

REVISTA + CIENCIA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Año 8, N.º 22, Enero-Abril 2020

ENERGÍA DEL MAÑANA

Santiago Rivera Harari

DISEÑO DE UNA RED NEURONAL
DEL TIPO LSTM APLICADA AL CÁLCULO DE
DIAGRAMAS TTT UTILIZADOS
EN COMPONENTES FABRICADOS
POR MANUFACTURA ADITIVA

Ing. Leonardo Hernández Flores

Dr. Ángel Iván García Moreno

DESCUBRE EL CONTENIDO
CON REALIDAD AUMENTADA

AHORA SÍ NOS CAYÓ EL 20



La ingeniería está en todos lados..., hasta en el pan • Tomando el tren • Extrusor para polímeros • La revolución en la experiencia auditiva • Neuroingeniería como apoyo de los aparatos prostéticos • El universo al alcance de tus manos
Contenedor biodegradable de hoja de plátano y hoja de maíz (prototipo)

Prepárate para la mejor etapa de tu vida

Para ingreso agosto 2020

CAMPUS NORTE

9 y 10 de enero
23 y 24 de enero
6 y 7 de febrero

CAMPUS SUR

11 y 12 de febrero
25 y 26 de febrero
10 y 11 de marzo

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



CAMPUS NORTE

+52 (55) 56270210 ext. 8214 o 8635

CAMPUS SUR

+52 (55) 56288800 ext. 227 o 801



@vidanahuac
Preuniversitario



Vida Anáhuac

Grandes líderes y mejores personas

ANÁHUAC



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 22, Enero-Abril 2020

DIRECTORA EDITORIAL

Dra. María Elena Sánchez Vergara

COORDINACIÓN EDITORIAL

Santiago Rivera Harari

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

Ana Paula Sánchez Grimaldo

Alumnos de Ingeniería Industrial

Karen Fernanda González Reyes

Michelle Elizabeth Silva Romero

Alumnas de Ingeniería Ambiental

Ana Sofía Soto Aguilera

Alina Vásquez Salinas

Alumnas de Ingeniería Química

Guadalupe Karla Velasco Gómez

Diego Alejandro Fuentes González

Alin Deyanira Flores García

Sabrina Sofía Prieto Salazar

Alumnos de Ingeniería Biomédica

Eric Fernando García Parra

Alumno de Ingeniería Mecatrónica

DISEÑO EDITORIAL

Daniel Hurtado Rivera

CORRECCIÓN DE ESTILO

Rosa María Curiel Alarcón

PORTADA

Aldo Gutiérrez Galbert-masiosare studio

Suscripciones

masciencia@anahuac.mx

+Ciencia. Revista de la Facultad de Ingeniería, año 8, n.º 22, enero-abril 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. 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 Traxxo Publicitas, Galicia 388, Miguel Alemán, C.P. 03420, Alcaldía Benito Juárez, Ciudad de México, este número se terminó de imprimir en Marzo de 2020 con un tiraje de 600 ejemplares.

LA COORDENADA (0,0)

Hoy, nos encontramos con la edición número 22 de la revista +Ciencia, un número en el que, como en cada entrega, es nuestra misión seguir informando a nuestros lectores de los acontecimientos más importantes, en los diferentes ámbitos científicos elegidos para esta publicación.

Comenzamos con el ya clásico “¿Sabías que...?”, en el que Eduardo Pomar Morales, nos presenta datos curiosos del transcurso del tiempo en el espacio, y de cómo se mantienen en buen funcionamiento los GPS. En “Unos años después...”, es un orgullo para nosotros recibir a Daniel Porfirio Sarmiento Valle, egresado de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Anáhuac México, y exmiembro del Comité Editorial de nuestra revista; en su artículo, nos habla de la manera en que las industrias “poco llamativas” conforman un muy buen punto de inicio para nuestra vida laboral.

Para esta edición, nuestro colaborador Santiago Rivera Harari, nos presenta en “1 Idea = 1 Cambio”, la importancia que tendrá en un futuro el Helio-3 para la obtención de energía eléctrica como una alternativa muy prometedora; en la sección “Ciencia por alumnos”, Sabrina Sofía Prieto Salazar, estudiante de Ingeniería Biomédica, nos describe la manera en que se están utilizando los conocimientos en la neuroingeniería, con el propósito de ayudar a pacientes con algún tipo de amputación.

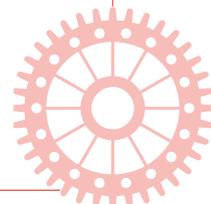
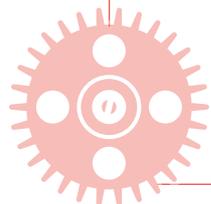
Por otro lado, en la sección “¡Maquinízate!”, Alin Deyanira Flores García nos introduce al extrusor

para polímeros, su importancia y aplicaciones en la industria, mientras que en “De la necesidad al invento”, Claudia Nicole Pleitez Vanegas, con su artículo “La revolución en la experiencia auditiva”, muestra la evolución e innovaciones que han sufrido los audífonos desde su primera aparición. También, aprenderemos de qué trata la NASA App, y las ventajas que tiene, en el apartado “Utilízalo”.

