



REVISTA

CIENCIA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Año 8, N.º 24, Septiembre-Diciembre 2020

Air and gas temperatures



Air inlet



Air flow



Gas pressure



DESCUBRIENDO UN MATERIAL NUEVO
Roberto Salcedo y Citlalli Rios

EL CRONÓMETRO: MIDE MÁS QUE SOLO EL TIEMPO

Karla Ximena Ángeles Díaz

INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UN PARTEAGUAS EN EL TRATAMIENTO DE PARKINSON

Alejandra Alcalá Haddad

Oil pump

Oil

Start Run

¿Sabías que...? • Armado el rompecabezas • El piloto • La economía circular en la industria de las alfombras • Monitor cardiaco • Factory I/O. Simulación 3D de fábrica Seguridad, ¿a qué costo?

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

TRIMESTRALES

Inicio: enero, abril, julio y octubre

- MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE GESTIÓN EMPRESARIAL
- MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN E INTELIGENCIA ANALÍTICA
- MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE
- MAESTRÍA EN LOGÍSTICA

SEMESTRAL

Inicio anual: agosto de 2020

- DOCTORADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DESCUENTO A EGRESADOS
20%

f @PosgradosAnahuac

in Posgrados Anáhuac

tw @Anahuac_P

wh 55 40 10 70 60
55 79 18 21 59

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

Campus Norte

UNIVERSIDAD ANÁHUAC MÉXICO

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



Revista de la Facultad de Ingeniería

Año 8, N.º 24, Septiembre-Diciembre 2020

DIRECTORA EDITORIAL

Dra. María Elena Sánchez Vergara

COORDINACIÓN EDITORIAL

Dr. José Rafael Alanís Gomez

ASESOR Y REVISOR DE CONTENIDO

P. Sergio Salcido Valle, L.C.

COMITÉ EDITORIAL

Mtro. Pedro Guillermo Híjar Fernández

*Director de la Facultad de Ingeniería
campus México*

Dra. María Elena Sánchez Vergara

*Coordinadora del Centro
de Innovación Tecnológica*

Santiago Rivera Harari

Ana Paula Sánchez Grimaldo

Javier Arturo López Mendoza

Alumnos de Ingeniería Industrial

Alina Vásquez Salinas

Alumna de Ingeniería Química

Diego Alejandro Fuentes González

Guadalupe Karla Velasco Gómez

Sabrina Sofía Prieto Salazar

Alin Deyanira Flores García

Alejandra Alcalá Haddad

Alumnos de Ingeniería Biomédica

Eric Fernando García Parra

Pablo Iván Pérez Velazco

Alumnos de Ingeniería Mecatrónica

DISEÑO EDITORIAL Y PORTADA

Daniel Hurtado Rivera

CORRECCIÓN DE ESTILO

Bruno Aceves

Suscripciones

masciencia@anahuac.mx

+Ciencia. Revista de la Facultad de Ingeniería, año 8, n.º 24, septiembre-diciembre 2020, 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.: 55.5627.0210. 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.

LA COORDENADA (0,0)

En esta ocasión, es un placer para nosotros presentar la edición número 24 de nuestra revista +Ciencia, otro número más en el cual continuamos llevando información de índole científica a todos nuestros lectores, eligiendo como siempre una variedad de temas en las diferentes áreas de interés.

Para empezar, presentamos la sección “¿Sabías que...?”, en la cual Pablo Iván Pérez Velasco, alumno de Ingeniería Mecatrónica, nos informa sobre una recreación del fenómeno del Big Bang y nos cuenta cuál ha sido la temperatura más baja generada por el ser humano. En “Ciencia en las fronteras”, Roberto Salcedo y Citlalli Ríos nos ejemplifican, con una simpática historia, la importancia que tienen los materiales que nos rodean en el desarrollo de todas las tecnologías existentes en la actualidad, demostrando la importancia de sus descubrimientos.

En la gustada sección “Unos años después...”, recibimos a Christian Jiménez Jarquín, no solo egresado de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, sino también exintegrante del Comité Editorial de esta revista. Él nos cuenta cómo la adquisición de conocimientos de temas no relacionados a su carrera le ha ayudado en el campo laboral, aconsejándonos a siempre ampliar nuestros intereses. Para esta edición, en “1 idea = 1 cambio”, la también exintegrante del Comité Editorial, Michelle Elizabeth Silva Romero, explica cómo funciona el modelo de economía circular y la manera en la que impactaría de manera positiva en el medio ambiente.

Por otro lado, en la sección “Ciencia por alumnos”, Alejandra Alcalá Haddad nos describe cómo la inteligencia artificial está siendo de gran apoyo para la fabricación de aparatos que ayuden a mejorar la calidad de vida de las personas que padecen de

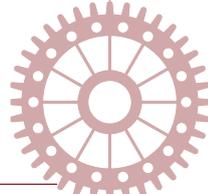
Parkinson ¡Le damos la bienvenida a Alejandra como nueva integrante del Comité Editorial! Gustavo Shepard Nava y Eric Fernando García Parra nos hablan sobre el monitor cardíaco, su funcionamiento y la importancia que tiene en el mundo de la medicina. Esto lo puedes encontrar en la sección de ¡Maquízate!

No podemos dejar de mencionar nuestra sección de “Utilízalo”, en la que, en esta edición, Javier Arturo López Mendoza, alumno de Ingeniería Industrial y también nuevo integrante del Comité Editorial, nos da información sobre el software de simulación Factory I/O. Para la sección “De la necesidad al invento”, Karla Ximena Ángeles Díaz nos cuenta acerca de la evolución e importancia que ha tenido el cronómetro en el mundo de la navegación.

Finalmente, en nuestra sección de “Integrando ingeniería”, el ingeniero Gonzalo Maldonado López Lira, profesor de la Licenciatura de Ingeniería Civil, nos presenta un interesante artículo sobre la revisión de una construcción después de los sismos de 2017. Este proyecto trata sobre la adaptación de la remodelación, a las nuevas normas de construcción en la Ciudad de México, y las implicaciones que tuvo dicha revisión. Por cierto, no te olvides de contestar nuestro “Problema ConCiencia” y también la trivía, enviando las respuestas al correo electrónico de la revista o a cualquiera de nuestras redes sociales, para así tener la oportunidad de ganar alguno de nuestros premios.

Como ya es nuestra costumbre, la revista +Ciencia, de nueva cuenta, ofrece a los lectores un compendio de artículos con temas de interés para todo tipo de personas. Esperamos que la disfrutes.

Guadalupe Karla Velasco Gómez



CONTENIDO

4 EDITORIAL

La coordenada (0,0)

Guadalupe Karla Velasco Gómez

6 EN CONTACTO CON LA FACULTAD

¿Sabías que...?

Pablo Iván Pérez Velasco

8 CORRESPONDENCIA CIENTÍFICA

10 UNOS AÑOS DESPUÉS...

Armando el rompecabezas

Christian Jiménez Jarquín

14 PROBLEMA CONCIENCIA

El piloto

15 1 IDEA = 1 CAMBIO

La economía circular en
la industria de las alfombras

Michelle Elizabeth Silva Romero

18 ¡CIENCIA EN LAS FRONTERAS!

Descubriendo un material nuevo

Roberto Salcedo y Citlalli Ríos

25 ¡MAQUINÍZATE!

Monitor cardíaco

Gustavo Shepard Nava

y Eric Fernando García Parra

27 DE LA NECESIDAD AL INVENTO

El cronómetro mide más
que solo el tiempo

Karla Ximena Ángeles Díaz

32 CIENCIA POR ALUMNOS

Inteligencia artificial:
un parteaguas en el tratamiento
de párkinson

Alejandra Alcalá Haddad

35 UTILÍZALO

Factory I/O. Simulación 3D
de fábrica

Javier Arturo López Mendoza

36 ¡INTEGRANDO INGENIERÍA

Seguridad, ¿a qué costo?

Ing. Gonzalo Maldonado López Lira

40 TRIVIA

CONTÁCTANOS EN:

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



mascienciaanahuac



@mas.ciencia



masciencia@anahuac.mx



¿Sabías que...?

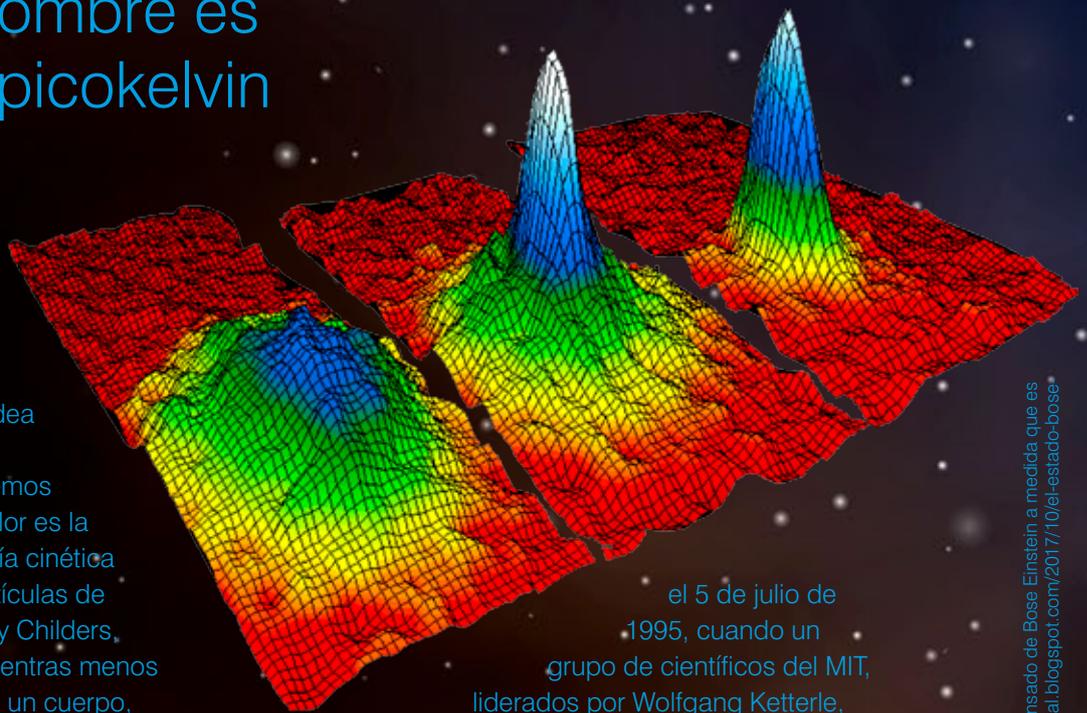
PABLO IVÁN PÉREZ VELASCO
Ingeniería Mecatrónica, 5.º semestre

Sólido, líquido y gaseoso, son los tres estados de agregación de la materia que nos han enseñado desde la primaria y que encontramos fácilmente en nuestra vida cotidiana. Pero ¿qué pasa cuando las temperaturas son llevadas al extremo? ¿Existe algún límite máximo o mínimo de temperatura? ¿Cómo se comporta la materia bajo esas condiciones?

La temperatura más baja lograda por el hombre es de 500 picokelvin

Para darnos una idea de cuánto es esta temperatura, debemos recordar que el calor es la cantidad de energía cinética que tienen las partículas de un cuerpo (Jones y Childers, 2001). Es decir, mientras menor temperatura tenga un cuerpo, menor será el movimiento de sus átomos. Por lo tanto, 0 grados Kelvin, conocido como el cero absoluto, es el valor teórico en el que los átomos de un cuerpo se encontrarían completamente estáticos.

