flujo laminar solamente elimina partículas que contaminan el aire. Por otro lado, existe la posibilidad de que los estudiantes de ingeniería realicen experimentaciones sobre la superficie de trabajo, sin



## Referencias

- Ciencia y tecnología (2011). ¿Cómo funciona una campana de flujo laminar? [internet], de Overblog. Disponible en: <http://intrepido1.over-blog.es/article-como-funciona-campana-flujo-laminar-85924110.html> (Consultado el 5 de abril de 2019).
- Jazmín (2014). Campanas de flujo laminar [internet], de Metrix. Disponible en: <http://www.metrixlab.mx/campanas-de-flujo-laminar/> (Consultado el 5 de abril de 2019).
- Metrix Laboratorios (2016). Campanas de extracción [internet], de Metrix. Disponible en: <http://www.metrixlab.mx/campanas-de-extraccion/> (Consultado el 5 de abril de 2019).
- Pérez, A. (2018) Campana de flujo laminar: una solución para evitar contaminación en el espacio de trabajo [internet], de Analitek. Disponible en: <http://blog.analitek.com/campana-de-flujo-laminar-una-solucion-para-evitar-contaminacion-en-el-espacio-de-trabajo-0-1> (Consultado el 5 de abril de 2019).



# PRONÓSTICO DE ACCIDENTES debido a incendios y explosiones en una empresa comercializadora de combustibles

ING. JULIO ARIEL DUEÑAS SANTANA (julio.duenas94@gmail.com) y DR. JESÚS LUIS OROZCO  
Profesores del Departamento de Química de la Universidad de Matanzas, Cuba.<sup>1</sup>

## Resumen

El objetivo de este trabajo es pronosticar los accidentes causados por incendios y explosiones en la industria petrolera; en especial, en la que transporta hidrocarburos como las empresas comercializadoras de combustibles. El primer paso en el análisis cuantitativo de riesgos es el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de cada escenario, y para eso la identificación de los accidentes que pudieran

ocurrir es fundamental. Los escenarios relacionados a incendios y/o explosiones que se identifican son: charco de fuego, nube de vapor inflamable, nube de vapor explosiva, BLEVE y el borbollón. Además, se tiene evidencia de que en los tanques de almacenamiento y en las tuberías ocurre una gran parte de accidentes provocados por incendios y explosiones.

*Palabras claves:* incendio, explosión, riesgo, industria petrolera, accidentes.

<sup>1</sup> Carretera a Varadero km 3.5, Matanzas, Cuba. C.P. 44740.





## Introducción

En este trabajo se analiza lo planteado por diferentes bibliografías, desde las clásicas de análisis de riesgos, hasta las más modernas, acerca de los escenarios que pueden manifestarse debido a incendios y/o explosiones; así como sus características fundamentales. Su objetivo es pronosticar los accidentes provocados por incendios y explosiones en la industria petrolera, principalmente, en la que transporta hidrocarburos como las empresas comercializadoras de combustibles.

Según el *Manual práctico de control de riesgos de accidentes mayores* del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 1999), los accidentes en la industria de procesos pueden ser diferentes en cuanto a la forma en que se producen y por las sustancias químicas relacionadas con los mismos. A pesar de esto, tienen una característica en común: fueron acontecimientos no controlados, generalmente originados por incendios o explosiones y escapes de sustancias tóxicas que causan la muerte o lesionan a un determinado número de personas, tanto dentro como fuera de la industria. Además, causan daños considerables en los bienes materiales y en el medio ambiente.

Para la Comisión de las Comunidades Europeas (Poljanšek *et al.*, 2017), un accidente principal significa un acontecimiento que puede ser una emisión importante (un incendio o una explosión), resultado de hechos no controlados en el curso de una actividad industrial, que entraña una o más sustancias peligrosas y provoca un peligro grave, inmediato o aplazado y dentro o fuera del establecimiento, tanto para el hombre como para el medio ambiente.

Los riesgos industriales graves están relacionados a la posibilidad de incendio, explosión o dispersión de compuestos tóxicos. Por lo general, comprenden el escape de material de un recipiente, seguido de si la sustancia es volátil, su evaporación y dispersión (PNUMA, 1999).

## Desarrollo

De acuerdo con Casal *et al.* (2002), Wells (2003) y Aboud (2008), el incendio, entre los diversos accidentes que pueden ocurrir en una industria, es el que tiene un radio de acción menor. No obstante, sus efectos pueden ser terribles, puesto que la radiación térmica puede afectar a otras partes de la planta y generar nuevos accidentes como explosiones y escapes. Asimismo, el humo puede complicar notablemente la actuación de los equipos de intervención y someterlos a un peligro adicional, como la falta de visibilidad o intoxicación.

Casal *et al.* (2002) y Zhou *et al.* (2016) sostienen que los estudios de diversa índole en el análisis histórico de accidentes han revelado que, después de los escapes, el incendio es el que presenta un mayor número de registros, seguidos por la explosión y la formación de una nube de gas.

Casal *et al.* (2002) plantean que cuando se produce el escape de un líquido inflamable, uno de los tipos de incendio son los charcos de fuego al aire libre. Estos se originan cuando se produce un escape o vertido de un líquido combustible sobre el suelo y en el exterior. En caso de que se produzca la ignición del líquido derramado, el tipo de fuego resultante dependerá en gran medida de si el escape es continuo o instantáneo. Si el escape es instantáneo, el líquido se irá esparciendo hasta que encuentre una barrera o hasta que se haya consumido todo el combustible en el incendio. En caso de un escape continuo, el charco irá creciendo hasta que la velocidad de combustión iguale el caudal de vertido. De esta manera, se llega a un diámetro de equilibrio, que se mantiene mientras no se detiene la fuga. Por otra parte, si el líquido queda retenido dentro de algún recipiente o área protegida, como puede ser una cubeta, el incendio no dependerá tanto de si el escape es instantáneo o continuo. En los casos en los que no hay muro de contención, se tendrá que hacer previamente la distinción entre





si el escape es instantáneo o continuo. En la mayoría de los modelos se hace necesario conocer el diámetro del incendio.

La máxima velocidad de quemado está en función del calor neto de combustión y del calor requerido para su vaporización. La radiación domina el régimen de combustión para diámetros de llamas mayores a un metro, porque la llama se convierte en un cuerpo de radiación grueso ópticamente (Wells, 2003).

Gyenes *et al.* (2017) afirman que, en caso de derrame de un material inflamable, existen diversos escenarios en dependencia con la naturaleza del líquido derramado. Si cercano al derrame hay una potencial fuente de ignición, lo más probable a ocurrir es un charco de fuego. En caso de que no ocurra la ignición inmediata, este líquido se evapora y se forma una nube de vapor, la cual puede incendiarse o explotar si ocurre la ignición.

Casal *et al.* (2002), API (2016) y Blengini *et al.* (2017) establecen que los incendios en depósitos de almacenaje de hidrocarburos son relativamente frecuentes. Teniendo en cuenta que las cantidades almacenadas suelen ser elevadas, las consecuencias de este tipo de incendios pueden llegar a ser imprevisibles.

Existe una tipología muy variada de incendios que pueden directamente afectar a los depósitos de almacenaje, pero uno de los más peligrosos, tanto por la magnitud de sus consecuencias, como por su difícil predicción, es el *boilover* o *slopoover*—llamado en ocasiones *foamover* o *puking*—, que también se conoce como incendio de borbollón (Casal *et al.*, 2002).