No podía faltar nuestra sección “¡Ciencia a todo lo que da!” a cargo, esta vez, del Ing. Leonardo Hernández Flores y del Dr. Ángel Iván García Moreno, quienes nos ofrecen un estudio sobre las redes neuronales recurrentes y su participación en la elaboración de diagramas TTT. Por su parte, Emmanuel Doniz Ortiz, nos platica en “¡Integrando ingeniería” sobre el proyecto que desarrolló, en el cual pretende erradicar el uso de desechables en la industria de los alimentos. Finalmente, no olviden contestar nuestro “Problema ConCiencia” y la trivia, enviando sus respuestas vía correo electrónico, Facebook o Instagram, lo más rápido posible, para así tener la oportunidad de ganar increíbles premios.

Al igual que en nuestras ediciones anteriores, la revista +Ciencia nos ofrece, una vez más, conocimientos interesantes para compartir con amigos y colegas, además de ayudarnos a expandir nuestro saber sobre diferentes temas. Recuerda que ésta es tu revista. ¡Disfrútala!

Guadalupe Karla Velasco Gómez



CONTENIDO

2 EDITORIAL

La coordenada (0,0)

Guadalupe Karla Velasco Gómez

4 EN CONTACTO CON LA FACULTAD

¿Sabías que...?

Eduardo Pomar Morales

6 CORRESPONDENCIA CIENTÍFICA

10 UNOS AÑOS DESPUÉS...

La ingeniería está en todos los lados..., hasta en el pan

Daniel Porfirio Sarmiento Valle

12 PROBLEMA CONCIENCIA

Tomando el tren

13 1 IDEA = 1 CAMBIO

Energía del mañana

Santiago Rivera Harari

17 CIENCIA A TODO LO QUE DA!

Diseño de una red neuronal del tipo LSTM aplicada al cálculo de diagramas TTT utilizados en componentes fabricados por manufactura aditiva

Ing. Leonardo Hernández Flores y Dr. Ángel Iván García Moreno

25 ¡MAQUINÍZATE!

Extrusor para polímeros

Alin Deyanira Flores García

30 DE LA NECESIDAD AL INVENTO

La revolución en la experiencia auditiva

Claudia Nicole Pleitez Vanegas

32 CIENCIA POR ALUMNOS

Neuroingeniería como apoyo de los aparatos prostéticos

Sabrina Sofía Prieto Salazar

34 UTILÍZALO

El universo al alcance de tus manos

Héctor Alejandro Rojas Alvarado

36 ¡INTEGRANDO INGENIERÍA

Contenedor biodegradable de hoja de plátano y hoja de maíz (prototipo)

Emmanuel Doniz Ortiz

38 TRIVIA

CONTÁCTANOS EN:

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



mascienciaanahuac



@mas.ciencia



masciencia@anahuac.mx



¿Sabías que...?

EDUARDO POMAR MORALES
Ingeniería Biomédica, 4° semestre



Los viajeros espaciales envejecen más lento

La teoría de la relatividad es un concepto que establece de manera general, que las medidas de tiempo y espacio son referentes al estado de movimiento del observador, por lo que no son absolutos. El principal aportador a la teoría de la relatividad fue Albert Einstein, y una de las ideas principales que presenta esta teoría, es que el tiempo transcurre más lento en cuanto a mayor velocidad se encuentre un objeto.

Para ejemplificar dicho concepto, se desarrolló la paradoja de los gemelos. Esta conjetura establece que, si un hermano gemelo viaja en un cohete hacia una estrella a gran velocidad, cuando regrese de su viaje, será más joven que su hermano. Esto se debe a que el tiempo del hermano que se quedó en la Tierra, transcurrió más lento que para su hermano. Por tanto, mientras que él espera 10 años su regreso, para él pasaron solamente 6 años, y al regresar, es 4 años más joven que él.



$$E=MC^2$$

Una fórmula mantiene funcionando a los GPS

Todos conocemos la fórmula de $E=Mc^2$ presentada por el famoso físico Albert Einstein, donde: E representa la energía, m representa la masa y c representa la velocidad de la luz. ¿Sabías que esta fórmula es utilizada para obtener datos del GPS de una manera más precisa?

Para el funcionamiento de los GPS, se considera la relatividad del tiempo. Los satélites que orbitan alrededor de la Tierra se encuentran a distintas velocidades e intensidades en el campo gravitacional, ocasionando que el tiempo y el espacio en los satélites, y en la superficie del planeta, sean diferentes. Los satélites están adelantados 38 nanosegundos, por lo que se aplica esta fórmula para calcular la trayectoria

de la información que estos mismos envían de regreso a los GPS. Si no se usara esta fórmula, los satélites serían aproximadamente 7 kilómetros menos precisos.