500 picokelvin equivalen a 5×10^{-10} Kelvin y es la temperatura más cercana del cero absoluto que se ha alcanzado. Fue lograda



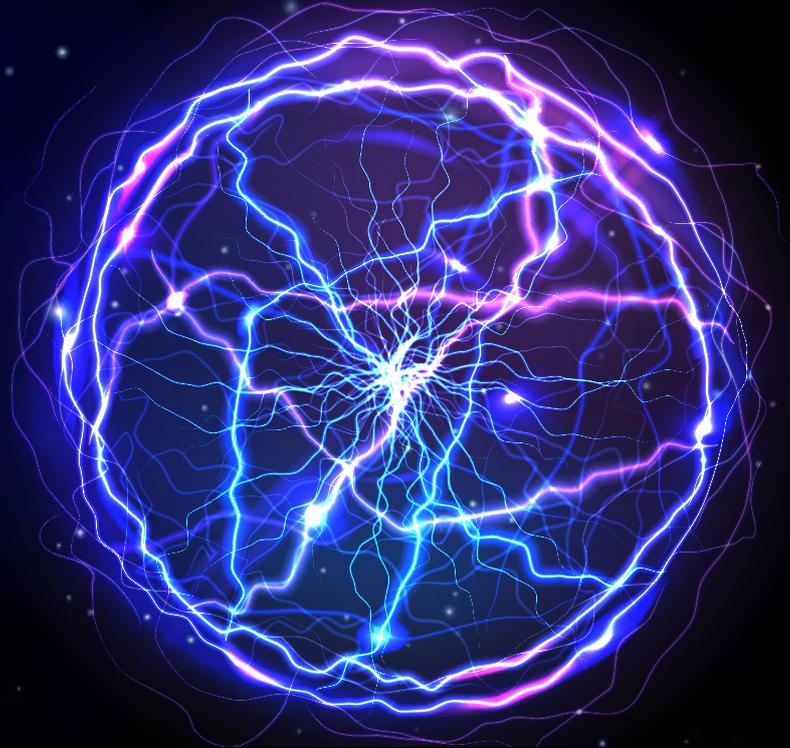
el 5 de julio de 1995, cuando un grupo de científicos del MIT, liderados por Wolfgang Ketterle, enfriaron átomos de sodio. Esto los llevó al descubrimiento de un nuevo estado de la materia, llamado Condensado de Bose-Einstein en honor a Satyendra Nath Bose y Albert Einstein, quienes habían predicho la existencia de tal estado en 1927. Gracias a este descubrimiento Ketterle y su equipo fueron galardonados con el Premio Nobel de Física en 2001 (MIT News, 2003).

Distribución de los átomos en un condensado de Bose-Einstein a medida que es enfriado. Tomado de: <http://cientificoficial.blogspot.com/2017/10/el-estado-bose-einstein-y-fermionico-el.html>



Se han alcanzado temperaturas 360 000 veces más altas que el interior del sol

Aunque el famoso Big Bang es la teoría más aceptada a la fecha sobre el origen del universo, aún quedan muchas dudas sin resolver sobre tan colosal acontecimiento. Debido a esto, en el año 2012, el Centro Europeo de Investigaciones Nucleares (CERN) se dio a la tarea de recrear las condiciones del origen del universo. Para ello hicieron colisionar iones de plomo al 99% de la velocidad de la luz, alcanzando una temperatura de 5.5 billones de grados Celsius, es decir, alrededor de 360 000 veces más caliente que el interior del sol. Esto dio como resultado un plasma de quark-gluones, material que se cree existió durante los primeros microsegundos después del Big Bang. (BBC Mundo, 2014).



Referencias:

- Arron, R. (2019). Tecnología que rompe los récords de la ciencia. Recuperado de: <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/innovacion/tecnologia-que-rompe-los-records-de-la-ciencia/>
- BBC Mundo (2014). La materia más caliente lograda por la ciencia. Recuperado de: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/08/120815_materia_caliente_cern_am
- Jones, E., & Childers, R. (2001). Física contemporánea. México: McGraw-Hill.
- Khan Academy. (2020). Calor y temperatura. Recuperado de: <https://es.khanacademy.org/science/chemistry/thermodynamics-chemistry/internal-energy-sal/a/heat>
- MIT News. (2003). MIT team achieves coldest temperature ever. Recuperado de: <http://news.mit.edu/2003/cooling>

Representación gráfica de una esfera de plasma. Tomada de: https://www.freepik.es/vector-gratis/bola-electrica-realista-o-esfera-plasma-abstracta_5867897.htm



¡TE RECORDAMOS QUE LAS FACULTADES DE INGENIERÍA DE LOS CAMPUS MÉXICO Y QUERÉTARO SEGUIMOS UNIDAS EN ESTE PROYECTO EDITORIAL!

Las últimas noticias de las que te queremos platicar son:

OBTENCIÓN DE PRIMEROS LUGARES EN EL X CONCURSO DE CARTELES DE INVESTIGACIÓN

La investigación es una actividad esencial para la Universidad Anáhuac México y un objetivo central en este sentido es promover la investigación entre la comunidad universitaria. Es en dicho contexto que se llevó a cabo

el X Concurso Anáhuac México de Carteles de Investigación para alumnos de licenciatura y de posgrado. En este evento, estudiantes de la Facultad de Ingeniería obtuvieron los primeros lugares.

En la categoría de Licenciatura:

Clasificación	Título del cartel	Alumnos	Licenciatura
1.º Premio	Análisis estructural de películas delgadas por el método de haz de iones focalizado	Rocío Sánchez Ruiz	Ingeniería Ambiental
3.º Premio	Sistema de calorimetría indirecta para la obtención de gasto energético en ratas de laboratorio	Rodrigo Cortés Sánchez	Ingeniería Mecatrónica





En la categoría de Posgrado:

Clasificación	Título del cartel	Alumnos	Licenciatura
 3.º Premio	Diseño y fabricación de dispositivos opto electrónicos fotovoltaicos	Yazmín Paola Aguirre Macías	Ingeniería Mecatrónica

¡Felicitamos a los ganadores de tan importante evento e invitamos a todos los alumnos de la Facultad de Ingeniería a sumergirse en el interesante mundo de la

investigación científica! En la Facultad encontrarás profesores-investigadores que te pueden dirigir en proyectos científicos de nivel internacional.

PREMIO A LA EXCELENCIA ACADÉMICA



Felicitamos a todos los alumnos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Anáhuac México que obtuvieron el Premio a la Excelencia Académica. Son un ejemplo para toda nuestra comunidad estudiantil.

Campus Sur:

Lupita Aline Feria Núñez

Campus Norte:

Isabel Gutiérrez Loría
 Montserrat Gutiérrez Palmero
 Mónica Lizeth Gómez Vicente
 Olga Kababie Atach
 Carlos Degetau Sánchez-Mejorada
 María Fernanda González Ballescá
 Andrea González Ayala
 Ixchell Gutiérrez Loría
 Clara de Asis Márquez Muciño
 Oscar Antonio Quiroz Lázaro
 Gerardo Hanna Soto
 VíctorManuel Fonseca Rangel
 Mara De Diego Esteva
 Iker Bring Anaya





Unos años después...

ARMANDO EL ROMPECABEZAS

CHRISTIAN JIMÉNEZ JARQUÍN

Ingeniería Mecatrónica, Universidad Anáhuac México, generación 2013-2017

Exintegrante del Comité Editorial de la revista *+Ciencia* (2015-2017)



Este año ha estado lleno de cambios inesperados. Muy seguramente tanto tú como yo hemos tenido que hacer cambios en nuestro estilo de vida: desde cómo interactuamos con nuestros amigos y familiares; cómo estudiamos, trabajamos, adquirimos nuevos bienes/servicios o incluso cómo nos divertimos. Muchas personas aprendimos a estar más cerca de la tecnología, ahora más que nunca (incluso dependemos de ella en mayor medida en nuestras tareas diarias). Si antes solíamos utilizar el celular o la computadora para navegar en nuestras redes sociales, muy seguramente ahora pasamos más tiempo frente a



nuestros dispositivos, ya sea para trabajar remotamente, asistir a clases virtuales, hacer compras en línea, y más. Gracias –entre otras cosas, por supuesto– al internet y a las telecomunicaciones, nuestro mundo sigue avanzando. Y gracias a la Universidad Anáhuac México, he podido iniciar una carrera en esta creciente industria.

Actualmente, dirijo la implementación de soluciones tecnológicas en telecomunicaciones para pequeñas y medianas empresas estadounidenses; es decir, buscar áreas de mejora en sistemas de redes, nubes, seguridad, comunicaciones en tiempo real o sistemas digitales, lo cual permite a las empresas la optimización de sus actividades, llámese, bancos que buscan mejorar sus sistemas de pagos, universidades que ahora imparten todas sus clases en línea, comercios de *retail* que buscan migrar a plataformas *e-commerce* o incluso industrias que buscan implementar el ya famosísimo internet de las cosas en sus operaciones diarias.

El haber estudiado una carrera como Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Anáhuac México, me permitió adquirir no solo conocimientos específicos de la carrera que estudié, sino que también me brindó la oportunidad de conocer y estar en contacto con una gran variedad de profesiones a través de materias electivas, así como el desarrollo de habilidades que son ahora demandadas en el entorno laboral, como liderazgo y trabajo en equipo, entre otras.

Si me permites darte un consejo, ¡arriégate!, acércate un poco a aquello que parece desconocido o algo por lo que sientas curiosidad aunque no esté re-

lacionado directamente con tu profesión; por ejemplo, si eres un estudiante de ingeniería y te interesa saber cómo mejorar tus finanzas personales o cómo hablar en público, cómo diseñar una página web, o cómo escribir una crítica de cine, tal vez puedas tomar una clase optativa; no digo que busques algo particularmente avanzado, sino más bien una buena introducción que te permita conocer algo nuevo y diferente a aquello que tú dominas; si no es algo que puedas aplicar de manera inmediata, al menos puede ser útil en una conversación con quien menos te lo imagines.

Cada una de estas habilidades y pedazos de información se pueden considerar piezas de un rompecabezas. Al momento de estudiarlas tal vez no puedas ver cómo se relacionan unas con otras, pero una vez que comienzas a poner en práctica tus conocimientos en el mundo laboral podrás ver cómo comienzan a encajar entre sí. A lo largo de mi carrera, me aseguré de incluir en mi plan de estudios materias y talleres electivos sobre actividades que me llamaban la atención y que sabía que de alguna u otra forma me servirían en el mediano o largo plazo; materias como finanzas, idiomas, talleres de liderazgo empresarial, innovación e incluso enología, me han servido más de lo que pensé.

El tener un sólido fundamento en temas relacionados con la ingeniería mecatrónica así como información valiosa de distintas áreas, me ayudó a conseguir mi primer trabajo, algunos semestres antes de mi graduación, como Technical Account Manager Intern en Microsoft; fue entonces cuando vi por primera vez cómo es que esas piezas de las que te



Unos años después...

hablo comenzaban a embonar una a una. Además, pude experimentar de primera mano cómo es que surgen soluciones tecnológicas basadas en problemas reales, que son implementadas en diversas industrias y claro, cuál es el proceso de desarrollo de ingeniería detrás de estas soluciones.

Habiendo egresado de la carrera, ingresé como Project Manager a AT&T; entonces era yo quien coordinaba la implementación de las soluciones de tecnología y en esos días las habilidades adquiridas en otras materias me ayudaron de sobremanera; no solo era quien entendía las tecnologías de internet, las redes virtuales o los protocolos de comunicación, sino que también era la persona que entablaba la comunicación con gerentes, directores o tomadores de decisiones para que las soluciones fueran entregadas, de acuerdo con especificaciones técnicas, en tiempo y forma.

Hoy continúo encargándome de dirigir proyectos tecnológicos de telecomunicaciones, esta vez trabajando de manera remota para una empresa estadounidense con sede en Dallas, Texas, llamada NetSpark IP & Telecom; en la cartera

de clientes que manejo se encuentran empresas que pudieron haber visto sus operaciones afectadas debido al ambiente global que estamos atravesando, de no haber sido por las mejoras tecnológicas que junto con mi equipo hemos implementado. En esta empresa sigo teniendo la oportunidad de aplicar no solo conocimientos técnicos, sino también habilidades aprendidas a lo largo de estos años (tanto profesionales como no profesionales) en proyectos muy diversos, justamente como los mencionados anteriormente, y por supuesto me fascina seguir aprendiendo cosas nuevas día a día.

Hablando de telecomunicaciones, aquí un par de preguntas muy sencillas para ti. ¿Sabes cómo funciona el internet (sí, aquello que usas todos los días)? Seguramente sabes que te tienes que conectar "a la red", pero ¿quién controla esa red? ¿Cómo se logra esa comunicación? ¿Cómo estás seguro de que alguien no ha intervenido tu comunicación y tu información esté siendo comprometida? ¿Qué tal buscar las respuestas ahora mismo? Quién sabe, tal vez esta información sea útil en el futuro al menos para mantener una conversación.

¿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





EL PILOTO

Roberto es un piloto experimentado que tiene que aterrizar en un portaaviones que se encuentra en el Caribe. Cuando aterriza lo hace a una velocidad de 90 m/s y se detiene en su totalidad a una distancia de 0.1 km.

¿Cuál fue la aceleración necesaria para detener el avión?

¿En cuanto tiempo Roberto detuvo el avión?