Según Casal *et al.* (2002) y Nwabueze (2016), el borbollón puede producirse generalmente en depósitos que contienen mezclas de diversos hidrocarburos. Si en uno de estos depósitos se produce un incendio, que puede durar horas, la capa superficial de hidrocarburo se va calentando debido a la radiación del incendio. Esta capa entra en ebullición, experimentando un proceso de destilación: los componentes

más volátiles pasan en mayor medida a la fase vapor, alimentando la llama. De esta forma, al irse enriqueciendo en los componentes más pesados, esta capa superficial va aumentando, a su vez, la temperatura. A medida que transcurre el tiempo, la capa rica en productos menos volátiles, más pesados, aumenta de espesor, progresando en profundidad. La velocidad a la que aumenta su espesor es mayor que la velocidad a la que retrocede la superficie del líquido contenido en el depósito. En consecuencia, una onda de calor se propaga hacia la parte inferior del depósito y, si en el mismo hay agua en forma de una capa acuosa o de emulsión, la onda de calor llegará a la capa acuosa y generará un incremento en su temperatura, este incremento en la superficie de la capa será superior a la temperatura de ebullición del agua. Este fenómeno causa una cierta vaporización inicial del agua y su propia turbulencia generará la mezcla de ambas capas, con una fuerte vaporización de agua. Entonces ocurre la generación, prácticamente instantánea, de una enorme cantidad de vapor, con un volumen específico muy superior al del líquido, lo que provoca una violenta erupción en forma de una bola de fuego y la proyección del combustible hacia el exterior, que puede llegar hasta distancias considerables (Nwabueze, 2016).

No todos los combustibles son susceptibles de experimentar este fenómeno. Este está asociado a aquellos compuestos que poseen una serie de componentes con una amplia gama de temperaturas de ebullición, como lo es el petróleo crudo; aunque es posible el *boilover* con hidrocarburos puros, pero es menos frecuente. En todo caso, lo que sí tiene que cumplirse para que ocurra es que la temperatura de ebullición del combustible sea superior a la del agua (Casal *et al.*, 2002).

Siguiendo a Casal *et al.* (2002), Wells (2003), Whemeier y Mitropetros (2016) y Nwabueze (2016), para que se produzca el *boilover* es necesario, en general, que se cumplan tres condiciones:





- Presencia de agua en el recipiente.
- Generación de una ola de calor, es decir, existencia de una amplia gama de volatilidades en los componentes presentes en el depósito.
- Que la viscosidad del hidrocarburo sea suficientemente elevada para dificultar el paso del vapor.

Los efectos derivados de un *boilover* pueden resumirse en dos, según Casal *et al.* (2002): efecto de bola de fuego y efecto de proyección y esparcimiento del hidrocarburo en llamas.

Debido a la rapidez con la que el hidrocarburo es impulsado hacia el exterior por el efecto pistón del *boilover*, se produce una descompresión hasta la presión ambiente que vaporiza parte del combustible, el cual a su vez formará una bola de fuego. El problema fundamental, si se quieren cuantificar los efectos de dicha bola, es la determinación de la cantidad de hidrocarburo que se vaporiza cuando pasa a formar parte de la bola de fuego (Casal *et al.*, 2002). Tanto como si se forma la bola de fuego o no, existe un efecto que con toda seguridad provocará el *boilover*; se trata de la proyección y el esparcimiento de parte o todo el líquido contenido en el recipiente, que se debe a la elevada energía cinética suministrada al líquido por el efecto pistón. Las distancias alcanzadas por el líquido proyectado pueden llegar a otros recipientes y agravar las consecuencias iniciales del accidente (Casal *et al.*, 2002). En caso de incendio con posibilidad de *boilover*, una forma de seguir la progresión de la ola de calor consiste en instalar sobre la pared exterior del depósito tiras de pintura intumescente, de manera que la variación de su aspecto indique el aumento de la temperatura en función de la altura. Otra forma, en caso de emergencia, es lanzar suavemente agua sobre la pared con una manguera y observar si ebulle o no. A pesar de estas técnicas, la posible aparición de *boilover* en un momento determinado sigue presentando

un elemento de incertidumbre, si no se conoce a qué altura se encuentra la capa de agua o de emulsión (Casal *et al.*, 2002).

Casal *et al.* (2002), Wells (2003), Zhou *et al.* (2016), Poljanšek *et al.* (2017) y HSE (2018) definen a la explosión como una liberación repentina de energía que genera una onda de presión, que se desplaza alejándose de la fuente mientras va disipando energía. Esta liberación tiene que ser bastante rápida y concentrada para que la onda generada sea audible. Existen explosiones producidas en espacios cerrados, como la ignición de mezclas gaseosas inflamables y la ignición de polvo combustible en suspensión; explosiones producidas en espacios abiertos, como la ignición de nubes de vapor no confinado; asimismo, la explosión de recipientes de gas comprimido, de gas licuado o líquido sobrecalentado (en inglés BLEVE, *boiling liquid expanding vapour explosion*) y reacciones fuera de control (en inglés, *runaway reactions*) (Casal *et al.*, 2002).

Para interés de este trabajo, solo se estudian las explosiones generadas en espacios abiertos, en específico la ignición de nubes de vapor no confinado, y, además, el fenómeno del BLEVE.

De acuerdo con Casal *et al.* (2002) y Fabbri *et al.* (2017), las nubes de vapor no confinadas se generan a raíz del escape de una cantidad determinada de un vapor combustible, o bien de un líquido a partir del cual se formará el vapor. Esto puede ocurrir, tanto en la planta, como en el transporte o rotura de un gaseoducto.

Una vez que se forma la nube, esta puede:

- Dispersarse en el aire antes de que se produzca la ignición, sin causar daños.
- Arder inmediatamente e iniciar así un incendio de charco (en general, en este caso no habrá explosión y los daños ocasionados serán menores).
- Dispersarse en un área extensa y producirse la ignición al cabo de un cierto tiempo, de manera que se formará una gran llamarada.





- Lo mismo que el caso anterior, pero de modo que el frente de la llama se acelera tanto que genera una onda de sobrepresión.

Este tipo de explosiones tiene como efecto, además del alcance de la nube, que la ignición puede producirse en un punto alejado de la fuente de origen del vertido y afectar a grandes áreas (Casal *et al.*, 2002).

Casal *et al.* (2002), Blengini *et al.* (2017) y HSE (2018) afirman que las explosiones de tipo BLEVE son uno de los peores accidentes que pueden ocurrir en la industria química o en el transporte de mercancías peligrosas; esto es, un accidente que involucra simultáneamente efectos térmicos y mecánicos.

Para Casal *et al.* (2002) y ECHA (2018), si se calienta un recipiente que contiene líquido a presión, por la radiación procedente de un incendio, la presión en su interior irá en aumento. En un momento dado, las paredes no podrán resistir la elevada tensión a la que están sometidas y cederán. Lo anterior sucederá, principalmente, en la parte superior del accidente, donde la pared, al no estar bañada por el líquido, no estará refrigerada; de esta forma, aumentará su temperatura y disminuirá su resistencia mecánica. En cambio, la parte del recipiente situada por debajo del nivel del líquido que contiene transmitirá el calor recibido al líquido, por lo que se calentará mucho menos que la parte superior. En caso de abertura de una válvula de seguridad, la ebullición del líquido implicará una refrigeración aun mayor de esta superficie, debido al calor de vaporización. La despresurización súbita del líquido hará que este se encuentre a una temperatura superior a la que le correspondería en la curva de saturación P-T para la nueva presión; el líquido que se encuentra en estas condiciones de inestabilidad se define como líquido sobrecalentado. Si su temperatura en el momento de la despresurización es superior a una temperatura denominada límite de sobrecalentamiento, característica de cada producto, se

producirá una vaporización instantánea y brutal de parte del mismo; de modo que será vertido al exterior en forma de mezcla bifásica líquido/vapor. El incremento extraordinario de volumen que experimenta un líquido al vaporizarse, que es de unas 1,700 veces en el caso del agua, y de unas 250 veces en el caso del propano, más la expansión del vapor preexistente, provocarán una onda de presión, así como la rotura del recipiente en varios pedazos que serán lanzados a una distancia considerable (Casal *et al.*, 2002). Si la sustancia contenida previamente en el recipiente no es combustible, la onda de sobrepresión y la proyección de fragmentos serán los únicos efectos de la explosión. Por el contrario, si la sustancia contenida en el recipiente es combustible, la masa de líquido y vapor vertida en el momento de la explosión se incendiará, y dará lugar a una hoguera de forma casi hemisférica que se extenderá inicialmente a ras del suelo. El efecto de la radiación térmica en estos primeros segundos es importante. Esta masa de combustible solo puede arder en superficie, porque su interior, rico en combustible y prácticamente sin aire, se encuentra fuera de los límites de inflamabilidad (Casal *et al.*, 2002). La acción de la combinación BLEVE-bola de fuego puede sintetizarse en los efectos siguientes: radiación térmica, onda de sobrepresión, fragmentos despedidos por la explosión y lluvia eventual de combustibles en los alrededores.