Referencias

- López Sánchez, G. (24 de noviembre de 2015). *¿Por qué la Teoría de la Relatividad de Einstein es necesaria para ver la tele o no perderse con el GPS?* ABC Ciencia. Tomado el 31 de octubre de 2019. Sitio web: https://www.abc.es/ciencia/abci-teoria-relatividad-einstein-necesaria-para-tele-o-no-perderse-201511242221_noticia.html
- Universidad de Granada. (s.f.). *La paradoja de los gemelos*. Universidad de Granada. Tomado el 31 de octubre de 2019. Sitio web: <http://www.ugr.es/~jillana/SR/sr4.pdf>
- Waldrop, M. (noviembre de 2017). *La Teoría de la Relatividad de Einstein explicada en cuatro simples pasos*. National Geographic. Tomado el 11 de septiembre de 2019. Sitio web: <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2017/05/la-teoria-de-la-relatividad-de-einstein-explicada-en-cuatro-simples-pasos>



1. JORNADAS MECATRÓNICAS



La Facultad de Ingeniería de la Universidad Anáhuac México, Campus Norte, llevó a cabo los pasados 12 y 13 de noviembre, las jornadas mecatrónicas tituladas “Smart Vehicles”, que contaron con las conferencias de las empresas Tata Motors y Ford, que permitieron a los alumnos de la Facultad, conocer mejor el sector automotriz enfocado al desarrollo de vehículos autónomos.



Fotografías: Cortesía del Dr. Leon Hamui Balas.

2. CONGRESO INTERNACIONAL AT&T-ANÁHUAC

El pasado 14 de noviembre se celebró el congreso AT&T-Anáhuac entre la respectiva empresa líder en telecomunicaciones, y la Facultad de Ingeniería de nuestra Universidad. El congreso contó con la presencia de directores y subdirectores de ingeniería AT&T Global. Entre los temas de las conferencias impartidas por los representantes de la empresa, se habló de las nuevas tecnologías que se desarrollan para facilitar el acceso a internet y las telecomunicaciones,

seguridad digital, ciudades inteligentes, *big data* y optimización de redes, entre otros de gran interés.



Fotografía: Cortesía del Dr. Leon Hamui Balas.



3. JORNADAS DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografías: Cortesía del Mtro. José Antonio Tena Colunga.

Los días 5, 6 y 7 de noviembre se realizaron las Jornadas de Ingeniería Civil, con presencia del Instituto Mexicano del Petróleo, HOLCIM Apasco, INPRESA, MACCAFERRI de México y el consorcio ARA. Estas empresas impartieron conferencias, llevaron a cabo dos visitas industriales y una olimpiada del conocimiento, enfocado a la ingeniería civil. Durante las Jornadas se tocaron temas relacionados con las refinerías, construcción

sustentable, muros verdes con graviones, impermeabilización en techos verdes, entre otros aspectos de gran interés.



Visita al desarrollo habitacional "Misiones II" en Toluca, Estado de México.



Alumnos de ingeniería civil en la visita a la planta de Centro Apasco, en el Estado de México.



4. SE LLEVARON A CABO LAS JORNADAS BIOMÉDICAS 2019, EN LA UNIVERSIDAD ANÁHUAC MÉXICO, CAMPUS NORTE

El evento se llevó a cabo los días 20 y 21 de noviembre y fue organizado por la Sociedad de Ingeniería Biomédica Anáhuac (SIBA), en colaboración con los profesores de la Coordinación de Ingeniería Biomédica. En este evento, la Ing. Jessica Alanís Estrada, de la empresa Philips Healthcare, impartió una conferencia sobre el uso de la fluoroscopia en imagenología médica, mientras que el Dr. Eden Morales Narváez, investigador invitado del Centro de Investigaciones en Óptica, dio una plática sobre el uso de nanomateriales en sistemas de biosensores.

Gracias a la participación de la sociedad de estudiantes SIBA, en la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica (SOMIB), fue posible organizar una conferencia en el modelo *SOMIB Talks*, con una ponencia del Mtro. Héctor Baro Verdugo, sobre integración de modelos de telesalud. El evento culminó con la presentación de la Ing. Karla Graciela Orduña, de Vitalmex, sobre cirugía endoscópica bipolar. Vale la pena mencionar que tanto la Ing. Jessica Alanís como la Ing. Karla Orduña, son egresadas del Programa de Ingeniería Biomédica de la Universidad Anáhuac México.



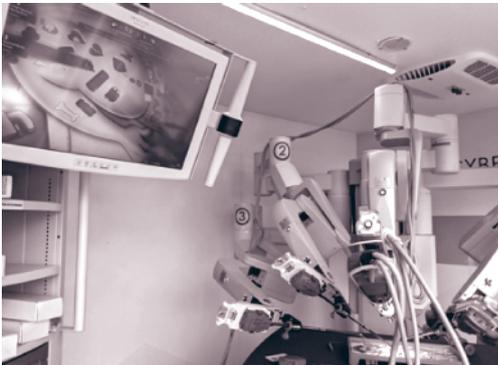
Fotografía: Cortesía de la Dra. Marisol Martínez Alanís.