¡Anímate, calcula y gana cualquiera de los interesantes 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 al correo: masciencia@anahuac.mx o a cualquiera de las redes sociales.

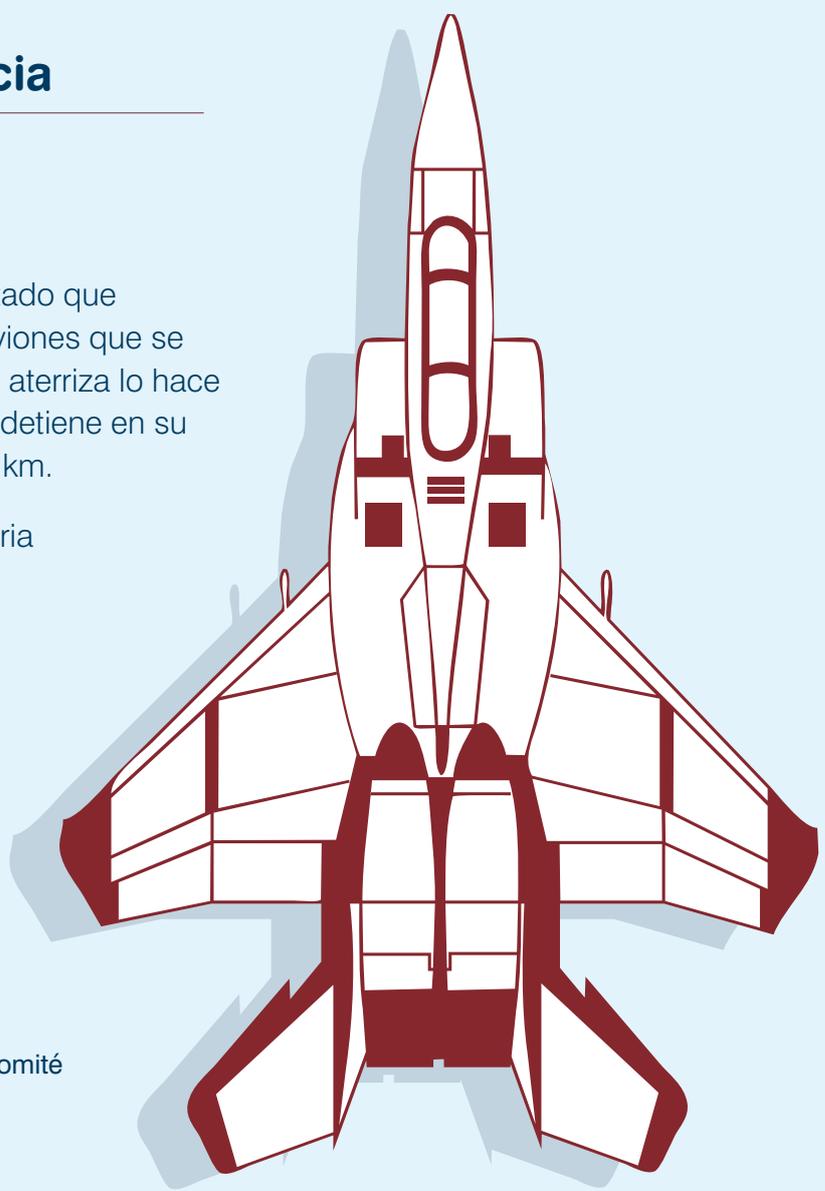
Correo electrónico: masciencia@anahuac.mx

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

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

Referencia:

Tippens, P. (2011). *Física, Conceptos y aplicaciones*. México: McGraw-Hill.



Respuesta del problema
ConCiencia anterior:
"TOMANDO EL TREN"

Se cruzan a una distancia
de 75 km de Villaverde
a las 14:00 h.



La economía circular en la industria de las alfombras

MICHELLE ELIZABETH SILVA ROMERO
9.º semestre, Ingeniería Ambiental

Hoy nuestro sistema económico de producción funciona en una modalidad lineal, es decir, que nuestra producción está diseñada y basada en la obtención de materia prima a partir de la explotación de recursos naturales. Para obtener un producto final, la materia prima se procesa junto otros componentes, que a la vez generan residuos. El producto final es llevado al mercado para su compra y al terminar su corta vida útil, se convierte en desecho. Estos desechos representan una situación preocupante al no poderse degradar o integrar a la naturaleza. Debido a su composición, persisten en el planeta, nuestro hogar, y contribuyen a la construcción de un cementerio de basura. Sin embargo, la economía circular pretende eliminar la concepción de desecho de los productos al final de su vida útil. Desde un inicio, son diseñados para ser capaces de reintegrarse a la naturaleza o a un proceso como materia prima, ya sea el mismo proceso o uno diferente. Entendamos mejor este concepto en un caso aplicativo en la industria de las alfombras. Ray Anderson, fundador de la empresa Interface Carpets, percibió la problemática generada por la economía lineal en la manufactura de alfombras. Por lo tanto, buscó reformular su proceso de producción y poner de cabeza el clásico sistema industrial de obtener, fabricar y desechar.

Una de sus grandes inspiraciones para migrar este cambio de ideología fue leer el libro de Paul Hawking, *La Ecología del Comercio*, en el cual se reconoce que las industrias y el comercio son grandes responsables del mal uso de los recursos del planeta, ocasionando un deterioro de la biósfera y condenándose a sí mismo un “saqueador de la Tierra”. Por lo tanto, la misma industria y comercio deben ser los líderes que nos lleven hacia la sustentabilidad, así que Ray quería cambiar y declararse un “saqueador en recuperación”.

Interface Carpets decidió transformar la manera que fabricaban alfombras, cambiando la cadena de suministro, el diseño y proceso de producción de un producto basado en petróleo como materia prima a uno que disminuyera el impacto ambiental. Comenzó por rediseñar la lógica de su negocio, creando un sistema llamado alfombras modulares. Éste consiste en la fabricación de alfombras por medio de módulos y *planks* (rectángulos), en lugar de rollos. Esto permite facilitar la instalación y el mantenimiento, debido a que de ser necesario reemplazar una zona de la alfombra, se reemplazará únicamente esa zona y no la alfombra completa. En comparación con las alfombras en rollo tradicionales, se generan alrededor de 90% menos residuos, facilitando la recuperación y el reciclaje.



1 Idea = 1 Cambio

La empresa se inspira constantemente en la biomimética, una ciencia que se basa en la sabiduría de la naturaleza. Por lo que, adicionalmente, en lugar de usar los adhesivos tradicionales, Interface Carpets utiliza un sistema llamado *TacTiles*, cuadrados adhesivos de 3 pulgadas que, al ceñirse al suelo, crean una estabilidad dimensional sin pegamento. El diseño de *TacTiles* se inspiró en los geckos, pues estas lagartijas tienen la capacidad de adherirse a las superficies desde cualquier ángulo por la fuerza intermolecular de más de un millón de pelitos en sus patas. El sistema de *TacTiles* utiliza la fuerza inherente de las bases para crear un “piso flotante” dimensionalmente estable, con mayor flexibilidad para su instalación y reemplazo selectivo; su producción de COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles) es casi nula y su huella ambiental es 90% inferior a los adhesivos convencionales.

Interface Carpets cambió su suministro de producción por una materia prima reciclada, para reducir la dependencia del petróleo y desviar los desechos del relleno sanitario al aprovecharlos como materia prima. Por lo tanto, creó su propio programa de reciclaje integral, ReEntry, para reciclar la fibra de *nylon* y la base de la alfombra modular. ReEntry es un servicio para el consumidor y el medio ambiente que consiste en recibir las alfombras que terminaron con su vida útil. De este modo, Interface Carpets ha propuesto un modelo de servicio en el que puedes adquirir sus productos, pero comprometiéndolo al cliente a regresarlo cuando su vida útil haya acabado. Adicionalmente, se presenta la opción de rentarlas, por lo que la empresa se ocupa del mantenimiento de las alfombras por el tiempo acordado y cuando dejan ser necesitadas, se ocupan del punto final de sus productos.

Otra importante fuente de materia prima proviene del reciclaje de la fibra de *nylon* gracias a la iniciativa Net-Effect, la cual busca contra-

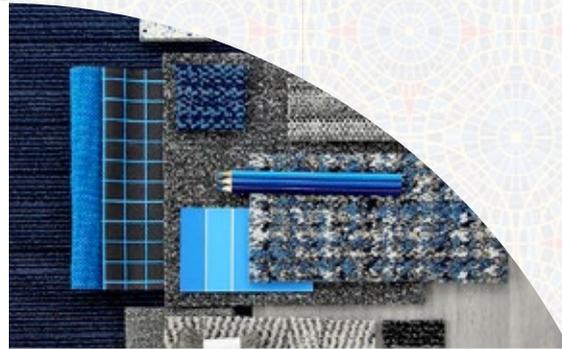
restar el creciente problema de contaminación en el mar por redes de pescar desechadas que amenazan la supervivencia de arrecifes y biota de las localidades. Esto se lleva a cabo mediante alianzas con las comunidades costeras más pobres del mundo y colaborando con Zoological Society of London y Aquafil. De este modo, se recolectan las redes, limpiando las playas y mares, y son recicladas en hilo nuevo de *nylon* para la fabricación de alfombras. Esto se traduce en un ganar-ganar para todos, siendo un modelo que requiere de menor materia prima virgen y es una nueva fuente de ingresos para estas comunidades.

Interface Carpets no ha parado de buscar nuevos retos e iniciativas para alcanzar un nivel de sustentabilidad mayor, pues se encuentran comprometidos en monitorear los Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidos durante cada etapa de su proceso. La empresa ha logrado llegar a un balance neto de carbono, gracias a la neutralización de todas las emisiones, en conjunto con las compensaciones y cambios realizados por su diseño inteligente de producción. De hecho, su línea Carbon Neutral Floors son productos neutros en carbono durante todo su ciclo de vida. En adición, con su programa Climate Take Back, mantienen una fuerte convicción de realizar una descarbonización radical, enfocándose en cuatro áreas específicas de recuperación climática: realizar negocios de manera que devuelvan lo que toman de la tierra, generar productos capaces de capturar el carbono presente en la atmósfera, dirigir una re-revolución industrial donde la industria trabaje con la naturaleza y no contra ella para crear un cambio positivo, y realizar iniciativas de reconstrucción y preservación de bosques y océanos.

Como podemos ver, la empresa Interface Carpets ha revolucionado el sistema clásico industrial y económico, encontrando el balance en la dimensiones social, económica y am-



Diseño Interface Carpet. Tomada de [1].



Diseño modular de alfombras Interface Carpet. Tomada de [2].



Programa Net-Works. Tomada de [4].



TacTiles. Tomada de [5].



Sistema modular Interface Carpets. Tomada de [5].

biental. No obstante, esto solo representó el comienzo de un viaje y compromiso continuo de crecimiento y mejoramiento que posee la empresa, hambrienta de innovar, crecer y contribuir de manera positiva a su entorno. Ray Anderson asegura que “somos, todos y cada uno de nosotros, una parte de la red de la vida. El continuo de la humanidad. Y tenemos que hacer una elección durante nuestra breve visita a esta hermoso planeta vivo, azul y verde, lastimarlo o ayudarlo”. Tomemos esa decisión y ayudémoslo.