Kidam y Hurme (2013) plantean que los accidentes más frecuentes causados en equipos suceden en tuberías, en un 25%; en reactores y tanques de almacenamiento, en un 14%; en los tanques de proceso, en un 10%. Los seis equipamientos más propensos a accidentes representan cerca del 80% de los accidentes totales ocurridos en equipos de procesos; por lo tanto, a estos es necesario prestarles mayor atención. El 78% de los accidentes en equipos se deben a fallas en el diseño y las técnicas ejecutadas por humanos. En tanto, las razones organizacionales y puramente humanas son responsables en un





33% de los tanques de almacenamiento, un 18% de las tuberías y un 16% de los equipos de transferencia de calor. Para otros equipos, las causas técnicas son las más comunes de los accidentes.

## Conclusiones

En la bibliografía clásica y el manual práctico del PNUMA (1999), al igual que en la más reciente de la Comisión de Comunidades Europeas (Blengini *et al.*, 2017 y Gyenes *et al.*, 2017), se plantea que los incendios y explosiones son los accidentes con mayor frecuencia en la industria, de ahí la importancia de su estudio y evaluación de su impacto. Con base en lo analizado en la bibliografía especializada, los escenarios relacionados a incendios y/o explosiones que se deben analizar son: charco de fuego, nube de vapor inflamable, nube de vapor explosiva, BLEVE y el borbollón. Además, se tiene evidencia de que en los tanques de almacenamiento y en las tuberías ocurre la mayoría de accidentes provocados por incendios y explosiones.

## Referencias

Aboud, Alyaa (2008). *Planning of Petrochemical Industry under Environmental Risk and Safety Considerations*. Waterloo, Ontario, Canadá, 200 pp. Tesis en opción al grado de Máster de Ciencias Aplicadas en Ingeniería Química, Universidad de Waterloo.

API (2016). *In-Situ Burning. The Fate of Burned Oil*. Regulatory and Scientific Affairs Department. API Publication. Disponible en: <http://www.api.org>.

Blengini, G. A., Blagoeva, D., Dewulf, J., Torres de Matos, C., Nita, V., Vidal-Legaz, B., Latunussa, C. E. L., Kayam, Y., Talens Peirò, L., Baranzelli, C., Manfredi, S., Mancini, L., Nuss, P., Marmier, A., Alves-Dias, P., Pavel, C., Tzimas, E., Mathieux, F., Pennington, D., Ciupagea, C. (2017) *Assessment of the Methodology for Establishing the EU List of Critical Raw Materials*, Publications Office of the European Union, Luxembourg. 978-92-79-69612-1, DOI:10.2760/73303, JRC106997.

Casal, J., Montiel, H., Planas, E., Vilchez, J. (2002) *Análisis del riesgo en instalaciones industriales*. 2.ª ed. Barcelona: Ediciones UPC, 362 pp.

ECHA (2018). *European Chemicals Agency. Guide on Safety Data Sheets and Exposure Scenarios* [en línea]. [Citado el 16 de mayo de 2018.] ISBN: 978-92-9495-699-6, DOI: 10.2823/557928. Disponible en: <http://echa.europa.eu>.

Fabbri, L., Binda, M., Bruinen De Bruin, Y. (2017) *Accident Damage Analysis Module (ADAM) – Technical Guidance*, EUR 28732 EN, ISBN 978-92-79-71879-3, DOI:10.2760/719457.

Gyenes, Z., Wood, M., Struckl, M. (2017) *Handbook of Scenarios for Assessing Major Chemical Accident Risks*. EUR 28518 EN, DOI:10.2760/884152.

HSE (2018). *Annual Science Review*. Helping Great Britain Work We. Disponible en: <http://www.hse.gov.uk/horizons/>.

Kidam, K., Hurme, M. (2013) *Analysis of Equipment Failures as Contributors to Chemical Process Accidents*. *Process Safety and Environmental Protection* [en línea], vol. 91, n.º 1-2, January-March 2013, pp. 61-78. [Citado el 6 de diciembre de 2017.] Disponible en [www.elsevier.com/locate/psep](http://www.elsevier.com/locate/psep). DOI: 10.1016/j.psep.2012.02.001.

Nwabueze, D. (2016) *Liquid Hydrocarbon Storage Tank Fires – How Prepared is Your Facility?* *Chemical Engineering Transactions* [en línea], vol. 48, pp. 301-306. [Citado el 16 de mayo de 2018.] DOI: 10.3303/CET1648051. Disponible en: [www.aidic.it/cet](http://www.aidic.it/cet).

PNUMA (1999). *Control de riesgos de accidentes mayores*. Manual práctico. 2.ª ed. Ginebra: Ediciones de Oficina Internacional del Trabajo, 182 pp.

Poljanšek, K., Marín Ferrer, M., De Groeve, T., Clark, I. (2017) *Science for Disaster Risk Management 2017: Knowing Better and Losing Less*. EUR 28034 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN 978-92-79-60678-6, DOI:10.2788/688605, JRC102482.

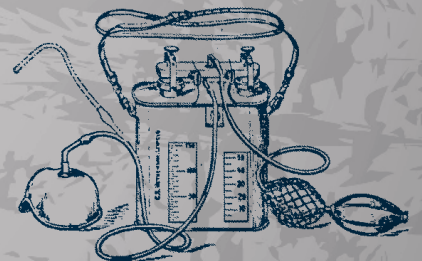
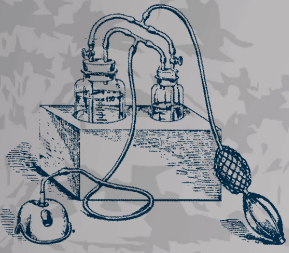
Wells, G. (2003) *Major Hazards and their Management*. Gulf Publishing Company. Houston, Texas, 315 pp.

Zhou, Y., Zhao, X., Zhao, J., Chen, D. (2016) *Research on Fire and Explosion Accidents of Oil Depots*. *Chemical Engineering Transactions* [en línea], vol. 51. [Citado el 7 de diciembre de 2017.] ISBN: 978-88-95608-43-3, ISSN: 2283-9216, DOI: 10.3303/CET1651028. Disponible en: [www.aidic.it/cet](http://www.aidic.it/cet).



# Desarrollo histórico DE LOS MÉTODOS anestésicos modernos

SANTIAGO RIVERA HARARI  
Ingeniería Industrial, 5.º semestre.







*Equipado con sus cinco sentidos, el Hombre explora el Universo que lo rodea y a sus aventuras las llama Ciencia.*

Edwin Powell Hubble

A lo largo del tiempo el ser humano ha intentado resolver problemas de todo tipo, debido a las situaciones que se le han presentado. Así, uno de ellos ha sido encontrar una solución para poder controlar el dolor físico.

## En los inicios

Entre los pioneros que buscaron el control del dolor físico se encuentran Hipócrates y Galeno. El primer método consistió en usar esponjas soporíferas, que se sumergían en una mezcla de opio, mandrágora y beleño; una vez mojadas, se aplicaban al paciente antes de la cirugía y así se conseguía dormirlo.

Otro método que también se llegó a utilizar, pero con menor frecuencia, se basaba en apretarle el cuello al paciente hasta que perdiera el sentido e iniciara la producción de anestesia por hipoxia cerebral, que es cuando al cerebro no recibe una cantidad suficiente de oxígeno para su funcionamiento normal. Asimismo, se usaba un método en el que se golpeaba la cabeza del paciente con un pedazo de madera para causarle una contusión cerebral.

## La anestesia como una ciencia

La anestesia inicia oficialmente cuando se dan avances científicos en el descubrimiento de algunos gases en estado puro, como por ejemplo el óxido nitroso y el nitrógeno, que fueron descubiertos por Josef Priestley y Daniel Rutherford, respectivamente. A raíz de estos hallazgos se fundó el Instituto de Medicina Neumática de Clifton, Inglaterra.

Humphry Davy se hizo cargo de este instituto en 1799, y se dio a la tarea de investigar acerca de gases como el óxido nitroso, ya que poco antes de encargarse de esta institución, con solo 17 años, inhaló este gas y experimentó una sensación de relajación muscular y además mucha alegría. En 1800 publicó un libro sobre la manera en que el óxido nitroso sirve como analgésico en la extracción de las muelas cordales, conocidas también como muelas del juicio.