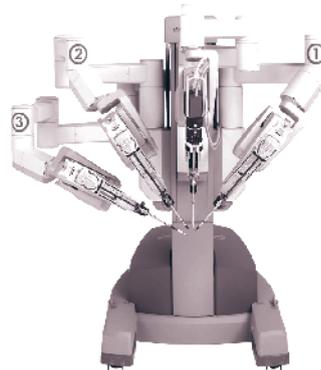
5. ROBOT QUIRÚRGICO *DA VINCI*, DE VISITA EN LA UNIVERSIDAD ANÁHUAC MÉXICO, CAMPUS NORTE

El pasado viernes 29 de noviembre, alumnos y profesores de las facultades de Ingeniería y Ciencias de la Salud, tuvieron la oportunidad de interactuar con el robot *Da Vinci*, un logro de la tecnología moderna que permite a los cirujanos efectuar intervenciones quirúrgicas de manera remota y con una excelente precisión. Se trata de un sistema robótico formado por tres secciones: El robot propiamente dicho, cuenta con cuatro efectores y 12 grados de libertad, además de la unidad de procesamiento y la consola para la operación remota, con capacidad de visualización en 3D. *Da Vinci* fue fabricado por la empresa

estadounidense Intuitive Surgical y distribuido, de forma exclusiva en México y Centroamérica, por la empresa Cyber Robotics, que amablemente prestó el robot para su uso en la Universidad, gracias a las gestiones de Valentina Pagaza Dávila, alumna de Ingeniería Biomédica, de los integrantes de la Sociedad de Ingeniería Biomédica Anáhuac (SIBA) y de algunos profesores de la Coordinación de Ingeniería Biomédica. Además de la presentación de *Da Vinci*, el personal de Cyber Robotics impartió un interesante taller a la comunidad universitaria, para explicar el funcionamiento del robot.



Fotografía: Cortesía de la Dra. Marisol Martínez Alanís.





LA INGENIERÍA ESTÁ EN TODOS LADOS..., HASTA EN EL PAN

DANIEL PORFIRIO SARMIENTO VALLE

Ingeniería en Mecatrónica, Universidad Anáhuac México (2013-2017)

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



Considero que, la enorme mayoría de los estudiantes de ingeniería, nos enfocamos durante nuestros estudios a estos sectores de la industria que son muy llamativos, e incluso glamorosos, y nos olvidamos que la ingeniería y la tecnología tienen aplicaciones muy diversas, y que muchas veces esos sectores que no a todos nos llaman la atención, tienen enormes retos en los que las nuevas generaciones de ingenieros debemos de poner atención, y que son a veces en donde podemos aportar más.

Yo siempre he sido amante del pan. Mi bisabuelo tenía una pequeña panadería en Michoacán, y aunque el oficio no se perpetuó *per se* en la familia, curiosamente yo regresé al ciclo. Gracias a una excompañera de la Facultad de Ingeniería, me enteré de una oportunidad laboral en Grupo Bimbo, como ingeniero de proyecto. Sin saber qué esperar, decidí aplicar a la convocatoria, y nunca imaginé que mi vida fuera a cambiar tan drásticamente. Primero, debí superar un arduo entrenamiento en planta de algunos meses, en donde tuve que lograr la relación entre los conocimientos de ingeniería que adquirí durante la carrera, con el “arte” de hacer pan. Y digo que es arte, porque es un alimento que el ser humano ha producido por siglos y en todas partes del mundo.

Cuando me encontraba estudiando la carrera de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Anáhuac México, no me pasó ni por un segundo en la mente todo lo que me depararía el inicio de mi carrera profesional. Siendo yo un entusiasta de la manufactura y de la automatización, me llamaban la atención las industrias que típicamente (y a veces, hasta juzgando mal) son las pioneras o las que más provecho han obtenido de todos estos avances, tan vertiginosamente rápidos, a los que nos ha acostumbrado la tecnología.

Fue para mí una gran impresión y un enorme reto, el que este sector de la industria, aunque en principio es una gran tradición, actualmente se encuentre incorporándose a la cuarta revolución



Fotografías: Cortesía del Ing. Daniel Porfirio Sarmiento Valle.

industrial, y está buscando formas de aplicar nuevas tecnologías para innovar en sus procesos. Para mí, esa oportunidad me permitió unir dos cosas que disfruto mucho: la ingeniería y el pan, y aunque tiempo atrás no visualizaba algo parecido para mi carrera profesional, estoy seguro de que encontré un excelente punto de inicio.

Desempeñándome en mi puesto, he corroborado que la ingeniería no solamente significa el conocimiento técnico que se obtiene durante los estudios, sino que es una mezcla de una eterna curiosidad por buscar mejorar todo lo que tenemos frente a nosotros. Si hacemos lo que nos apasiona, podemos lograr dar ese extra que no solamente hace la diferencia a nivel personal, sino que, también, logra contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas.