Referencias:

[1] Interface, Inc. (2020) Corporativo. Recuperado de https://www.interface.com/LA/es-MX/segments/corporate-es_LA

[2] Interface, Inc. (2020) Estudio de diseño Interface. Recuperado de https://www.interface.com/LA/es-MX/design/design-services-es_LA

[3] Interface, Inc. (2020) Interface. Recuperado de <https://www.interface.com/LA/es-MX/paginadelInicio>

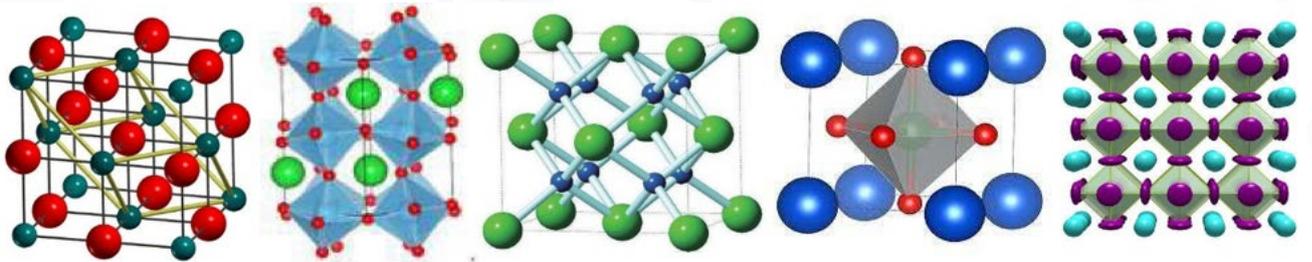
[4] Interface, Inc. (2020) Reciclaje. Recuperado de https://www.interface.com/LA/es-MX/sustainability/recycling/recycling-es_LA

[5] Interface, Inc. (2020) TacTiles – The Easy Way to Install Modular Flooring without Glue. Recuperado de https://www.interface.com/EU/en-GB/about/modular-system/TacTiles-en_GB

[6] TED (2009). Ray Anderson sobre la lógica de negocio de la sustentabilidad. Recuperado de https://www.ted.com/talks/ray_anderson_on_the_business_logic_of_sustainability/transcript?source=email&language=es



DESCUBRIENDO



UN MATERIAL NUEVO

ROBERTO SALCEDO Y CITLALLI RIOS
Instituto de Investigación en Materiales, UNAM

Vivimos en un mundo muy cómodo. Únicamente hace falta estirar la mano y tomamos un objeto que va a cumplir cualquiera de miles de funciones diferentes. Tenemos a disposición el cepillo para el pelo, la rasuradora, los cubiertos en la mesa, los platos y las tazas y yendo más allá, el celular, la *laptop*, los cuadernos, lápices, bolígrafos, el automóvil, el transporte público, etcétera. No nos damos cuenta, pero la evolución cultural, social y tecnológica nos ha colocado en una posición de mucho bienestar.

Pero ¿cómo es que llegaron todos estos objetos a formar parte de nuestra vida cotidiana?

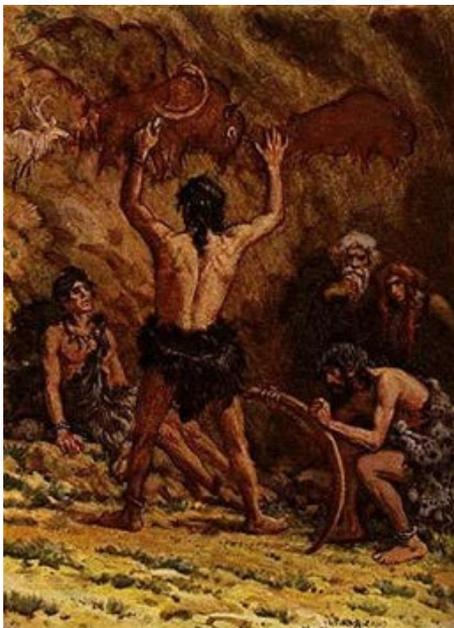




Imaginemos que esta noche nos acostamos a dormir y en la mañana despertamos en el suelo de una caverna y por cobija tenemos únicamente un poco de hierba seca o, en el mejor de los casos, la piel reseca y mugrosa de un animal que murió ya hace algún tiempo. Un sabio loco (y bromista) nos hizo el favor (¿?) de transportarnos por medio de su máquina del tiempo al año 33791 a.C. y tenemos la inmensa fortuna de pertenecer a una tribu de paisanos cromañones.

Si logramos acordarnos con nostalgia de nuestros tiempos siglo-veintiuneros (no sé si la máquina del tiempo borra la memoria), veremos que perdimos muchas de las comodidades con las que contábamos. Se podría repetir la lista del párrafo anterior; sin embargo, si reflexionamos un poco nos daremos cuenta de que la gran ventaja que perdimos, la gran herencia que nos han dejado todos los siglos de estudio de muchas generaciones se reduce a una palabra que podría parecer simple, pero que tiene un gran significado: *materiales*.

¡Perdimos los materiales!



Un material se puede definir como una sustancia que posee peso, o volumen, o incluso forma, dependiendo del estado de agregación en el que se encuentre, pero que además cuenta con características específicas que le pueden dar una determinada utilidad. Entonces, en nuestro viaje a la casa de los abuelos perdimos las aleaciones con las que están hechos los cubiertos o muchas partes de los automóviles o del transporte colectivo, los plásticos de las cubiertas de los utensilios domésticos, el celular, las pantallas, la cerámica de nuestros trastos o dientes postizos y además otros materiales que no tenemos tan en cuenta por desconocimiento, los cristales líquidos de las pantallas, los pares iónicos de las baterías o los semiconductores de los circuitos integrados.

Ir a la caverna nos costó muy caro y si tenemos la posibilidad de recordar nuestra vida en la época actual y todas sus comodidades, seguramente nos pondremos muy tristes. Pero deprimirse no es buena idea en la Edad de Piedra. Debemos estar alerta porque en cualquier momento un tigre dientes de sable podría convertirnos en su sabrosa cena. Para aliviar la nostalgia vamos a reflexionar cuánto hemos ganado en tantos siglos de experiencia. Afortunadamente en el transcurso de todo ese tiempo ha habido varios señores muy inteligentes o con mucha suerte que han puesto los materiales a nuestra disposición porque por alguna razón los descubrieron. Y justo ahora, en la Edad de Piedra, tendremos la gran oportunidad de presenciar un momento de gran trascendencia, el descubrimiento de un material nuevo. Así que pongámonos cómodos y preparémonos para la gran hazaña.

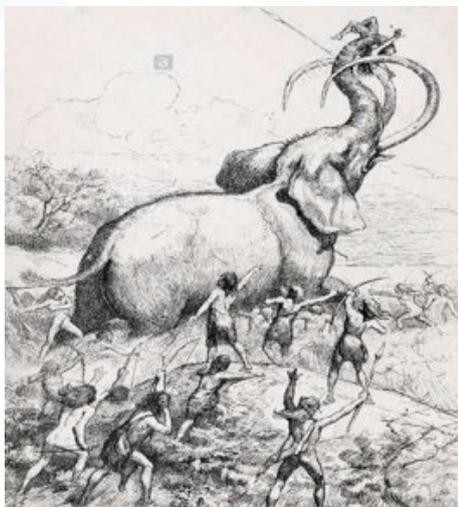
La caverna donde hemos aparecido es hogar de Truk, un joven troglodita que gusta de ir a pasear junto al mar. Por ser paseador no era muy buen trabajador y ya varios miembros de la tribu lo ven con malos ojos por su actitud displicente (es una manera de llamar a la hol-



gazanería). Esta mañana Truk decidió escabullirse para no ayudar a mover piedras junto a la caverna y se fue por la selva hacia su playa favorita. Después de un par de horas de disfrutar de las olas y el sol, súbitamente vio llegar un visitante. De entre la vegetación de la selva surgió un inmenso mamut.

Truk no era tonto (era nada más flojo), su cerebro empezó a funcionar a gran velocidad (dicen que esa característica del hombre de Cro-Mañón es la que le permitió sobrevivir hasta la época actual), regresó rápidamente a la caverna y comunicó a los demás habitantes de la presencia del exquisito y enorme filete. Dando a entender que él había pasado la mañana entera consiguiendo la cena para la tribu. Ser el héroe del cuento es siempre muy tentador.

Como resultado, la playa y el mamut recibieron la visita de una treintena de huéspedes armados de lanzas, piedras y mucha hambre. Saldo final: algunos muertos, varios heridos y un descomunal mamut que brindará alimento por semanas. Truk ha pasado de ser el perezoso del grupo al gran campeón que alimentó a la tribu. Aunque hemos de decir que pasó la mayor parte de la hazaña brincando, gritando y dando ánimo desde lejos a sus compañeros que libraban la batalla. A nuestro campeón le falta un poco de valor, pero esa es otra historia.



En la actualidad es un problema cargar algo que pesa cinco toneladas y en las épocas de Truk también, entonces se decidió llamar a las muchachas de la tribu con todos sus pedernales de cocina para condimentar “el pollo” en la misma playa. Entre todos y con mucha inventiva idearon unas horquetas, le atravesaron al mamut un tronco de lado a lado y lo pusieron a dar vueltas sobre una inmensa hoguera. Utilizaron medio bosque para que alcanzara (en la Edad de Piedra no había ningún tipo de control ambiental).

El mamut quedó delicioso.



Al día siguiente toda la gente se quedó en la caverna digiriendo el succulento banquete. Además se propusieron clasificar y guardar todo aquello aprovechable que quedó del mamut. Truk comió como cinco Truks el día del festín y después durmió por treinta horas seguidas.

Dejemos que el campeón Truk continúe descansando de su gran aventura y conozcamos a otras integrantes del grupo.

Entre las mujeres de la tribu vivían Chila y Nala, dos jóvenes muy amigas: Chila era venerada y asediada por todos los hombres de la tribu por poseer una espléndida figura. Recordemos que nos hemos trasladado a la prehistoria y el prototipo de mujer ideal de entonces es



aquella con un cuerpo exuberante, justo como el de Chila; su amiga Nala distaba mucho de ser una Venus prehistórica, su figura era más bien delgada y fina y por eso pasaba más o menos desapercibida para la tribu (hasta para su mamá). Sin embargo, eso no desanimaba a Nala, quien era muy trabajadora, inteligente y sumamente curiosa.



Y es precisamente su curiosidad la que está a punto de cambiar su vida y la de toda su tribu. El día posterior a la gran comilona había relativamente poco trabajo en la caverna y Nala decidió ir a ver los restos de la fogata. La mañana era muy fresca y el viento frío se colaba entre sus piernas haciéndola estornudar, se dio cuenta de que en donde había estado la fogata la arena aún se sentía caliente, se recostó en ese sitio y comenzó a jugar con la arena tibia que le daba una sensación de agradable calor.

En un momento dado introdujo su mano entre la arena y sintió un objeto muy duro, pero al mismo tiempo muy suave. Lo tomó con fuerza y lo extrajo del lugar donde estaba sepultado. El asombro de Nala no tuvo límites, en su mano tenía el objeto más hermoso que hubiera visto en su vida, era un cristal transparente con lados definidos como caras de gran tersura y vértices marcados y ocupaba la mitad del hueco de su mano. Por alguna extraña razón Nala sintió que tenía algo valioso en su mano.

Al principio pensó en esconderlo en la playa e ir a contemplarlo cada vez que pudiera escapar por un rato, comenzó a dar vueltas alrededor del sitio buscando algún buen escondite. Sin embargo, había una fuerza irresistible que la obligaba a voltear a verlo constantemente. Dejó la búsqueda de un escondite y reflexionó: ella quería seguirlo viendo y tenerlo con ella por siempre.



Con los dientes cortó una liana delgada que colgaba de un árbol de la selva cercana, se las ingenió durante un par de horas en alguna forma de amarrar su cristal sólidamente con la liana y después de lograrlo se lo ató al cuello a manera de collar. Sintióse feliz, regreso a la caverna.

Al día siguiente lo que había sido simplemente un gusto (eso sí, un súper gusto) de Nala se volvió todo un acontecimiento en la caverna. Todos admiraban el brillante objeto que Nala llevaba colgado en el cuello. Ese hipnotizante brillo solo podía ser producto de algún tipo de magia. Eso era, ¡Nala llevaba un amuleto mágico en el cuello!

Todos querían ver la maravilla, inclusive trataron en repetidas ocasiones de tocar el colgante y de hecho dos o tres impertinentes (de ambos sexos) se acercaron a ella con malas intenciones. La pequeña Nala pasó de ser prácticamente invisible a alguien importante y sin saber de dónde, surgieron guardias que la cuidaban y acompañaban a todos lados (has-



ta para ir al baño). Y la pobre Chila vio cómo de un día para otro desaparecía su popularidad: su consuelo fue convertirse en la confidente de la persona más importante del clan.

Obviamente se le interrogó, pero debemos comprender que en aquella época el lenguaje era muy limitado a diferencia de la imaginación, que era inmensa. Pronto existieron diversas versiones acerca del origen del amuleto mágico: en una Nala había dado a luz al cristal y debía considerársele como algo sagrado; en otra la Luna se lo había regalado y entonces creían que ella mantenía relaciones interplanetarias. Algunos descabellados pensaban que no era mala idea poner a ambos (el cristal y Nala) en una hoguera para aplacar la ira divina. Nala con sus cortos medios únicamente repetía la verdad, ella extrajo el cristal de los restos de la hoguera donde cocinaron el mamut. No podremos saber hasta dónde hubieran llegado las cosas porque todas las especulaciones cesaron al arribar visitas a la caverna. El aroma del mamut rostizado y la historia de la cacería se habían diseminado rápidamente y tribus vecinas de otras cavernas mandaron embajadores en busca de negociaciones para poder obtener al menos una costilla del enorme mamut. Una tribu en particular que era muy grande (y agresiva) pretendía llegar y tomar sin más todo lo que quedaba del mamut y estaban dispuestos a todo para conseguirlo. En un momento muy tenso ambos jefes se enfrentaron cara a cara con todos los integrantes de su tribu detrás de ellos, armados y listos para el combate.