Planta que contiene el opio.

Esponjas soporíferas.

### Anestesia:

Es usada para poner al paciente en un estado reversible de una pérdida de conciencia de analgesia y relajación muscular, o simplemente una anestesia local.



Humphry Davy.





# De la necesidad al invento

Años más tarde, Horace Wells y William Morton hicieron avanzar la búsqueda de mejores analgésicos. Wells y Morton comenzaron a trabajar en eliminar el dolor a sus pacientes en Boston. Después de un tiempo, Wells decidió regresar a su pueblo natal, porque fue invitado a realizar una demostración del analgésico con el que estaba experimentando. Esta consistía en extraerle una muela a un paciente, pero cuando Wells intentó sacarla, el paciente dio de gritos por el intenso dolor. Este suceso llevó a Wells al fracaso y a ser considerado un mentiroso.

Luego de que Wells fracasó en su demostración, Morton comenzó a trabajar en pruebas con éter en perros, amigos y en sí mismo. Al ver que estas tenían éxito, resolvió crear un dispositivo de vidrio, en forma de una esfera, con fieltro adentro y con dos orificios: uno para introducir el éter y otro del que salía una boquilla para el paciente. Confiado en su invento, Morton solicitó mostrarlo en Harvard, propuesta que fue aceptada y programada para el 16 de octubre de 1846.

El paciente que fue tratado durante esta demostración tenía un tumor en la glándula submaxilar. Una vez que fue dormido, con la ayuda del instrumento diseñado por Morton, el profesor John Collins Warren le realizó la primera incisión. Todos quedaron sorprendidos al ver que el paciente no gritó ni se movió en el transcurso de todo el procedimiento. Sin embargo, cuando Morton se dispuso a patentar su invento resultó que otra persona ya lo había registrado, el químico Charles Thomas Jackson, quien reclamó que él le sugirió a Morton el uso del éter como analgésico. Al final, el mérito fue para ambos científicos.

Años después, el doctor James Young Simpson recomendó el cloroformo como analgésico, sustancia que probó con éxito; incluso, la reina Victoria aceptó que los doctores James Clark y John Snow lo aplicaran para el nacimiento de su octavo hijo. No obstante, pasado un tiempo se suscitaron muchos problemas a causa de la utilización de este gas, por lo que se creó una comisión para investigar



Horace Wells, dentista que introdujo el óxido nitroso para anestesia, pero fracasó en su demostración en el Hospital General de Massachusetts.



Hospital General de Massachusetts en Boston.



John Snow, médico británico, considerado el primer especialista en anestesia de la historia.



Mascarilla hecha por John Snow para inhalación de gases anestésicos (cloroformo).



sus efectos. Al ver todos las complicaciones y las consecuencias que podría ocasionar su empleo, se determinó olvidarlo y regresar al éter.

Debido a que aún persistía la insatisfacción con los analgésicos existentes, muchos científicos se dieron a la tarea de buscar otras alternativas, así encontraron el acetileno y el etileno; sin embargo, ninguno de estos compuestos químicos superaba las ventajas del óxido nitroso. Posteriormente, los doctores Eason Brown, George Lucas y Velyien Henderson, se dedicaron a indagar sobre un analgésico que fuera superior a los conocidos hasta el momento. Su investigación los condujo al uso del ciclopropano, que había sido descubierto desde 1882, pero fue hasta 1930 que se reconoció su gran eficiencia y seguridad.

A pesar de que se descubrieron otros analgésicos, no fueron olvidados el éter y el óxido nitroso, que siguieron utilizándose en las salas de cirugía. Actualmente, el éter y el cloroformo han sido desechados, mientras que el óxido nitroso continúa siendo aplicado con la ayuda de otros gases anestésicos y con métodos más modernos.



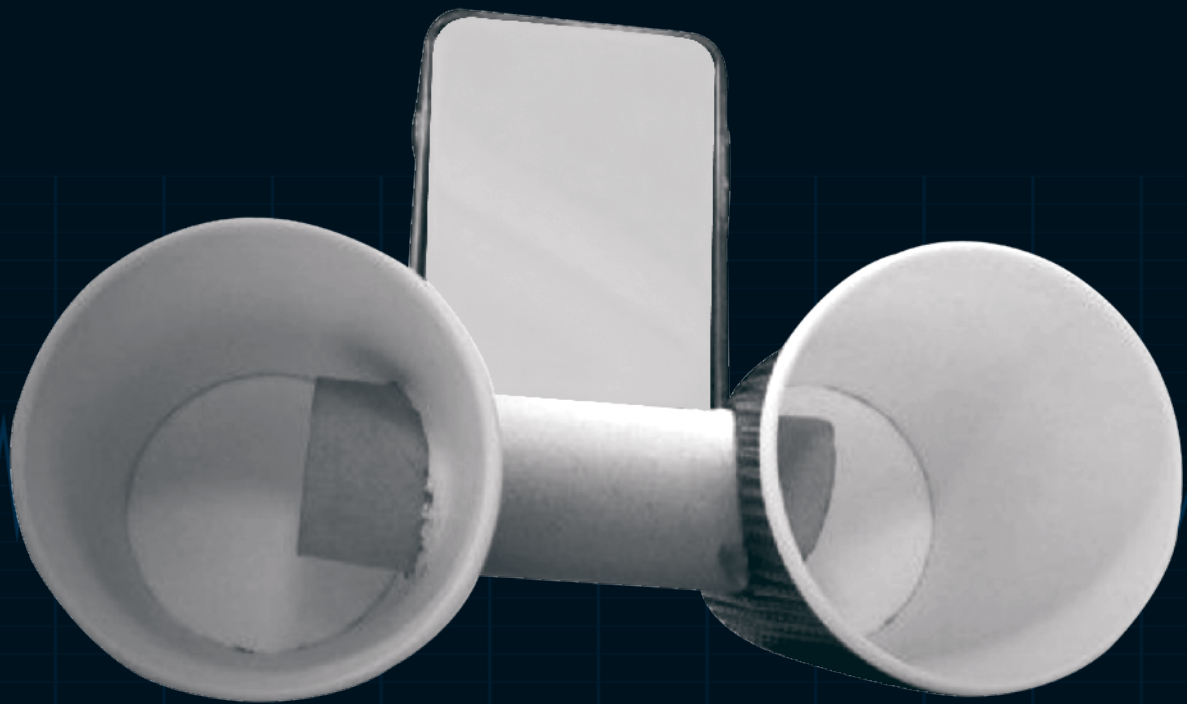
Instrumento inhalador de éter, diseñado por William Morton, para las primeras anestесias.



Pintura de W. Proserpi que muestra la primera cirugía con anestesia etérea, realizada el 16 de octubre de 1846, por William Morton y John Collins Warren.

## Referencias

- Barash, P. G., Cullen, B. F., Stoelting, R. K. (1992) Clinical Anesthesia. Philadelphia, JB. Lippincott Co., pp. 3-34.
- Collins, V. J. (1996) Historia de la anestesiología. Anestesiología, 3.ª ed. México, Interamericana, pp. 3-28.
- Crabtree, R. (2017) Air electrolysis: Chemistry World. Recuperado el 1 de abril de 2019, de: <https://www.chemistryworld.com/opinion/humphry-davy-and-cutting-our-carbon-footprint/2500237.article>
- Evans, F. T., Gray, T. C. (1959) General anaesthesia. London, Butterworth & Co., pp 1-17.
- Jaime, F., Martina, M. (s. f) Historia de la anestesia: evolución histórica. Recuperado de: <http://www.csen.com/historia.pdf>
- La Agencia Valenciana de Salud (s. f.) Anestesia general: especialidad de anestesia y reanimación. Recuperado de: <http://www.san.gva.es/documents/151744/512050/Anestesia+general.pdf?version=1.0>
- Lancina, Martín A. (2014) Historia de la anestesia: la anestesia general inhalatoria. Recuperado el 1 de abril de 2019, de: <http://drlancina.blogspot.com/2014/03/la-historia-de-la-anestesia-la.html>
- Origen del opio (s. f). Información sobre drogas. Recuperado el 28 de marzo de 2019, de: <https://informacion-sobredrogas.com/origen-del-opio/>
- 5 métodos y sustancias sorprendentes con que se alivia el dolor en el pasado (2017). La Prensa / SALUD. Recuperado el 1 de abril de 2019, de: <https://www.laprensa.com.ni/2017/08/14/salud/2279519-5-metodos-sustancias-sorprendentes-se-aliviaba-dolor-pasado>



## Bocinas CASERAS PARA TU CELULAR

IGNACIO FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ  
Ingeniería Mecatrónica, 4.º semestre.