Si yo pudiera decirte algo, querido lector de +CienciaA, es que más allá de dejarte llevar por las empresas que siempre están en boca de todos, te enfoques en aquello que para ti significa algo o que puedes identificarte con ello. Si eso logras también unificarlo con lo que estás estudiando o estudiaste, verdaderamente podrás dar el extra que agregue verdadero valor a todo lo que haces, ya que todo esto te invita no solamente a involucrarte más, sino que también te da una perspectiva más amplia para poder dar soluciones de calidad.

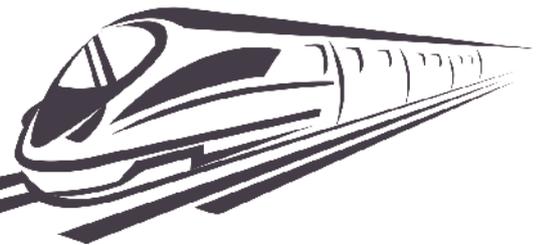
No hay duda de que a donde sea que pongamos la vista, y en todos lados, podemos ser agentes de cambio para lograr un mundo mejor, más productivo, sustentable y armonioso. La tecnología debe de ser siempre una herramienta para mejorar nuestra calidad de vida.



“TOMANDO EL TREN”

Desde Villanueva hasta Villavieja hay una distancia de 375 km en tren. Villaverde queda de camino entre ellas y está a 150 km de Villanueva. A las 12:00 h un tren parte de Villanueva y llega a Villaverde a las 13:15 h. Espera allí 15 minutos y luego viaja hasta Villavieja, adonde llega a las 15:00 h. Otro tren parte de Villavieja a las 12:30 h y viaja sin parar hasta Villanueva, a una velocidad media de 100 km por hora.

¿A qué distancia de Villaverde se cruzan los dos trenes, y a qué hora?



¡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

Jackson, P. (2005). *Antología de acertijos mensa: ¿aceptas el desafío?* España: Ediciones Martínez Roca, p. 102.

Respuesta del problema ConCiencia anterior “VACACIONES EN LA PLAYA”

El Sr. Mensero estuvo de vacaciones durante 15 días, pero, calculando un poco mejor sus gastos, podría haberse quedado durante 20 días.

Felicidades a Fernando Javier Sáenz Guzmán (Ingeniería Mecatrónica, 3er. semestre), Anáhuac México Campus Norte, quien resolvió a la perfección el acertijo.





Energía

DEL MAÑANA

SANTIAGO RIVERA HARARI
Ingeniería Industrial, 6° semestre

El ser humano siempre ha buscado saciar necesidades y resolver problemas; incluso si no hay problema alguno, el humano crea ese problema para poder resolverlo. Por ejemplo: La contaminación por el uso desmedido de los plásticos: “surge la necesidad de distribuir alimentos y bebidas de una manera más económica: las empresas optan por el uso del plástico y otros contaminantes. Esto resuelve un problema, pero crea otro mucho más grave”.

Últimamente nos llegan las noticias de las catástrofes ambientales, tales como incendios, niveles de contaminación elevados, el derretimiento de los polos, entre otras grandes situaciones. ¿Qué es lo que está generando todo esto? La respuesta la podemos encontrar en dos ámbitos importantes (claro que no son los únicos dos factores), lo que generamos y lo que necesitamos para generar, es decir, la energía. El ser humano ha sido muy ingenioso a la hora de buscar fuentes de energía, ya que existen muchas formas de esta como son: la solar, eólica, hidráulica, entre otras. También está la nuclear, que se emplea en las plantas nucleares y aprovecha el calor que libera principalmente el átomo de uranio. Las centrales nucleares generan energía a partir de un proceso llamado fisión, que consiste en dividir el núcleo del átomo en otros más pequeños para liberar la energía y así mismo captarla. Einstein explicaba esto años atrás, con su famosa ecuación de: $E=mc^2$, en la que E es la energía

de un cuerpo en reposo, m se refiere a la masa del mismo y c a la velocidad de la luz.

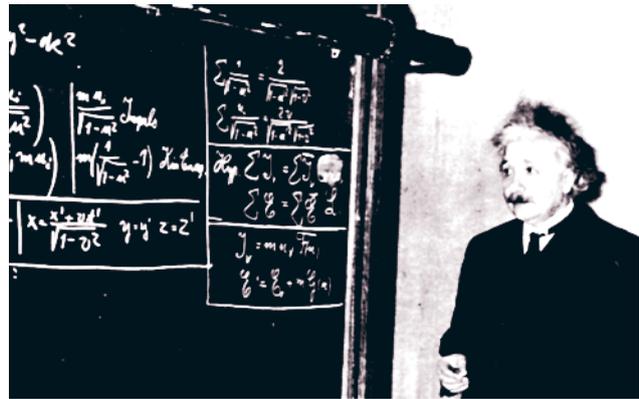


Imagen 1: Albert Einstein y un tablero con fórmulas físicas, en los Estados Unidos, alrededor de 1935. Tomado de: H. Paul Honsinger. (2018). Why did Albert Einstein (being a German) help the US make the nuclear bomb and didn't help Germany in the World War II? 29/10/2019, de QUORA Sitio web: <https://www.quora.com/Why-did-Albert-Einstein-being-a-German-help-the-US-make-the-nuclear-bomb-and-didnt-help-Germany-in-the-World-War-II>

La fisión a su vez, trae consigo posibles problemas, que involucran la radioactividad; sin embargo, también existe otro proceso al que se le conoce como fusión, que consiste en unir dos átomos, por ejemplo, de deuterio y tritio a temperaturas muy elevadas (cerca de 200,000,000 °C), para que empiecen a fusionarse y generen energía. Esta energía es convertida directamente en electricidad.