De pronto, los miembros de la tribu vecina repararon en el cristal de Nala y como había sucedido antes, quedaron hipnotizados por su esplendor. Inició la segunda ronda de especulaciones y una mujer de los invasores mencionó que la niña llevaba un trozo de cielo en el cuello y que debía ser hechicera. Súbitamente los miembros de la tribu invasora tiraron sus armas y se inclinaron ante la sacerdotisa del cielo.

El jefe de la tribu de Nala se dio cuenta de todo el partido que podía sacar de su niña maravillosa y su cristal mágico (la astucia era un requisito para sobrevivir en esta salvaje era) y aprovechando el momento se acercó a Nala, la abrazó y la llamó su amada hija.

La situación cambió completamente, se establecieron verdaderas negociaciones, se intercambiaron armas, regalos y alimentos y a la larga se llegó a formar una especie de asociación entre ambos grupos porque todos querían pertenecer al clan de los hijos del cielo, todo esto gracias al cristal de Nala.

Y ahora reflexionemos un poco en el gran suceso de la playa. ¿Qué era ese cristal maravilloso que Nala descubrió?

La respuesta es muy sencilla. ¡Era vidrio! Los miembros de la tribu nunca habían cocinado un mamut entero sobre el suelo de arena de la playa, nunca habían levantado una hoguera de esa magnitud (tamaño mamut) y sin darse cuenta al mismo tiempo que cocinaban al mamut cocinaron también la arena llevando a cabo la siguiente reacción:



El compuesto dióxido de silicio (SiO_2) se conoce como cuarzo de una manera elegante. Sin embargo, en la calle o en la ferretería se le conoce como arena (o piedras, o de la manera más humilde como tierra). Es el compuesto más abundante en nuestro planeta y por lo

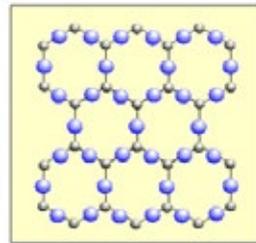


mismo se le encuentra en todos lados y en muy diversas formas. Por ejemplo, algunos silicatos de berilio se conocen como esmeraldas y otros de manganeso o aluminio se llaman granates, esas son joyas muy apreciadas. Pero volviendo a nuestra historia, los miembros de la tribu de Nala hicieron la reacción de cuarzo (SiO_2) y carbonato de sodio (Na_2CO_3) que son componentes comunes en la arena de las playas y sin darse cuenta descubrieron el primer material artificial: el vidrio.

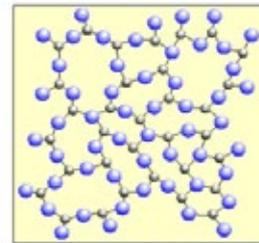
Y ya que estamos entusiasmados describiendo al vidrio, vamos a hablar un poco de otro material que es muy similar e incluso comúnmente es tratado como un sinónimo del vidrio. Sin embargo, es de hecho bastante diferente: el cristal. El vidrio es un curioso misterio de la ciencia, su acomodo a nivel molecular puede llegar a ser inclusive amorfo. En contraste, un cristal es una de las cosas más simétricas que hay en la naturaleza y es que el problema es bastante complejo: todos estamos acostumbrados a que la materia puede existir únicamente en tres estados de agregación, sólido, líquido o gas, pero la realidad que han encontrado los científicos es mucho más compleja. Existen otros estados que presentan peculiaridades únicas, por ejemplo el fuego, que justamente es otro estado de la materia diferente a los tres antes citados y al que se le denomina plasma. Por increíble que parezca, el humilde vidrio de la ventana de nuestro cuarto o del envase de nuestro refresco (o cerveza) no se encuentra en estado sólido, aunque a nuestra vista parece que sí. A este quinto estado de la materia se le denomina precisamente estado vítreo.



El estado vítreo se asemeja mucho al estado sólido (aunque es un poco más elástico). Sin embargo, presenta una característica importante del estado líquido a la que científicamente se le llama isotropía óptica y que en la calle se conoce como transparencia. Los científicos denominan a esta textura como la de un líquido sobre-enfriado (de hecho, el vidrio fluye, aunque con una lentitud desesperante) y su estructura molecular no necesariamente es simétrica, puede tener muchos grados de desorden hasta llegar al estado amorfo.



Estructura cristalina.



Estructura amorfa.

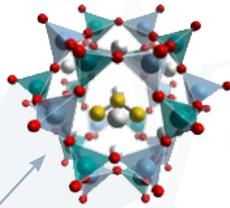
En el otro extremo están los cristales que tienen marcadas diferencias respecto al vidrio que se describe arriba. Para empezar cualquier sustancia que pueda arreglar sus moléculas en patrones que se repitan en las tres dimensiones del espacio dará lugar a un cristal y este último puede ser desde una joya hasta una muestra de ADN (ácido desoxirribonucleico), o sea el portador de mensajes genéticos. Se podría decir que un cristal más que una piedra es un estado (pero no de ánimo sino de agregación). Una sustancia dada puede presentar dos estados de agregación en la misma fase: por ejemplo, el carbono se puede presentar como diamante (que es sólido y está en estado cristalino) o fullereno (que es un sólido no asociado que tiende a ser amorfo).

Como se indicó antes, para que se considere que una sustancia se encuentra en estado cristalino únicamente debe acomodar sus unidades discretas (átomos o moléculas) en patrones que se repiten, y estos tienden a



formar poliedros regulares (cubos, prismas, etcétera). Aprovechando esos patrones se tallan gemas, se hacen cristales ópticos o dispositivos electrónicos.

Estructura cristalina de la Lazurita. Componente del Lapislázuli.



confundiéndolos sin que haya mucho daño (a menos que se le quiera vender a alguien un florero en un millón de pesos porque es de cristal mágico).



Un vidrio puede encontrarse en estado cristalino (aunque es raro), pero en general no es lo mismo que un cristal y tampoco se estudian de la misma manera. Sin embargo, estamos acostumbrados a revolver ambos términos porque en la vida cotidiana así lo hemos visto desde niños: “Vamos a brindar con las copas de cristal cortado” (en realidad son de vidrio); “Se ha empañado el cristal del coche”; “¿Será un diamante? No creo, yo le veo cara de vidriante”.

Después de esta singular explicación, el Sol vuelve a salir, abrimos los ojos y con alegría nos damos cuenta de que estamos nuevamente en nuestra cómoda cama (y rodeados de nuestros maravillosos materiales a los que ahora amaremos más). Afortunadamente nuestra aventura ha sido solo un sueño. Sin embargo, hemos sido testigos de un fabuloso suceso que cambió la vida de Nala y probablemente también la nuestra: el descubrimiento de un material nuevo.

Únicamente a nivel científico se hace hincapié en la diferencia, en la calle podemos continuar





MONITOR CARDIACO

GUSTAVO SHEPARD NAVA Y ERIC FERNANDO GARCÍA PARRA
 Ing. Biomédica, 5.º semestre e Ing. Mecatrónica, 5.º semestre



El monitor cardiaco o monitor de signos vitales es un dispositivo que detecta, procesa y muestra los parámetros fisiológicos de un paciente conectado a éste. Para lograrlo, utiliza las señales eléctricas del corazón para desplegar gráficamente su estado funcional. Por lo general solo se utiliza en personas que tienen alguna enfermedad cardiaca o que se han sometido a una operación o han sufrido un infarto recientemente.

El monitor opera con el uso de electrodos conectados al paciente que transforman la corriente iónica del corazón humano en corriente

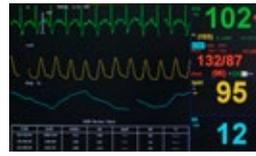
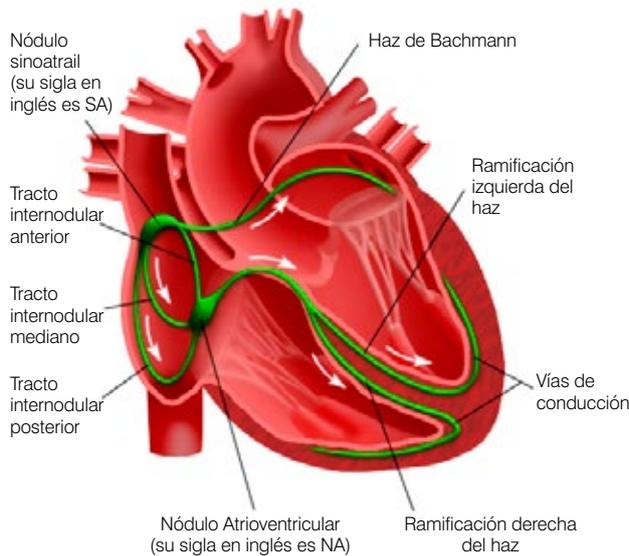
electrónica de baja amplitud (100uV a 5mV), que a su vez se amplifica para poder ser digitalizada. Los electrodos deben estar organizados en una manera específica en primer lugar para lograr la mejor recepción de la señal y –en segundo lugar– para tener una mejor lectura de los datos, los electrodos tratan de tomarle una foto al circuito del corazón, las fotos tienen que estar organizadas para que representen correctamente la secuencia. El monitor lo podemos encontrar en distintas presentaciones. En los hospitales, como pequeños monitores en la pared o en carritos portátiles; otros son implantados de manera subcutá-



nea para un uso personal mayor a tres años, y otros son tan pequeños que pueden estar integrados en los relojes inteligentes.

El corazón genera impulsos eléctricos para poder bombear sangre a todo el cuerpo. Para hacerlo cuenta con un sistema que los genera, envía un impulso eléctrico para contraer las aurículas y que la sangre llegue a los ventrículos; después, impulsos eléctricos contraen a los ventrículos logrando el bombeo de sangre al cuerpo entero. Para generar estos estímulos eléctricos los nódulos emiten impulsos que viajan por los fascículos. El nódulo sinusal genera los impulsos para contraer las aurículas, mientras el nódulo atrioventricular recibe el impulso de las aurículas y lo envía a los ventrículos, y las ramas conducen a los impulsos por los ventrículos mientras se contraen.

El sistema eléctrico del corazón



Expresión de resultados.



Monitor cardíaco hospitalario móvil.



Monitor de signos vitales portátil con monitor cardíaco integrado.

Tomadas de: <https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=anatomyandfunctionoftheelectricalsystem-90-P04865>

Estos monitores son capaces de desplegar información tan importante como: frecuencia respiratoria, presión no invasiva (PNI), presión invasiva (PI), saturación de oxígeno (SpO₂), saturación venosa de oxígeno (SvO₂), presión intracraneana, presión de gases de vía aérea o anestesia, etcétera. Es importante recordar que los resultados deben ser interpretados por un profesional de la salud.

Referencias:

- Anónimo. "El sistema eléctrico del corazón". Recuperado de: <https://www.fairview.org/patient-education/82748#:~:text=Patient%20EducationEl%20sistema%20el%C3%A9ctrico%20del%20coraz%C3%B3n,dos%20c%C3%A1maras%20inferiores%20del%20coraz%C3%B3n>
- Carlos C. A., Eduardo G. (2007). "Procesamiento digital sobre monitor cardíaco", Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba, Argentina. Recuperado de: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-74471-9_116
- Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (2003). "Monitor de signos vitales", Secretaría de Salud, México. Recuperado de: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/13gt_monitores.pdf
- Monitores de eventos cardíacos: MedlinePlus Enciclopedia Médica. (s.f.-b). Recuperado de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007700.htm>





EL CRONÓMETRO MIDE MÁS QUE SOLO EL TIEMPO

KARLA XIMENA ÁNGELES DÍAZ
Ingeniería Industrial, 4.º semestre

A bordo no hay más cuerda que la del reloj.
Marinero (refrán popular)

La navegación marítima en el siglo XVI no alcanzaba a satisfacer los estándares actuales de precisión y seguridad. Uno de sus mayores obstáculos fue “el problema de la longitud”, ya que era una de las causas principales de innumerables muertes, naufragios y pérdidas de cargamento. Con el incremento del comercio y el número de exploradores, queda claro que esta situación necesitaba una solución inmediata.