¿Estás en un apuro y en ese momento no tienes bocinas? Ya sea que las requieras para una reunión o simplemente para escuchar música mientras te bañas, con este ingenioso invento podrás aumentar el volumen de la bocina de tu dispositivo móvil.

Los materiales que necesitarás son los siguientes:

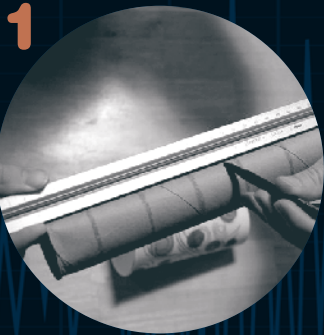


- Un tubo, de preferencia de cartón, como el de las toallas desechables de cocina.
- Dos vasos desechables de cartón.
- Un bisturí o cúter.
- Una regla.
- Una pluma, lápiz o marcador.





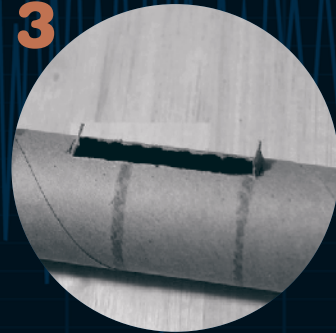
Los pasos necesarios para hacer tus bocinas caseras son los que a continuación de enlistan:



1 Con una regla ubica el centro del tubo y haz una marca.



2 Centra la base de tu dispositivo móvil en la marca que realizaste y marca la longitud y el espesor de este.



3 Con el cúter, corta la marca de las dimensiones de tu dispositivo móvil y prueba que puedas introducirlo.



4 En los dos vasos marca la parte redonda de los extremos del tubo.



5 Realiza el corte en forma de círculo que marcaste en los dos vasos, para poder insertarlos en los dos extremos del tubo, respectivamente.



6 Inserta los vasos en cada lado del tubo y si lo deseas puedes unirlos con cinta adhesiva o algún pegamento.



7 ¡Coloca tu dispositivo móvil y está listo para aumentar el volumen de tu música!

#### Referencia

Zugaide, F. (2017) Cómo hacer tus propias bocinas para celular caseras. Recuperado de <https://www.freim.tv/bocinas-para-celular-caseras/>



## EL PLÁSTICO RECICLADO: **eficiente** COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

DIEGO ALEJANDRO FUENTES GONZÁLEZ  
Ingeniería Biomédica, 5.º semestre.



*Dentro de algunas décadas, la relación entre el ambiente, los recursos y los conflictos será tan obvia como la conexión que vemos ahora entre derechos humanos, democracia y paz.*

Wangari Maathai

El reciclaje de plásticos para crear materiales de construcción ha traído muchos beneficios para nuestro planeta, pues se ha convertido en un producto utilizado a gran escala por sus diversas utilidades y las diferentes formas que puede adoptar, pero si no se reutiliza se convierte en un contaminante, lo que representa una enorme amenaza para el medio ambiente. Sin embargo, han surgido varias propuestas de cómo solucionar este problema, dentro de las cuales destaca la posibilidad del reciclaje y la reutilización de este material dentro de la construcción, de manera que no sólo se reutilicen, sino que también aporten un beneficio a la sociedad.

En primera instancia, ¿qué son los plásticos? Los plásticos son compuestos orgánicos que generalmente son sintetizados de combustibles fósiles, principalmente del petróleo (Ortiz, 2013), lo cual contamina mucho, ya que para generar las botellas de plástico que se consumen solamente en los Estados Unidos, se utilizan 18 millones de toneladas de petróleo, y siendo éste un recurso no renovable, genera un gran problema a la sociedad. Igualmente, dentro del proceso de producción de plástico no se recicla lo suficiente, y además produce un buen número de desechos. Asimismo, como el plástico por sí solo demora entre 100 y 700 años en degradarse (DiCYT, 2018), éste se va acumulando conforme va siendo desechado, y al no degradarse, ocasiona que aumente la cantidad de desperdicios de manera exponencial.

En consecuencia, ante esta alarmante situación, surgió una propuesta de manera que se pudiera disminuir, o bien, eliminar el crecimiento exponencial de los desechos de plástico. Esta propuesta es el reciclaje, el cual consiste en transformar los residuos para restituir su valor económico, evitando así su disposición final. Para que el reciclaje sea viable tiene que haber un ahorro tanto de energía, como de materias primas (por ejemplo, la reducción de utilización de combustibles fósiles), sin daño alguno a la salud, a los ecosistemas o a sus elementos. El reciclaje ayuda al medio ambiente, debido a que reduce las emisiones de efecto invernadero, y esto a su vez contribuye a detener el calentamiento global. De igual manera, el reciclaje no solo nos permite ahorrar recursos no renovables como la madera, el agua y los minerales, sino también proteger y conservar los ecosistemas y la biodiversidad.

Un factor importante a considerar en el reciclaje de plásticos para la elaboración de materiales de construcción, es que este es un proyecto sustentable, pues cumple con los principios de la ONU, los cuales son indispensables para llegar a un futuro sustentable. Dentro de ellos se encuentran: el 9, que hace referencia a la industria, innovación e infraestructura; el 11, que habla acerca de las ciudades y comunidades sosten-



tables; el 12, que está relacionado con la producción y consumo responsables, y finalmente el 13, referente a la reacción por el cambio climático (Naciones Unidas, 2017).

Otro factor primordial que también se debe tomar en cuenta, para considerar el reciclaje de plásticos dentro del sector de la construcción, es que este aporta el 10% del Producto Interno Bruto en los países occidentales (7.2% en México), a través de la producción de bienes y servicios (INEGI, 2009). Por ello, este sector tiene una gran influencia en la producción de empleos y en el flujo de dinero para la sociedad. Asimismo, el sector de la construcción es considerado dentro de los principales sectores generadores de desperdicios, pues hoy en día usa una gran cantidad de materiales que dañan a los ecosistemas, debido a los métodos de extracción de estos, o porque requieren de mucha energía para ser producidos.

En la actualidad existen dos principales propuestas en el reciclaje de plásticos dentro de la elaboración de materiales de construcción: la primera consiste en la creación de un ladrillo con forma de Lego, de manera que facilita el ensamblaje y reduce el uso de resinas para pegar ladrillo con ladrillo; la segunda es combinar los residuos plásticos triturados en un molino especial con concreto, para así crear un ladrillo que incorpore los dos elementos (Gaggino, 2009). Estas propuestas brindan un beneficio ambiental, pero también un beneficio en cuanto a la durabilidad del material, pues estos ladrillos tienen una estimación de vida de alrededor de 400 años, cuando la del concreto es de 100 años. A la vez son aislantes térmicos y acústicos, resistentes a te-

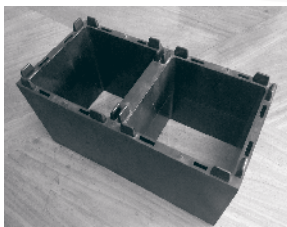
remotos, al daño por roedores, agua y en cierto grado al fuego (Ecología Verde, 2017).

Otras posibles alternativas o soluciones acerca de qué hacer con los residuos de plástico después de reciclarlos, proponen utilizarlos en las ciudades, específicamente en los carriles que separan a la ciclovía o las paradas de autobuses, ya que como explica Villella, estos plásticos reciclados no tienen las mismas propiedades mecánicas que el original que se recicló. En consecuencia, estas propuestas buscan que los plásticos se usen en cosas que no soportan mucho peso y que estén hechas de otros materiales como aluminio (Ripa, 2016).