La fusión nuclear plantea a los científicos y a los ingenieros un gran reto, ya que tienen que crear un espacio con un gran número de espe-



1 Idea = 1 Cambio

cificaciones, para que la fusión se pueda llevar a cabo de manera segura. Todos los proyectos de esta magnitud tienen riesgos, y este no es la excepción. Pero lo más grave que podría pasar si fracasara, sería que se descompusiera el reactor, y muchos millones de dólares se perderían. Si te estás preguntando ¿podría pasar algo similar a lo de Chernóbil? La respuesta es no, ya que la fusión nuclear, a diferencia de la fisión, no deja residuos radioactivos. Por lo que, es un punto a favor de la fusión. La fusión es el proceso que se lleva a cabo en nuestro sol, es como si estuviéramos reproduciendo las condiciones que se producen en el sol, pero aquí en la Tierra.

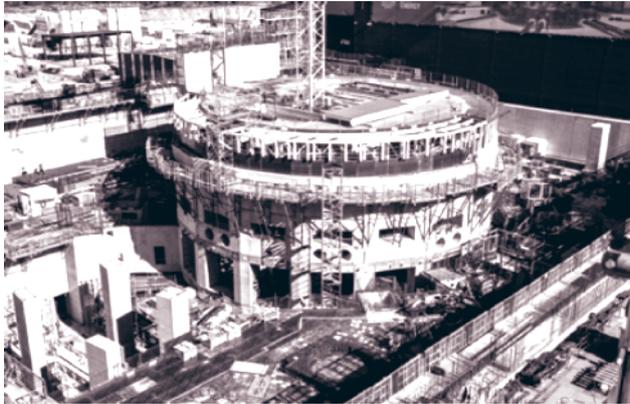


Imagen 2: Construcción del Reactor Internacional Termonuclear Experimental (ITER), en el sur de Francia. Fotografía tomada en abril de 2018 por: "ITER Organization". Este reactor para 2025 estará haciendo sus primeras pruebas de la fusión. Y para 2035 estará trabajando la fusión del deuterio con tritio. Tomado de: Oak Ridge National Laboratory. (2018). ITER Site. 29/10/2019, de Flickr. Sitio web: <https://www.flickr.com/photos/oakridgelab/41809718461/in/album-72157643423831735/>

Ahora que ya sabes que la fusión es una manera eficiente de generar energía, y los esfuerzos que el ser humano está haciendo para mejorar cada vez más este proceso, hay algo más que deberías saber: existe un recurso al que se conoce como Helio-3. Aunque lo podemos encontrar, es muy escasa su concentración aquí en la Tierra, mientras que en la luna existe en grandes cantidades. Esto debido a que en la luna no hay atmósfera y el recurso viene directamente de la radiación solar. Te podrás imaginar las cantidades enormes que han de existir en la luna. Ahora bien, ¿para qué quere-

mos el Helio-3? Este recurso puede ser usado para producir energía. En 1986 científicos del Instituto de Tecnología de Fusión de la Universidad de Wisconsin, estimaban que el suelo lunar tiene un millón de toneladas de Helio-3. Estos estudios han estimado que solamente 100 kilogramos de esta partícula (usada y procesada adecuadamente), podrían abastecer toda la electricidad que se requiere en la ciudad de Dallas, Texas, durante un año entero. Estamos hablando de que, si las estimaciones son correctas, la luna contiene la suficiente cantidad de este material para abastecer de energía a los seres humanos del planeta Tierra por varias décadas. Es por eso que varios países están trabajando en la creación de una base lunar, con la intención de establecerse y apoderarse de los recursos.

En el año de 1967, las Naciones Unidas establecieron que nadie puede ser dueño del espacio exterior, pues se podría llegar a tensar a varios países, ya que la energía es un recurso que muchas organizaciones anhelan controlar.



Imagen 3: La luna en su fase gibosa creciente, mientras la Estación Espacial Internacional orbitaba 256 millas sobre el Océano Pacífico Norte, al sur de las Islas Aleutianas de Alaska. Fotografía tomada en abril de 2019 por: NASA. Mark Garcia. (2019). The moon's waxing gibbous phase. 29/10/2019, de NASA. Sitio web: <https://www.nasa.gov/image-feature/the-moons-waxing-gibbous-phase>

Aunque algunos científicos han estimado que la energía producida por el Helio-3 sería 250 veces mayor a la que se usaría para ir por ella a la luna y regresar, no es completamente seguro. Diferentes opiniones científicas creen



que lo que se propone no es posible; se considera más viable construir una base lunar que se abastezca de los propios recursos lunares, en lugar de traerlos a la Tierra.