La posición de un barco está dada por dos coordenadas: latitud y longitud. La primera es la posición norte-sur relativa al ecuador, lo cual los astrónomos localizaron basándose en el ángulo del Sol sobre el horizonte cuando éste se encontraba en su punto más alto y con la ayuda de un conjunto de tablas. Por otro lado, cuando caía la noche, dado que los polos de la Tierra son inmóviles, la latitud puede ser determinada por la Estrella del Norte, Polaris, sobre el horizonte.

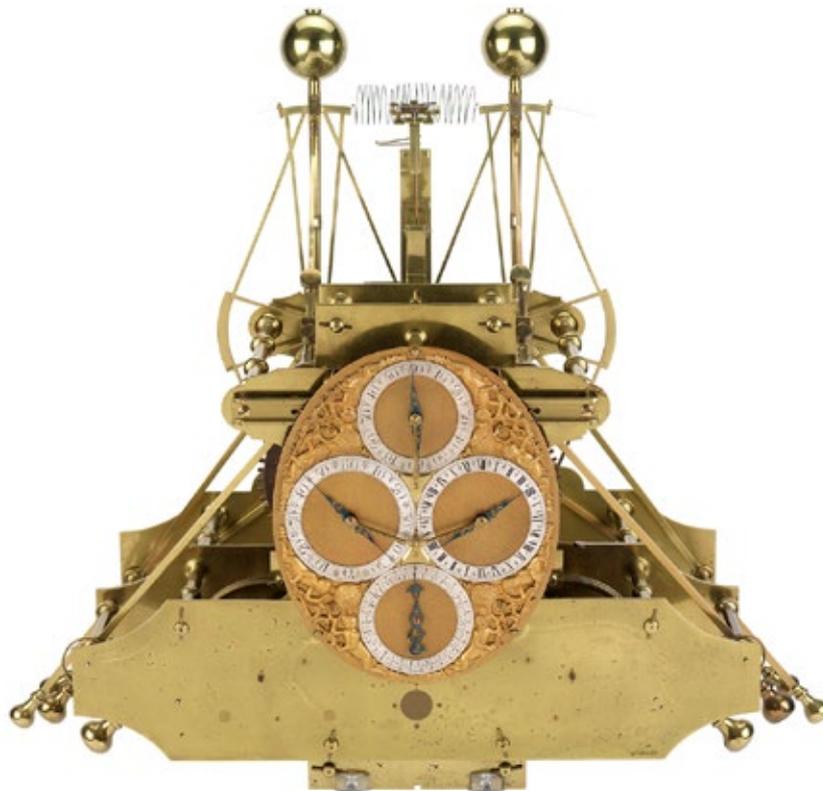
Sin embargo, el verdadero problema yace al tratar de obtener la longitud, la cual es la posición este-oeste. Las complicaciones surgen a causa de que la Tierra rota constantemente alrededor de su propio eje; pero, se logró comprender un principio básico que ayudó al cálculo de la longitud en el océano: la distancia de la longitud a otro lugar es la misma que la diferencia horaria local de ese lugar, expresada en términos angulares alrededor del eje de la Tierra. Lo que significa que la Tierra gira 360° en 24 horas, y que cada hora de diferencia horaria equivale a 15° en longitud.





Era tanta la demandada en el siglo XVII que varios gobernantes ofrecían premios monetarios a quien lograra encontrar un método para calcular la longitud, y es aquí donde entra en acción nuestro gran héroe, John Harrison, un relojero inglés.

En 1735, Harrison construyó el primer cronómetro marino, H1, que tenía gran precisión. El aparato era un reloj hecho mayormente de guayacán (una madera dura y densa) en combinación con latón. Contenía una rueda de escape diseñada para dar impulso al péndulo de manera recta sin necesidad de deslizarse, lo que evitó la necesidad de lubricación.



Primer cronómetro marino, H1.

El relojero se basó en tres principios para crear este cronómetro: insensibilidad a la cantidad de poder disponible para manejar el regulador, resistencia a la temperatura y operatividad fiable por largos periodos de tiempo en condiciones severas (durabilidad).

Con el fin de cubrir el primer principio, Harrison incorporó un 'caracol' para mantener el movimiento mientras se le daba cuerda, además de ruedas de escape, *remontoires*, y espirales del reloj con movimientos de igual duración. En cuanto al segundo principio, Harrison utilizó un método llamado "compensación", el cual cam-



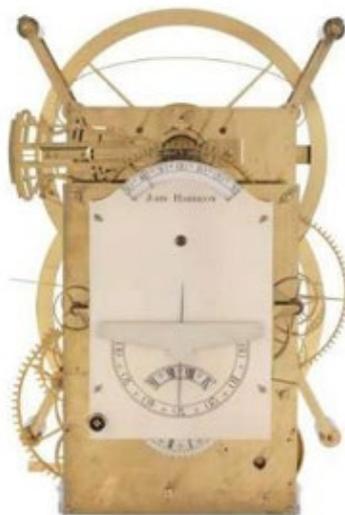
bia la longitud del espiral de reloj en función de la temperatura. Sin embargo, más adelante, en 1765, Pierre Leroy desarrolló un mejor método llamado “balance de compensación”, el cual cambia el momento de inercia del balance en función de la temperatura. Por último, el tercer principio: para evitar el desgaste, óxido y fatiga de los materiales, Harrison optó por el guayacán, rodillos, ruedas de escape antifricción, y espirales de reloj de oro, posteriormente reemplazados por espirales de acero y paladio.

En 1736, Harrison comenzó la construcción de un segundo cronómetro marino, H2, en busca de mejoras. Este modelo fue más grande y hecho enteramente de metal, quitando la caja y la suspensión cardánica en donde antes venía montado; sin embargo, al momento de terminar el diseño se dio cuenta de errores en el balance, por lo que rápidamente empezó el diseño del cronómetro H3, al cual le incorporó ruedas de latón, una encima de la otra, como solución al problema anterior. Asimismo, se dio cuenta de que los resortes espirales no podían ofrecer un torque uniformemente creciente cuando se le daba cuerda al aparato, por lo que decidió remover el resorte espiral secundario y el helicoidal con un sistema de palanca. Este modelo no fue tan bueno, pero sí incluyó dos ideas brillantes: la tira bimetalica y el cojinete de rodillos.

El H4 fue un modelo más pequeño, portátil, lo cual era una gran ventaja en el mundo marítimo. Este es el reloj más famoso de todos los tiempos por ser el primer cronómetro marino capaz de respaldar la navegación marítima mundial. En él, se utilizaron rubíes y diamantes, se balanceó su movimiento en cardán de latón para que se mantuviera perfectamente nivelado en alta mar, ofreciendo



Segundo cronómetro marino, H2.



Tercer cronómetro marino, H3.



El famoso cronómetro marino, H4.





así, una mayor precisión. El H4 fue cercanamente hecho sin fricción, y haciendo que tuviera su primera prueba en un viaje a Jamaica en 1760. El aparato logró perder solamente 5.1 segundos en un viaje de 81 días. Por primera vez en todos los tiempos, los marineros pudieron saber su posición en el océano con un buen grado de exactitud.

Después del H4, Harrison intentó un último cronómetro, el H5. En este, buscó simplificar los aspectos mecánicos del H4; sin embargo el más famoso y con la base científica de los cronómetros marinos seguía y sigue siendo el H4.

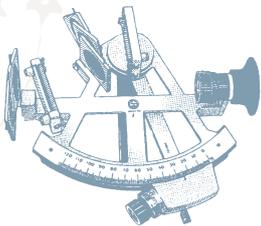
Además del H5, se hicieron las copias K1, K2 y K3, realizadas por el discípulo de Harrison, Larcum Kendall. Todos estos cronómetros se encuentran actualmente exhibidos en el Museo Marítimo Nacional de Greenwich, Gran Bretaña.

A lo largo de los años, hubo otros interesados en hacer contribuciones significativas a este gran invento. Por ejemplo, Pierre Leroy, quien inventó el dispositivo de frenado de la rueda de escape en 1765 y construyó su propio cronómetro con todos los conceptos modernos de su época.

Por otro lado, Berthoud, Breguet y Motel diseñaron cronómetros para la marina. Sin embargo, a pesar de ser más artísticos, eran imprácticos y caros. Adicionalmente, Thomas Mudge inventó un mecanismo que consistía en una palanca de rueda de escape. Este mecanismo fue dominante hasta la introducción de relojes eléctricos de quartz.

Earnshaw laminó los componentes de latón y acero del balance bimetalico. En el mejoramiento de este aparato, también intervinieron relojeros que buscaban colocar los productos en el mundo comercial. Y hoy, como sabemos, esta es una de las industrias más poderosas a nivel internacional. Se crearon varias marcas para los cronómetros marinos, por ejemplo: Ulysse Nardin, fundada en 1846 por un joven suizo del mismo nombre. Aprovechando la demanda de cronómetros marinos y de bolsillo en la marina y en el transporte marítimo, Nardin logró posicionarse rápidamente en el mercado internacional. Otros de los que decidieron entrar en este mercado fueron los alemanes, con la marca Glashütte en el siglo XIX. Asimismo, se encontraban Ditisheim y Paillard, que junto con la marca Nardin, lideraron la industria suiza de cronómetros.

A pesar de los buenos tiempos por los que pasó el cronómetro marino, no siempre tuvo éxito. En los años de 1918 a 1939, este





producto sufrió en las ventas por ser tiempos de paz. No obstante, en los años de la Segunda Guerra Mundial, la marina demandó varias piezas para la navegación estratégica.

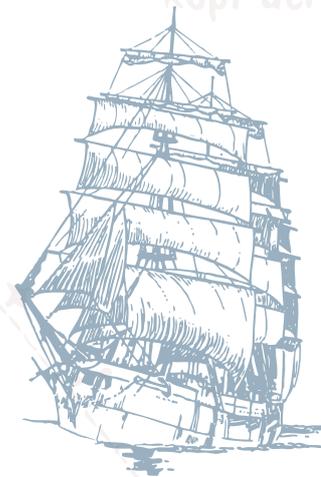
Actualmente, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es la solución moderna del problema de navegación, ya que consiste en encontrar la posición de cualquier objeto, persona o vehículo, mediante la triangulación de un conjunto de satélites. También existe la Simulación de Sistemas de Propósito General (GPSS), que es una de las propuestas al problema de longitud hechas en el siglo XVIII. La idea era un poco alocada, y promovía la colocación de barcos a lo largo del océano para que lanzaran luces de bengala para que los barcos pudieran determinar su posición.

Podemos afirmar que la evolución del cronómetro marino es mecánicamente interesante, pero adicionalmente, esta heroica idea ha sido un logro gigantesco en la historia de la navegación marítima, debido a que permitía que los barcos dependieran del tiempo como medida de longitud y encontraran su posición exacta en el amplio mar para así lograr llegar a su destino sin desviaciones ni pérdidas materiales o de vidas. Su precisión fue mejorando, convirtiéndose en un producto indispensable y relevante en la vida de los marineros.

Si tienes interés en este tema, el libro *El cronómetro marino* de Rupert Gould, publicado en 1923, proporciona más información acerca de este magnífico invento que revolucionó la navegación.

Referencias:

- Admin. (2008). Harrison's H4 Chronometer, 1760. Recuperado de <https://www.sailingwarship.com/harrisons-h4-chronometer-1760.html>
- Anónimo. (2019). Evolution of the Marine Chronometer: The development of the Marine Chronometer from 1713 to 1942. Recuperado de <https://mcintyre.com/present/EvolutionMarineChronometer.pdf>
- Betts, J. (2017). Marine Chronometers at Greenwich. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press; National Maritime Museum Greenwich. pp. 3-39, 144-145, 158.
- García, J. (2017). Citas y Proverbios. 2019, de RinconCastellano.com. Recuperado de <http://www.citasyproverbios.com/refran.aspx?t=A%20bordo%20no%20hay%20m%C3%A1s%20cuerda%20que%20la%20del%20reloj>
- Gabinsky, G. (2019). Historia del cronómetro naval. Recuperado de <https://www.revistaciencias.unam.mx/es/160-revistas/revista-ciencias-15/1394-historia-del-cron%C3%B3metro-naval.html>
- Roldán, B. (2018). Cronómetros de marina que cambiaron la historia. Recuperado de https://www.abc.es/sumum/estilo/relojes/abci-cronometros-marina-cambiaron-historia-201805281605_noticia.html





INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UN PARTEAGUAS EN EL TRATAMIENTO DE PÁRKINSON

ALEJANDRA ALCALÁ HADDAD
Ingeniería Biomédica, 5.º semestre



Representación de la sinapsis de las neuronas dopaminérgicas.