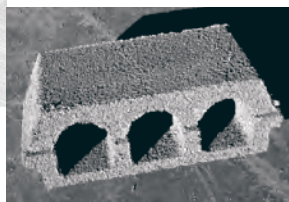
El tema del reciclaje últimamente ha estado presente, pero aunque la mayoría de las personas saben en qué consiste, realmente son muy pocas las que llevan esta acción a cabo, y si realmente se busca cumplir los objetivos al proponer productos hechos de plástico reciclado, primero hace falta crear una mayor conciencia ambiental en la población.

## Referencias

- "Casas con ladrillos de plástico reciclado" (2017). Ecología Verde. Recuperado de: <https://www.ecologiaverde.com/casas-con-ladrillos-de-plastico-reciclado-545.html>
- "¿Cuánto contamina una botella de plástico?" (2018). Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología (DiCYT). Recuperado de: <http://www.dicyt.com/viewNews.php?newsId=30781>
- Gaggino, R. (2009) "Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción". Revista INVI, 23(63).
- INEGI (2009). "Construcción". Recuperado de: <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/construccion/default.aspx?tema=E>
- "La planta recicladora de PET más grande del mundo está en México" (2017). Diario de Yucatán. Recuperado de: <http://yucatan.com.mx/mexico/medio-ambiente/la-planta-recicladora-pet-mas-grande-del-mundo-esta-mexico>
- "Objetivos de desarrollo sustentable" (2017). Naciones Unidas. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainable-development/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Ortiz, M. (2013) "El impacto de los plásticos en el ambiente". Recuperado de: <http://www.jornada.unam.mx/2013/05/27/eco-f.html>
- Ripa, J. (2016). "¿Qué se puede hacer con el plástico que tiramos?". El País. Recuperado de: [https://elpais.com/economia/2016/07/20/actualidad/1469012863\\_705152.html](https://elpais.com/economia/2016/07/20/actualidad/1469012863_705152.html)



Ladrillo "Lego" de plástico reciclado.



Ladrillo hecho de cemento y plástico reciclado.





## UN PODCAST PARA ACTUALIZARTE EN LO ÚLTIMO DE LA CIENCIA

PADRE SERGIO SALCIDO VALLE, L. C.



¿Has estado en el tráfico y estás harto de escuchar la misma música? ¿Quieres sorprender a tus compañeros con cultura científica actual? ¡Este es el *podcast* que debes tener en tu celular!

*A hombros de gigantes* es un programa de divulgación científica que te actualiza en los más recientes hallazgos y las publicaciones de revistas presentado por Manuel Seara Valero. Además, este *podcast* discute sobre centros de investigación y cómo su trabajo repercute en la esperanza y calidad de vida.

Algunos de los últimos programas han tratado sobre el Proyecto Dones, que se ocupa de materiales para fusión nuclear, levitación de pequeños objetos con ultrasonido, testimonio sobre cómo es la Navidad en los polos de la Tierra, una mirada al cosmos a través del arte, neuroderechos contra lectura, manipulación de la mente, y muchos otros temas interesantes. Relacionado con este *podcast*, existe otro muy interesante llamado "Palabra de ingeniero" con temas más especificados en ingeniería.

¿Qué esperas para bajar la aplicación? ¡Sorprende a tus profesores y compañeros ingenieros con interesantes datos y conversaciones sobre estos temas! Fórmate en la cultura científica y sé el ingeniero Anáhuac que está siempre a la vanguardia.

### Breve reseña biográfica

*El Padre Sergio Salcido Valle, L. C. es Ingeniero Químico con especialidad en Procesos por la Universidad de Sonora, generación 1997-2001. Hizo sus prácticas profesionales en Tequila Don Julio, S. A. de C. V. Realizó su tesis de titulación en el área de Polímeros y Materiales en dicha universidad. Ingresó al seminario de la Legión de Cristo en Monterrey en el 2003. Cursó sus estudios de Humanidades en Salamanca, España, y los estudios de Filosofía y Teología en el Ateneo Pontificio Regina Apostolorum en Roma. Fue ordenado sacerdote en diciembre del 2014. Actualmente es el Director de la Pastoral Universitaria de la Universidad Anáhuac México, campus Sur.*

### Referencia

Valero Seara, M. (2019) Recuperado el 4 de abril de <http://www.rtve.es/alcarta/audios/a-hombros-de-gigantes/>



MARIANA GÓMEZ GÓMEZ  
Ingeniería Mecatrónica, 3.<sup>er</sup> semestre.

En enero del año pasado, mientras estudiaba mi último año de preparatoria, la maestra Jessica Pérez, quien impartía la materia de Metodología de la Investigación, pidió realizar un proyecto para el concurso PIBA 2018, en donde, junto con mis compañeras Mariana Calderón y Samantha Martínez, creamos un termo purificador con semillas de moringa.

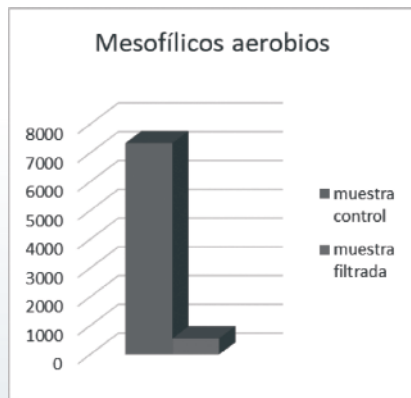
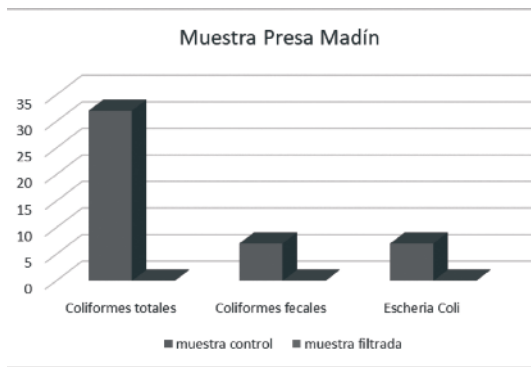
La idea de este proyecto surgió después de varias sesiones de trabajo, pues no sabíamos hacia dónde dirigir nuestra investigación; además, tuvimos muchos inconvenientes para pensar en un proyecto que sí funcionara y que se pudiera llevar a cabo en poco tiempo. Lo que teníamos claro era que debíamos crear algo que ayudara al mundo y que dejara una marca importante o una solución a algún problema de gran relevancia en nuestro país. Fue entonces cuando pensamos en la escasez de agua potable en México. Nos dimos a la tarea de investigar y nos sorprendió que de las tres cuartas partes del agua en el mundo solo el 3% es agua dulce; además, no toda es potable ni está al alcance de todos, lo que trae como consecuencia que al ingerir agua contaminada se contraigan diversas enfermedades e infecciones. Por ello, pensamos que se le puede dar una oportunidad a todas las personas que no tienen acceso al agua potable y que mueren diariamente a causa de su insalubridad.

Lo anterior fue lo que nos llevó a optar por crear un termo capaz de purificar agua a través de un

proceso de filtración con semillas de moringa, ya que esta semilla es muy conocida por sus usos antiinflamatorios, ayudar contra las enfermedades cancerígenas y fortalecer el sistema inmunológico, entre muchos otros beneficios que proporciona a la salud.

Este termo debía ser capaz de filtrar cualquier tipo de agua para obtener agua potable de manera accesible, ya fuera agua de la llave, de presas, de ríos, de lluvia o cualquier otra; también, debía ser transportable para facilitar el acceso a todas las comunidades rurales en donde hay escasez, o si fuera el caso, utilizarla en algún desastre natural que pudiera ocurrir y la necesitara.

Con el fin de comprobar la viabilidad de nuestro proyecto, recolectamos muestras de agua de diferentes presas y cisternas en la Ciudad de México, las cuales se enviaron a un laboratorio para ser analizadas y poder comparar los resultados antes y después de la filtración. Luego, para comenzar con el método de filtración de agua, compramos semillas de moringa y removimos sus cáscaras, molimos tres de ellas hasta que se hicieron polvo y las disolvimos con un poco de agua; la solución obtenida la agregamos a dos litros de agua contaminada y esperamos dos horas. Finalmente, filtramos el agua usando un papel filtro de poro pequeño para separar el precipitado que se formaba del agua.