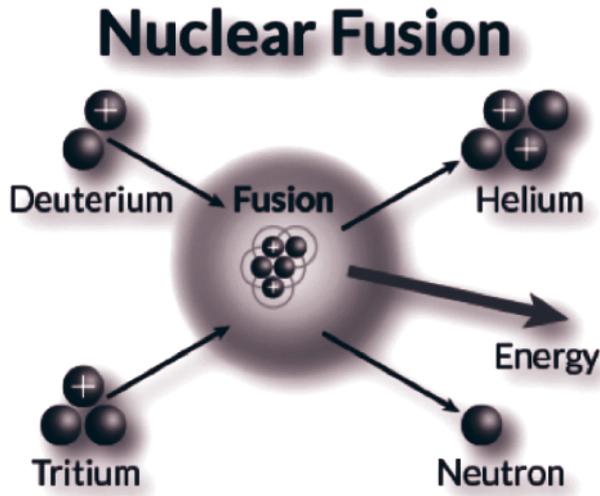


Imagen 4: Ejemplo de fusión Deuterio-Tritio. Imagen proporcionada por Science News, publicada en enero de 2016. Enkidu. (2017). Nuclear Fusion Scam! 29/10/2019, de Blogger. Sitio web: <http://nuclearfissionscam.blogspot.com>

Lo que busca la tecnología referente a la fusión nuclear, es que por medio de la fusión entre el deuterio y el Helio-3, se genere mucha más energía. El problema es que para lograr este proceso se necesitarían temperaturas de fusión mucho mayores a las que ya se tienen en las plantas nucleares de la Tierra. Una ventaja de la reacción del deuterio con el Helio-3 a diferencia de la de deuterio-tritio, es que esta produciría una cantidad mínima de neutrones, que son difíciles de contener en campos electromagnéticos, ya que carecen de carga. Por el contrario, si lográramos una fusión del Helio-3 consigo mismo, obtendríamos una energía totalmente libre de neutrones y posiblemente sería uno de los logros más importantes de la historia de la humanidad.

Hoy en día, muchos países y organizaciones privadas tienen los ojos puestos en la minería lunar. De hecho, la NASA acaba de anunciar que ya están planeando la futura base lunar para el año 2024. Aunque es un proyecto con posibilidades muy bajas de tener un éxito a corto plazo, si estamos motivados a lograrlo, lo

haremos. Como alguna vez dijo Stephen Hawking: “Mientras haya vida, hay esperanza”.

Bibliografía

- CSN. (s.f). La energía nuclear. Tomado el 6 de septiembre de 2019, de Consejo de Seguridad Nuclear. Sitio web: <https://www.csn.es/la-energia-nuclear>
- Enkidu. (2017). Nuclear Fusion Scam! Tomado el 29 de octubre de 2019, de Blogger. Sitio web: <http://nuclearfissionscam.blogspot.com>
- Evan Milberg. (2017). ITER, World's Biggest Nuclear Fusion Reactor, is now Halfway Complete. Tomado el 6 de septiembre de 2019, de Composites Manufacturing. Sitio web: <http://compositesmanufacturingmagazine.com/2017/12/worlds-biggest-nuclear-fusion-reactor-now-halfway-complete/>
- Europa Press. (2018). Energía: Fusión nuclear a microescala con nanohilos calentados por láser. Tomado el 6 de septiembre de 2019, de Periodista Digital. Sitio web: <https://www.periodistadigital.com/ciencia/educacion/20180315/energia-fusion-nuclear-microescala-nanohilos-calentados-laser-noticia-689400606398/>
- H. Paul Honsinger. (2018). Why did Albert Einstein (being a German) help the US make the nuclear bomb and didn't help Germany in the World War II? Tomado el 29 de octubre de 2019, de QUORA. Sitio web: <https://www.quora.com/Why-did-Albert-Einstein-being-a-German-help-the-US-make-the-nuclear-bomb-and-didnt-help-Germany-in-the-World-War-II>
- Javier Yanes. (2019). Helio-3: La fiebre del oro lunar. Tomado el 5 septiembre de 2019, de Open Mind. Sitio web: <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/fisica/helio-3-la-fiebre-del-oro-lunar/>
- Juan Carlos López. (2018). Fusión nuclear: qué retos plantea, la seguridad de esta tecnología y cuándo estará lista. Tomado el 5 de septiembre de 2019, de Xataka. Sitio web: <https://www.xataka.com/investigacion/fusion-nuclear-que-retos-plantea-la-seguridad-de-esta-tecnologia-y-cuando-estara-lista>
- Mark Garcia. (2019). The moon's waxing gibbous phase. Tomado el 29 de octubre de 2019, de NASA. Sitio web: <https://www.nasa.gov/image-feature/the-moons-waxing-gibbous-phase>
- NASA. (2019) We are going. Tomado el 29 de octubre de 2019, de YouTube. Sitio web: <https://www.youtube.com/watch?v=vI6jn-DdafM>
- Oak Ridge National Laboratory. (2018). ITER Site. Tomado el 29 octubre de 2019, de Flickr. Sitio web: <https://www.flickr.com/photos/oakridgelab/41809718461/in/album-72157643423831735/>
- What If. (2019, septiembre 1). Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=yEvQLI_AQNM&list=PLZdXRHYAVxTJno6oFF9nLGuwXNGYHmE8U&index=45

¿CONOCES TU LABORATORIO DE QUÍMICA?