Tomada de: <https://elmedicointeractivo.com/hallada-la-maquinaria-molecular-responsable-de-la-liberacion-de-dopamina-nivel-cerebral/>

Cuando escuchamos hablar de párkinson, lo primero que nos viene a la mente son los horribles e involuntarios temblores que esta enfermedad produce, deteriorando la calidad de vida de quienes la padecen. En promedio, la enfermedad inicia en personas de 60 años, y su incidencia aumenta significativamente con la edad (NIH, 2016). Esta enfermedad es neurodegenerativa, lo que significa que afecta al sistema nervioso central causando que las neuronas se destruyan progresivamente. En particular, el párkinson es causado por la falta de dopamina en el cerebro, una sustancia que interviene en los mecanismos motores del cuerpo. Además de los característicos temblores, algunos otros síntomas que presenta la enfermedad son rigidez, inestabilidad postural, dificultad para tragar y masticar, y cambios en el habla (NIH, 2016).



Las cifras de personas que padecen de párkinson son alarmantes. En México, ésta es la segunda enfermedad neurodegenerativa más frecuente en personas mayores de 50 años (INAPAM, 2019). Los números a nivel mundial son todavía más inquietantes: siete millones de personas padecen de párkinson y se estima que para el 2030 estas cifras llegarán a más de 12 millones de personas alrededor del mundo (OMS, 2008). Debido a lo anterior, científicos y médicos han dedicado años de su vida en crear tratamientos que reduzcan los atroces temblores patológicos del párkinson.

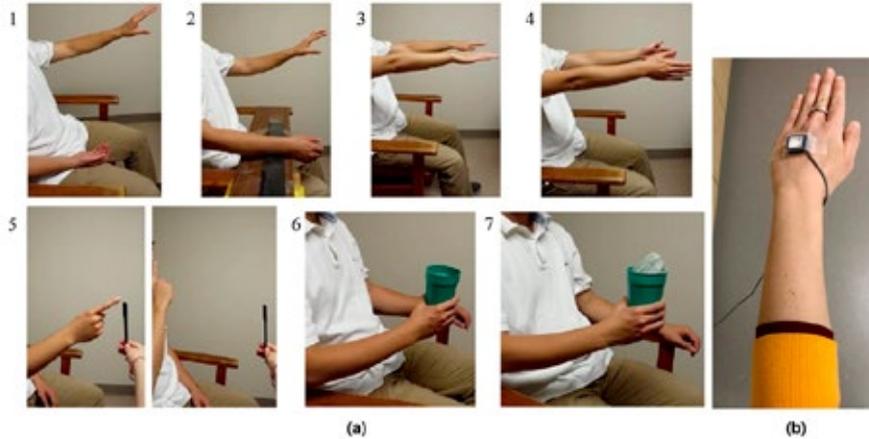
Hoy, los tratamientos para el párkinson consisten en medicamentos y complejas terapias de rehabilitación. Aunque se han conseguido progresos significativos, a la fecha no existe ningún tratamiento 100% efectivo. Pero esto podría estar a punto de cambiar, ya que la robótica y la inteligencia artificial abren un nuevo panorama de esperanza para los pacientes que padecen párkinson o alguna otra enfermedad motora. Recientemente se ha trabajado en el desarrollo de exoesqueletos portátiles y robots de neurorrehabilitación que puedan ayudar a las personas a compensar los movimientos involuntarios del párkinson (NYU, 2020).

Para lograr eliminar o compensar los temblores, lo primero que se debe encontrar es la forma de predecirlos exactamente y en tiempo real, ya que un retraso de tan solo 20 milisegundos podría frustrar una compensación efectiva por parte de la máquina, e incluso poner en riesgo la seguridad del paciente (NYU, 2020). Esto representa todo un reto pues los temblores patológicos del párkinson no siguen ningún patrón específico, y cada paciente posee patrones diferentes.

Conscientes de la importancia de realizar esta tarea, un equipo de investigadores de la NYU y Canadá utilizó pequeños sensores para estudiar los temblores de 81 pacientes del Centro de Trastornos de Movimiento de Ontario (Londres). Con los datos recabados, se emplearon técnicas complejas de modelado de redes neuronales profundas para construir un modelo algorítmico que predice en tiempo real y con exactitud los temblores de mano. El modelo fue nombrado PHTNet (por sus siglas en inglés: Pathological Hand Tremors using Recurrent Neural Networks) y opera con inteligencia artificial. Ya fue probado y está listo para implementarse, mostrando excelentes resultados en los pacientes (Shahtalebi y Atashzar, 2020).

Un inconveniente de este modelo es que requiere de mucha potencia computacional. Sin embargo, el Dr. S. Farokh Atashzar y su equipo ya están trabajando en ello: planean desarrollar un enfoque





Estudio de los temblores patológicos en pacientes del Centro de Trastornos de Movimiento de Ontario. Tomada de: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58912-9>

en la nube de baja potencia, permitiendo que los robots portátiles y los exoesqueletos funcionen en los hogares de los pacientes (Shahtalebi y Atashzar, 2020).

La incorporación de este modelo de aprendizaje automático a las tecnologías de robótica podría cambiar por completo la vida de las personas que padecen Párkinson. Este modelo les regresará la independencia en su vida cotidiana al eliminar los temblores patológicos y les permitirá mejorar la precisión de sus movimientos voluntarios. Con el tiempo, este invento continuará mejorando y al final se logrará crear algo portátil y con la mejor precisión posible, para garantizar la mejor calidad de vida a las personas afectadas por esta enfermedad neurodegenerativa.

Referencias:

- Instituto Nacional de las Personas Adultas Mayores. (2019). Parkinson, segunda enfermedad neurodegenerativa más frecuente en personas mayores de 50 años. Recuperado de: <https://www.gob.mx/inapam/es/articulos/parkinson-segunda-enfermedad-neurodegenerativa-mas-frecuente-en-personas-mayores-de-50-anos?idiom=es>
- National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NIH). (2016). Parkinson's Disease: Hope Through Research. Recuperado de: <https://www.ninds.nih.gov/Disorders/Patient-Caregiver-Education/Hope-Through-Research/Parkinsons-Disease-Hope-Through-Research>
- NYU Tandon School of Engineering. (2020). *Fighting hand tremors: First comes AI, then robots*. Recuperado de: <https://engineering.nyu.edu/news/fighting-hand-tremors-first-comes-ai-then-robots>
- Shahtalebi, S., Atashzar, S.F., Samotus, O. *et al.* (2020). PHTNet: Characterization and Deep Mining of Involuntary Pathological Hand Tremor using Recurrent Neural Network Models. Recuperado de: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58912-9>
- World Health Organization. (2008). Global Burden of Disease 2004. Recuperado de: https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GBD_report_2004update_full.pdf?ua=1



FACTORY I/O. SIMULACIÓN 3D DE FÁBRICA

JAVIER ARTURO LÓPEZ MENDOZA
Ingeniería Industrial, 3^{er} semestre



Si te apasiona la automatización industrial o simplemente tienes curiosidad por saber cómo se llevan a cabo los procesos desde la inminente llegada de la industria 4.0, entonces Factory I/O es para ti.

Factory I/O es un software de simulación 3D, creado por *RealGames*, el cual nos permite construir y controlar procesos industriales en tiempo real (Bermeo, 2016).

Este tipo de simulación es totalmente interactiva e incluye gráficas de alta calidad y sonido, proporcionando un entorno realista industrial. A su vez utiliza tecnología innovadora, la cual permite la creación fácil y rápida de los sistemas automatizados en 3D, los cuales pueden ser controlados en tiempo real mediante la conexión de Factory I/O y equipos externos (*PLCs o microprocesadores*).

Las características principales que vuelven a Factory I/O un gran software para el aprendizaje de tareas de control realista, mediante PLC, son: 20 escenarios inspirados en las aplicaciones industriales más frecuentes, usando una librería con más de 80 componentes industriales, con los que se pue-

de crear desde un escenario personalizado, hasta una fábrica virtual; la capacidad de crear estrategias para el diagnóstico de averías, ya sea por enchufe abierto o corto circuito; la seguridad y eficiencia del software, ya que nos muestra aplicaciones reales de la industria, evitando los problemas de costos, daño a personas y/o a equipos (Factory I/O, 2006-2020).

Los requerimientos mínimos para el uso de Factory I/O son: Windows Vista o superior, Intel Core 2 Duo a 2Ghz, 1Gb de RAM y 500Mb de disco duro.

Así que ya lo sabes: si te interesa saber cómo mejorar los tiempos de ciclo, la productividad, la calidad del proceso y la competitividad de una empresa, prueba Factory I/O (Automatización Industrial, 2020).

Referencias:

- Bermeo, M. (30 de octubre de 2016). Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=7yjJ9ZE9V_g&t=440s
- Factory I/O. (2006-2020). Recuperado de <https://docs.factoryio.com/>
- Revista de Robots. (29 de junio de 2020). Recuperado de <https://revistaderobots.com/industria/automatizacion-industrial/>





Sinopsis

Una de las responsabilidades que surgieron como resultado del sismo del 19 de septiembre de 2017 fue la de revisar no solo los daños que el mismo tuvo sobre las construcciones existentes en la CDMX, sino también las consecuencias que tuvo en los proyectos que ya se encontraban en el proceso de diseño y construcción.

Aquí se menciona el proceso que se llevó a cabo para revisar el proyecto ejecutivo de un edificio de departamentos ubicado en la frontera entre las colonias Juárez y Roma bajo los parámetros de un “nuevo reglamento” (todavía no están en vigor en esas fechas), los cambios que surgieron en el diseño del proyecto y sus implicaciones, su proceso constructivo y el incremento de los costos de construcción involucrados.

Introducción

En una ubicación privilegiada, la Av. Chapultepec esquina con Sevilla y la calle de Londres, se está construyendo un edificio de departa-

mentos residenciales de 11 niveles, el cual ha sufrido cambios importantes en su diseño producto de modificaciones en la normatividad.



Ubicación del edificio.



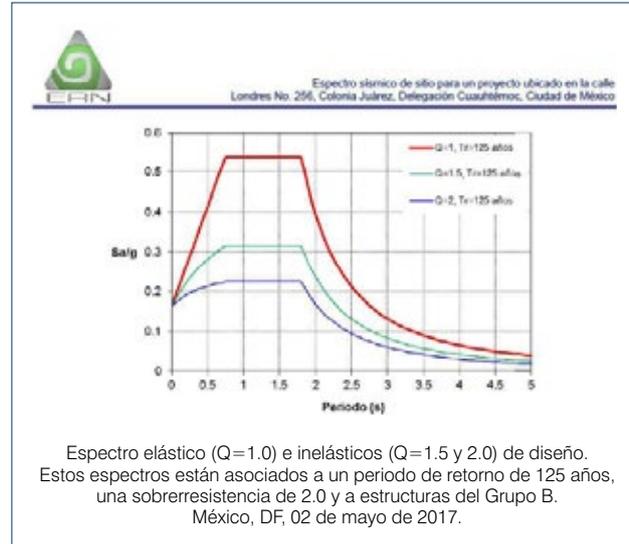
Croquis de ubicación: Calle Londres #256, colonia Juárez. Terreno de 703.49 m².

Enfocado a un mercado de parejas jóvenes, el proyecto está constituido por departamentos de entre 50 y 100 m² con un cajón de estacionamiento para cada uno y cuyos clientes potenciales trabajan cerca de su vivienda y se transportan principalmente a pie, en bicicleta y en transporte público.