Resultados de laboratorio de las muestras de agua antes y después del filtrado.

Después de haber filtrado el agua, la colocamos en botellas esterilizadas que llevamos a un laboratorio para que las analizaran y ver si realmente el agua estaba purificada. Los resultados fueron exitosos, pues cumplían con la Norma Oficial Mexicana para agua potable. Una vez comprobada la pureza del agua, procedimos con el diseño y armado del termo; así, hicimos los primeros bocetos en papel y los diseñamos en el *software* AutoCAD, teniendo en cuenta materiales, costos, cualidades y dimensiones que cumplieran con este proceso.



Al término de esta investigación, pudimos concluir que la semilla de moringa es capaz de purificar todo tipo de agua a través de este proceso, y que este termo puede ser una excelente alternativa para conseguir agua potable a un bajo costo, gracias a que utiliza una semilla que puede plantarse y conseguirse con facilidad.

Cabe mencionar que, a causa de diversos factores, nuestro proyecto no pudo ser enviado al concurso para el cual fue pensado originalmente; sin embargo, aprendimos bastante acerca del proceso y, a la vez, nos percatamos no solo de las distintas necesidades que existen en el mundo, sino también de que nosotros, con este tipo de propuestas, somos los que debemos hacer el cambio y la diferencia.

## Referencias

Academia Nacional de Ciencias (2007). Sistemas de filtración. 14 de noviembre de 2017, de Academia Nacional de Ciencias, sitio web: <https://www.koshland-science-museum.org/water/html/es/Treatment/Filtration-Systems.html>

Contaminación del agua. ¿Qué es? Conoce causas y efectos en la salud (2017). Contaminación ambiental. Recuperado el 12 de noviembre de 2017, de <https://contaminacionambiental.net/contaminacion-del-agua/>

OMS (Julio 2017). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de Agua: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>

Organización Mundial de la Salud (2015). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de Agua potable salubre y saneamiento básico en pro de la salud: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/mdg1/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/)

Salud Book (2017). Semillas de moringa, purifica el agua? 14 de noviembre de 2017, de Salud Book, sitio web: <https://www.saludbook.info/semillas-de-moringa-purifica-el-agua/>

Vázquez, E. (2017) Contaminación del agua: causas, consecuencias y soluciones – Agua.org.mx. Agua.org.mx. Recuperado el 12 de noviembre de 2017, de <https://agua.org.mx/contaminacion-del-agua-causas-consecuencias-soluciones/>





# CAPTAIN MARVEL

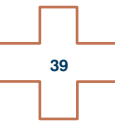
## LA PILA INALÁMBRICA HUMANA

JOSÉ GUILLERMO CARRILLO FERNÁNDEZ  
Ingeniería Mecatrónica, 5.º semestre.

La última película del MCU (Marvel Cinematic Universe), antes de la esperada *Avengers: Endgame*, es la presentación de la superheroína Captain Marvel, quien, si bien lleva siendo un miembro habitual de los Vengadores desde hace mucho tiempo en los cómics, ha sido relativamente desconocida por el público en general, por lo cual sus poderes no son tan conocidos.

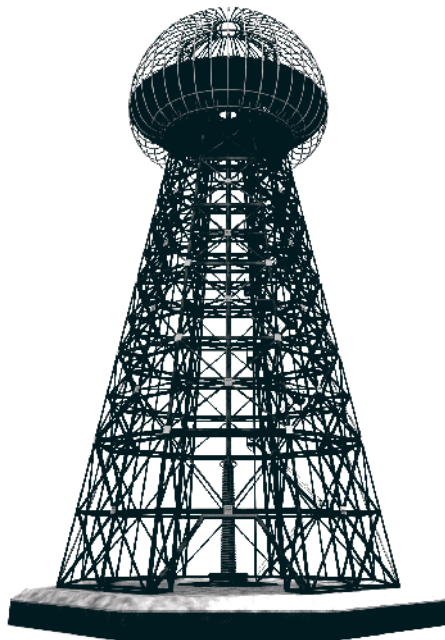
En conjunto, con su proyección de energía y la consecuente capacidad de vuelo, la Capitana cuenta con un superpoder mucho menos genérico e interesante, el cual ha visto un relativamente cercano equivalente en el mundo real. Este poder es la capacidad de absorber energía que, a su vez, es la fuente de sus rayos energéticos. Aun cuando no existe la capacidad de absorción de energía al nivel de la Capitana como tal, mucho menos en seres humanos, podemos establecer un paralelo con este superpoder y un artefacto de la vida cotidiana; este es el teléfono celular.

Antes que todo, es necesario volver un poco en el tiempo, a inicios del siglo pasado, en especial, al año 1904. En este año, el inventor Nikola Tesla presentaba al mundo una torre, con la cual planteaba la idea de generar un





mundo libre de cables, donde toda la energía necesaria para hacer funcionar aparatos eléctricos fuese transmitida por el aire gracias a ella. Esta torre, conocida como Torre Tesla o Torre Wardenclyffe, podría funcionar por el concepto de inducción. De manera simplificada, la inducción funciona por medio de un lazo de cables enrollados alrededor de un imán, cuando la corriente eléctrica pasa por el cable genera un campo electromagnético alrededor del imán, el cual puede ser usado para transmitir voltaje.



Torre de Tesla.

Sin embargo, la inducción cuenta con un defecto fatal que volvería el sueño de Tesla prácticamente imposible, o impráctico en el mejor de los casos. La energía que es posible transmitir por dicho método, se reduce de manera exponencial según aumente la distancia entre la fuente de energía y el objeto que la recibe. Pasarían muchos años antes de que la transmisión de energía por inducción volviese a recuperar la atención del público general; esto ocurrió con un pequeño éxito en la forma de los cepillos de dientes eléctricos cargados por

este medio. Pero fue mucho mayor el revuelo generado por los teléfonos celulares cargados por medio de inducción, siendo esta una de las principales características alrededor de la publicidad de estos artefactos.

Una variación de la tecnología surgió en el cambio de inducción a tecnología de resonancia, la cual, en lugar de generar energía de manera omnidireccional, es capaz de dirigirla hacia un solo punto, aumentando así su eficiencia y la distancia de transmisión de la misma. Hoy en día podemos encontrar una amplia gama de variaciones en los celulares de carga por inducción; por ejemplo, la empresa Ossia en 2016 presentó un sistema con el cual la plataforma de carga ubica con exactitud la posición del dispositivo a cargar y transmite la energía sólo a ese punto. La ubicación del dispositivo es rectificadada continuamente, de manera que se puede estar en movimiento sin ningún problema.

Otro uso de la electricidad inalámbrica se encuentra en la industria automotriz, como en el caso de la empresa WiTricity que ha desarrollado sistemas capaces de cargar automóviles eléctricos de modo inalámbrico a través de una plataforma de reducido tamaño, de manera similar a los celulares.



Sistema para recargar automóviles de la empresa WiTricity.



Dentro del mismo campo podemos encontrar a la empresa Qualcomm, que diseñó y construyó un sistema capaz de cargar un vehículo eléctrico de forma dinámica hasta 20 kilowatts a velocidades de carretera, lo que esencialmente se traduce en una carretera capaz de cargar un automóvil mientras este se encuentra en movimiento.



Sistema para cargar un vehículo eléctrico de la empresa Qualcomm.

Nuevos sistemas de innovación son desarrollados día a día usando diferentes formas de tecnología, y si bien volar y lanzar rayos de energía como la Capitana suena aún un poco lejano hoy en día, no parece del todo falso decir que tenemos el poder de absorber energía, literalmente, al alcance de nuestras manos.

### Referencias

Digi-Key's North American Editions (2016). Inductive Versus Resonant Wireless Charging: A Truce May Be a Designer's Best Choice. [Internet,] de Digi-Key Electronics. Disponible en: <https://www.digikey.com/en/articles/techzone/2016/aug/inductive-versus-resonant-wireless-charging>

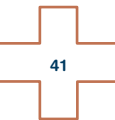
Ghose, T. (2015) How Does Wireless Charging Work? [Internet,] de LiveScience. Disponible en: <https://www.livescience.com/50536-what-is-wireless-charging.html>

Hurst, N. (2018) Is Wireless Charging for Cars Finally Here? [Internet,] de smithsonian.com. Disponible en: <https://www.smithsonianmag.com/innovation/wireless-charging-cars-finally-here-180970494/>

Lombardo, T. (2018) Wireless Power, But Not What Tesla Had in Mind. [Internet,] de engineering.com. Disponible en: <https://www.engineering.com/ElectronicsDesign/ElectronicsDesignArticles/ArticleID/16404/Wireless-Power-But-Not-What-Tesla-Had-in-Mind.aspx>

Qualcomm (2017). Qualcomm Demonstrates Dynamic Electric Vehicle Charging. [Internet,] de Qualcomm Incorporated. Disponible en: <https://www.qualcomm.com/news/releases/2017/05/18/qualcomm-demonstrates-dynamic-electric-vehicle-charging>

Tesla Memorial Society of New York (s. f.) Nikola Tesla's Idea of Wireless Transmission of Electrical Energy is a Solution for World Energy Crisis. [Internet,] de www.teslasociety.com. Disponible en: [https://www.teslasociety.com/tesla\\_tower.htm](https://www.teslasociety.com/tesla_tower.htm)



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

Consulta las instrucciones para autores en: <http://ingenieria.anahuac.mx/?q=node/528>





# Trivia para Facebook o Instagram

Ha llegado el momento de repasar temas de cultura general.

Te presentamos a continuación la Trivia, cuyas respuestas son de opción múltiple.

1) En la India, ¿cuál es el color más popular para un vestido de novia?

- a) Rosa
- b) Blanco
- c) Rojo
- d) Azul

2) ¿Cuál es el número primo de dos dígitos más grande?

- a) 91
- b) 96
- c) 99
- d) 97

3) ¿Dónde se encuentra el hueso más pequeño del cuerpo humano?

- a) Dedo meñique
- b) Nariz
- c) Oído
- d) Dedo pulgar

4) ¿Qué artista español dijo que se comería a su esposa cuando ella muriera?

- a) Pablo Picasso
- b) Salvador Dalí
- c) Joan Miró
- d) Mariano Fortuny

5) ¿Es el relámpago tres veces más caliente que el Sol?

- a) Falso
- b) Verdadero
- c) Generan la misma cantidad de calor
- d) No es posible hacer esa comparación



Manda tus respuestas al Facebook o al Instagram de +Ciencia:

 @mascienciaanahuac

 @mas.ciencia

## Referencias

General Trivia Questions and Answers (s. f). LaffGaff. Recuperado el 1 de abril de 2019, de: <http://laffgaff.com/general-knowledge-trivia/>

Los colores de la India (2013). Sobre Colores. Recuperado el 1 de abril de 2019, de: <https://sobrecolors.blogspot.com/2013/10/los-colores-de-la-india.html>

100 General Trivia Questions and Answers (s. f). Chartcons. Recuperado el 1 de abril de 2019, de: <https://chartcons.com/100-general-trivia-questions-answers/>

100 Science Trivia Questions and Answers (s. f). Chartcons. Recuperado el 1 de abril de 2019, de: <https://chartcons.com/100-bar-trivia-questions/>



## Respuestas de la Trivia anterior



1. c) Una carrera ciclista
2. d) Mar Mediterráneo
3. b) La primera leche materna
4. c) Gustave Eiffel
5. a) Dwight Eisenhower

Ahora te presentamos a algunos de los ganadores de la trivia de la edición anterior:



Los ganadores de la Trivia, Rodrigo Padilla de Juan, de cuarto semestre de Ingeniería Mecatrónica, y Carlos Eduardo Graterol Rosales, de sexto semestre de Arquitectura, estudiantes de la Universidad Anáhuac México, campus Sur, sostienen el llavero inteligente que recibieron como premio. Los acompaña Santiago Rivera Hararí, estudiante de Ingeniería Industrial y miembro del comité editorial de la revista.



Saúl Enrique Mendoza Ruiz, estudiante del noveno semestre de Actuaría, de la Facultad de Ciencias de la UNAM, resolvió de manera correcta el Problema ConCiencia "En el comedor del hotel" de nuestra edición anterior, por lo que recibió como premio un laberinto esférico Desafío 360°.



Samuel Saad Pastrana, estudiante del sexto semestre de Medicina, de la Universidad Anáhuac México, campus Sur, también resultó ganador de la trivia y fue premiado con un rompecabezas 3D.



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

Consulta las instrucciones para los autores en:

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

Email: [masciencia@anahuac.mx](mailto:masciencia@anahuac.mx)

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

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

Contáctanos en:

Email: [masciencia@anahuac.mx](mailto:masciencia@anahuac.mx)

 [mascienciaanahuac](#)

 [@mas.ciencia](#)





# Anáhuac

México

## LICENCIATURAS

- Actuaría
- Administración Pública y Gobierno
- Administración Turística
- Administración y Dirección de Empresas
- Arquitectura
- Artes Visuales
- Biotecnología
- Comunicación
- Derecho
- Dirección de Empresas de Entretenimiento
- Dirección de Restaurantes
- Dirección en Responsabilidad Social y Desarrollo Sustentable
- Dirección Financiera
- Dirección Internacional de Hoteles
- Dirección y Administración del Deporte
- Diseño de Moda, Innovación y Tendencia
- Diseño Gráfico
- Diseño Industrial
- Diseño Multimedia
- Economía
- Finanzas y Contaduría Pública
- Gastronomía
- Historia
- Inteligencia Estratégica
- Lenguas Modernas y Gestión Cultural
- Médico Cirujano
- Médico Cirujano Dentista
- Mercadotecnia Estratégica
- Música Contemporánea
- Negocios Internacionales
- Nutrición
- Pedagogía Organizacional y Educativa
- Psicología
- Relaciones Internacionales
- Teatro y Actuación
- Terapia Física y Rehabilitación

## INGENIERÍAS

- Ingeniería Ambiental
- Ingeniería Biomédica
- Ingeniería Civil
- Ingeniería en Sistemas y Tecnologías de Información
- Ingeniería Industrial para la Dirección
- Ingeniería Mecatrónica
- Ingeniería Química

## LICENCIATURA EMPRESARIAL

- Administración de Negocios



CONOCE  
NUESTROS  
PLANES  
DE ESTUDIO



### Campus Norte

Tel.: (55) 53 28 80 12  
LADA sin costo: 01 800 U ANAHUAC  
(8 2 6 2 4 8 2 2)  
preuniversitarios.norte@anahuac.mx

### Campus Sur

Tel.: (55) 56 28 88 00  
LADA sin costo: 01 800 U ANAHUAC  
(8 2 6 2 4 8 2 2)  
preuniversitarios.sur@anahuac.mx

[anahuac.mx/mexico](http://anahuac.mx/mexico)

## GRANDES LÍDERES

## Y MEJORES PERSONAS



# Programas de Posgrado de la **FACULTAD DE INGENIERÍA**

## SEMESTRALES

Inicio: enero y agosto

- Doctorado en Ingeniería Industrial
- Maestría en Ingeniería Industrial
- Maestría en Inteligencia Analítica
- Maestría en Logística
- Maestría en Tecnologías de la Información -  
*Business Intelligence*
- Especialidad en Gestión Informática
- Especialidad en Minería de Datos
- Especialidad en Planeación Estratégica
- Especialidad en Planeación Logística

## TRIMESTRALES

Inicio: enero, abril, julio y octubre

- Maestría en Ingeniería de Gestión Empresarial
- Maestría en Tecnologías para el Desarrollo  
Sustentable

f @PosgradosAnahuac

in Posgrados Anáhuac

twitter @Anahuac\_P

55 79 69 31 85  
55 79 69 31 87

DESCUENTO A EGRESADOS  
**20%**

Facultad de  
Ingeniería

**CADIT**  
CENTRO DE ALTA DIRECCIÓN EN  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRANDES LÍDERES

Y MEJORES PERSONAS

### Informes:

Centro de Atención de Posgrado y Educación Continua  
Tels.: (55) 56 27 02 10 ext. 7100 y (55) 53 28 80 87  
posgrado@anahuac.mx

[anahuac.mx/mexico/posgrados](http://anahuac.mx/mexico/posgrados)

Campus Norte