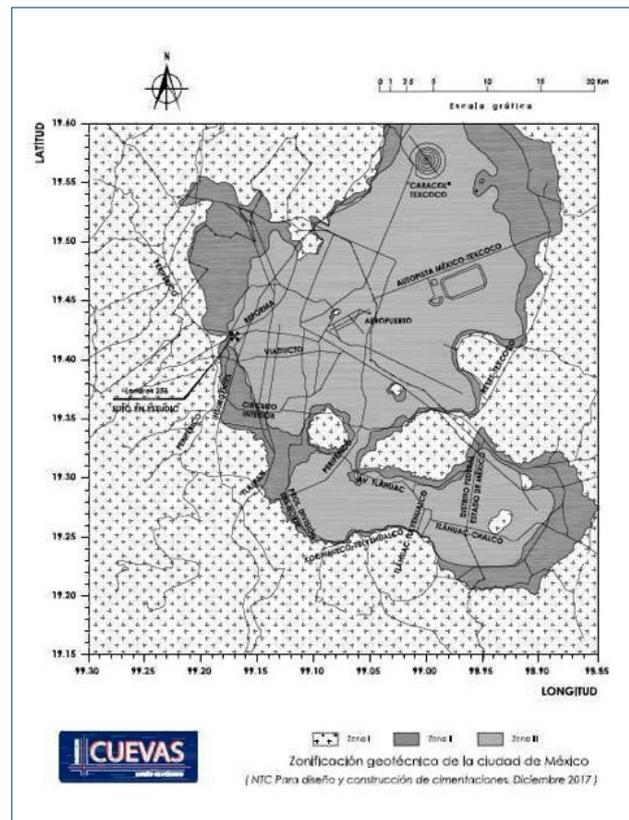
Como el diseño conceptual del negocio inició en 2016 y al ocurrir el sismo ya se tenían prácticamente listos tanto el diseño como los permisos para iniciar la construcción siguiendo los parámetros de diseño establecidos en el reglamento de construcciones, vigente desde el 6 de octubre de 2004, los dueños y desarrolladores decidieron modificar el diseño conforme al nuevo reglamento. Antes del sismo, el diseño se había resuelto mediante una estructura de concreto reforzado tradicional con una densidad de acero de 65 kg/m² construido, y una cimentación a base de muros milán y pilas con un desplante en la primera capa dura (a 30 m). El nuevo diseño optaría por una estructura mixta de perfiles de acero recubierta con concreto y con una cimentación mucho más profunda y reforzada que la que contemplaba el diseño original.

El subsuelo en esta zona (ver croquis de mapa de riesgos y estratigrafía del mismo) sufrió aceleraciones y movimientos en edificaciones existentes como resultado del sismo de septiembre de 2017, que motivaron a un análisis más detallado que el que normalmente se hace en la mayoría de los proyectos de ci-

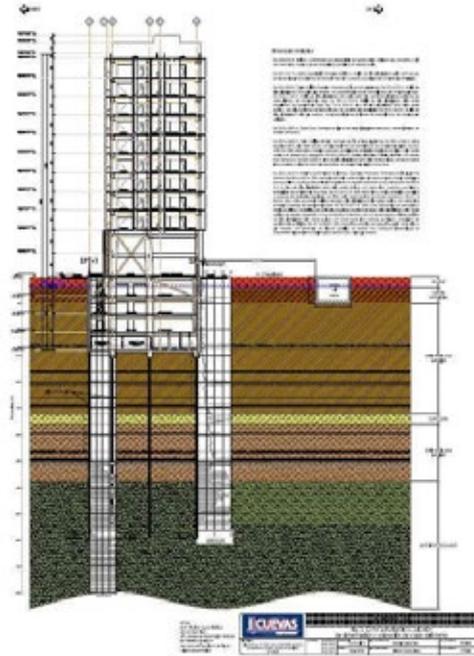
mentación en la ciudad. Por ello se efectuó un análisis de “espectro de sitio” que manifestó los resultados expresados en las gráficas que ilustran este artículo.



Gráfica de espectro de sitio.



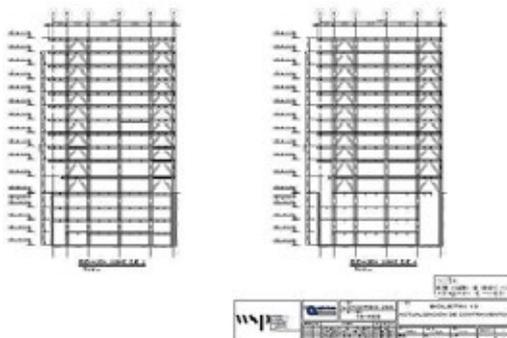
Zonificación geotécnica de la Ciudad de México para la localización de riesgos.



Estratigrafía del subsuelo.



Modelo tridimensional del edificio. La profundidad de las pilas es de más de 50 m y la altura del edificio es de 44 m a partir del nivel calle.



Solución del diseño del proyecto.

Solución del diseño del proyecto

Memoria descriptiva

La solución que resuelve las condiciones establecidas por el nuevo reglamento de construcciones (2017) es a base de una estructura mixta que incluye una estructura metálica con perfiles de acero y columnas de concreto reforzado.

Las columnas son a partir de la subestructura (4 niveles) y hasta el nivel 8 de la superestructura de 90 x 130 cm y del nivel 9 al 11 de 90 x 90 cm y de concretos que varían de 500 a 350 f'c.

Las trabes son perfiles metálicos con especificación ASTM A992/B-284 grado 50 y tienen dimensiones que van del W30" al W24".

Las losas están resueltas con losacero 30 con largueros W16", malla 6x6/6-6 y concreto de 250 f'c.

El sistema incluye contravientos de perfiles metálicos para limitar los desplazamientos horizontales producidos por sismos, algunos colocados en forma de cruz y otros colocados en forma de "Chevron".

Método constructivo

Podríamos dividir el procedimiento constructivo en tres fases:

1) Muro milán y pilas

El muro milán se construyó en secciones de 6 m de ancho en promedio a lo largo del todo el perímetro del terreno, el cual tiene 50 cm de espesor y profundidades de 35 y 50 m.

Se inició con un brocal para guiar la almeja de excavación, misma que se hizo con lodo bentónico y con una draga con brazo de 40 m.

El colado se hizo con trompa de elefante y con concreto de 350 f'c y dejando juntas machiembradas con bandas de neopreno para evitar filtraciones de agua.

También se construyeron 21 pilas que varían en diámetro entre 0.80 y 1.6 m con una profundi-



dad de 50 m, para llegarse a encajar en la 2ª capa dura (ver croquis). Estas pilas también se excavaron y colaron utilizando lodo bentonítico y con concreto de resistencia 350 f'c.

Se instaló un sistema de bombeo a 20.5 m de profundidad para abatir el nivel freático. Este consistió en 17 pozos de bombeo de 30 cm de diámetro con bombas de tipo eyector y se puso a funcionar con un mes de anticipación a la etapa de excavación de sótanos.

2) Excavación y subestructura (top-down)

Se efectúa la construcción de una trabe de coronamiento de 1.80 m de altura para ligar en forma continua todas las secciones del muro y a continuación se empieza a excavar la primera sección para el colado de la losa de "refuerzo" que dará inicio al procedimiento "top-down". En el cual, primero se demuele la parte superior de las pilas, se continúan las vigas metálicas integradas a las pilas y se conectan con trabes para formar esa estructura de la losa a nivel de la calle, que tiene un espesor de 25 cm, un concreto de 350 f'c y losacero.

La extracción de la rezaga se hizo con una retroexcavadora con cuchara de 0.75 m³ y un brazo con un alcance de 15 m. Además, se utilizó otra retroexcavadora pequeña para la excavación a cubierto con cuchara de 0.25 m³. Se empleó un sistema de ventilación para extraer los humos producidos por dicho equipo.

Cada 4.2 m de profundidad se llevó a cabo el mismo procedimiento de excavación, colocación de estructura de acero y losacero y colado de losa con un concreto de resistencia 350 f'c hasta llegar al nivel -18.0, donde se coló la losa de desplante de 1.2 m de espesor.

3) Superestructura

Una vez coladas tres losas abajo del nivel de la calle, se pudo proseguir la colocación de la estructura metálica continuando las columnas y cerrando los marcos con las trabes correspondientes.

El nivel planta baja tiene doble altura (8.85 m) y presenta también unas columnas inclinadas que conforman un *mezzanine* con uso de oficinas.

A partir del nivel 3 se tiene el piso tipo de departamentos.

Cuando se hayan avanzado tres niveles como máximo de estructura metálica, se deberán colocar los contraventeos, se deberá colar el revestimiento de concreto de las columnas, colocar la losacero y colar las losas correspondientes hasta completar los 11 niveles del edificio.

A continuación de los colados de las losas, se procederá con la ejecución de los trabajos de albañilería, instalaciones y acabados de los departamentos y áreas comunes correspondientes.

Reflexiones y cuestionamientos

Teniendo como objetivo fundamental garantizar la seguridad estructural y operacional del inmueble, planteamos en este artículo la relación entre el grado de seguridad (factor utilizado, ¿hasta dónde es suficiente?) contra el costo y tiempo de edificación del inmueble. Se plantean a continuación tres preguntas para reflexión, la respuesta la tendrá cada uno de nuestros estimados lectores.

¿Es justificable que un edificio cueste en su cimentación y estructura un 30% más que otro que se está construyendo enfrente siendo la misma zona sísmica ya que uno obtuvo sus permisos unos meses antes o por vías diferentes?

¿Qué sucede cuando el 95% de las construcciones existentes fueron edificados con parámetros de diseño mucho menos exigentes?

¿No existe una tendencia a cubrirse por parte de los especialistas sobre todo cuando ocurre un fenómeno sísmico como el de hace tres años?

Sirva este artículo para invitar a la reflexión y discusión sobre este tema.



Trivia para Facebook o Instagram

Ha llegado el momento de repasar la teoría, es de cultura general, y las respuestas son de opción múltiple.

1) ¿Cuál fue la sede de la Copa Mundial de Fútbol de 1962?

- a) Argentina
- b) Brasil
- c) Alemania
- d) Chile



2) ¿En que año surge La NASA?

- a) 1950
- b) 1946
- c) 1958
- d) 1954



3) ¿Cuántos adultos mayores hay en México (aproximadamente)?

- a) 22 millones
- b) 10 millones
- c) 16 millones
- d) 31 millones



4) ¿Qué día celebramos a los abuelos y abuelas de México?

- a) 30 de agosto
- b) 28 de agosto
- c) 20 de septiembre
- d) 17 de abril



Trivia para Facebook o Instagram

Ha llegado el momento de repasar la teoría, es de cultura general, y las respuestas son de opción múltiple.

5) ¿Quién es la persona que más años ha vivido en toda la historia de la humanidad?

- a) Kane Tanaka
- b) Chiyo Miyako
- c) Jeanne Calment
- d) Violet Brown

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



masciencianahuac



@mas.ciencia

Referencias:

Garber, Steve and Roger Launius. (2005). A Brief History of NASA. Recuperado de: <https://history.nasa.gov/factsheet.htm>

Masse, Francisco. (2018). Día del Abuelo: ¿cuándo y por qué lo celebramos en México?. Recuperado de: <https://www.milenio.com/estilo/por-que-hoy-celebramos-en-mexico-el-dia-del-abuelo>

Pagán, Alice. (2019). Guinness World Records reconoció hoy a la persona viva más longeva del mundo. Recuperado de: <https://www.guinnessworldrecords.es/news/press-release/2019/3/guinness-world-records-reconocio-hoy-a-la-persona-viva-mas-longeva-del-mundo>

s.a. (2019). Estadísticas a propósito del Día Internacional de las Personas de Edad (1º de octubre). Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2019/edad2019_Nal.pdf

s.a. (2020). Todos los Mundiales de la historia: de 1930 a 2026. Recuperado de: <https://www.goal.com/es-co/noticias/todos-los-mundiales-de-la-historia-de-1930-a-2026/18jq0g6f7vdp61a1vya8e7uivc>

RESPUESTAS

de la **Trivia** pasada:

Pregunta 1: "a - Verdadero"

Pregunta 2: "a - más de 60 km/h"

Pregunta 3: "c - Rojo"

Pregunta 4: "c - Verdadero"

Pregunta 5: "c - Verdadero"



¿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



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

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

Contáctanos en:

 masciencia@anahuac.mx

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

Conoce Proyecta Trasciende

Tenemos 44 opciones
para respaldar tus sueños.

¡Inicia tu proceso en línea desde casa
escaneando este código!



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 del Deporte
Dirección Financiera
Dirección Internacional de Hoteles
Diseño de Moda e Innovación
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
Responsabilidad Social y Sustentabilidad
Teatro y Actuación
Terapia Física y Rehabilitación

INGENIERÍAS

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

LICENCIATURA EMPRESARIAL

Administración de Negocios

CAMPUS NORTE

+52 (55) 56270210 ext. 8214 o 8635

CAMPUS SUR

+52 (55) 56288800 ext. 227 o 801

@vidanahuac

Preuniversitario Vida Anáhuac

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

Grandes líderes y mejores personas

ANÁHUAC