DESCUBRE ALGO NUEVO





Diseño de una red neuronal del tipo LSTM aplicada al cálculo de diagramas TTT utilizados en componentes fabricados por manufactura aditiva

ING. LEONARDO HERNÁNDEZ FLORES Y DR. ÁNGEL IVÁN GARCÍA MORENO*
Centro de Ingeniería y Desarrollo Industria – CIDESI
Av. Playa Pie de la Cuesta 702, Col. Desarrollo San Pablo, Querétaro, México
*angel.garcia@cidesi.edu.mx

Se presenta el diseño de una red neuronal recurrente (RNN) del tipo *Long-Short Term Memory* para predecir diagramas temperatura-tiempo-transformación (TTT), para la aleación Ni-Al. El desarrollo de este trabajo está enfocado en acelerar la generación de conocimiento para realizar tratamientos térmicos en componentes fabricados aditivamente. Se calculó el diagrama binario para la aleación, así como el análisis de la cantidad de fases presentes en distintas composiciones con el fin de estudiar a Gamma prima (γ') y la energía interfacial existente entre Gamma y Gamma prima ($\gamma - \gamma'$). Con estos factores se simuló un conjunto de diagramas usando Thermo Calc™ necesarios para entrenar la red. Posteriormente se construyó la RNN con una arquitectura *encoder-decoder*. Se describe la definición de la función de activación, así como la programación de las *Gated Recurrent Units*, las cuales dotan a la red de memoria. Para calcular la distribución de probabilidad de la red se implementó la función *SoftMax*. Por último, se calcularon los parámetros que sirven para entrenar los estimadores, que a su vez sirven para ejecutar el proceso de entrenamiento de la red. El aprendizaje está dado en función de la composición química y su respectivo diagrama TTT. Se presentan resultados preliminares de la predicción de los diagramas para la aleación Ni-Al.

Palabras clave: Red neuronal, tratamientos térmicos, manufactura aditiva.



1. Introducción

La Fabricación Aditiva o Additive Manufacturing (AM), como se conoce internacionalmente, consiste en manipular material a escala micrométrica y depositarlo de forma muy precisa para construir un sólido. Las tecnologías AM suponen un giro radical respecto a los procesos de construcción de piezas empleados en la actualidad. La idea principal de la tecnología es fabricar por deposición controlada del material, capa a capa, hasta conseguir la geometría final que se persigue, en lugar de arrancar material (mecanizado, troquelado) o conformar con ayuda de herramientas (GM, 2019) y moldes –fundición, inyección, plegado–. (Antoine, Blasco, Carrión, de Ciurana Gay & Esteve Oró, 2001).



Imagen 1: Comparativa de fabricación convencional vs AM (Lehiakorra, 2015).

Esto supone una ventaja sin precedentes para los diseñadores y para el desarrollo de productos y de piezas de todo tipo con aplicaciones relevantes en todos los sectores: aeronáutico, automotriz, manufacturas en general, medicina, moldes, etcétera. Se han desarrollado varias tecnologías para la fabricación de piezas en el sector de manufactura aditiva de metales; éstas varían según el tipo de material de aporte, sea polvo o cable (Antoine, Blasco, Carrión, de Ciurana Gay & Esteve Oró, 2001).

En las diversas tecnologías que usan un láser como fuente de energía (*laser cladding*, por ejemplo), la microestructura y propiedades dependen de varios factores como: el historial térmico, el mecanismo de solidificación y la

fracción volumétrica de las fases formadas en el proceso de enfriamiento. Para poder aplicar los modelos cinéticos, es necesario conocer algunas constantes relacionadas con las propiedades del material como las físicas y las termodinámicas (Pérez Espinosa & Frederik de Lange, 2018).

Por ello es necesario conocer la cinética de las transformaciones de fase, que tienen lugar en diferentes regímenes de tratamiento térmico. La cinética de las transformaciones de fase se describe mediante diagramas del tipo tiempo – temperatura – transformación (TTT).

Se le nombra curva TTT, al diagrama que relaciona el tiempo y la temperatura necesarios para que suceda una transformación isotérmica. Este tipo de diagrama son gráficos que representan la temperatura respecto al tiempo. Los diagramas TTT, pueden ser utilizados para estudiar los tratamientos de recocido, normalizado y temple (Pazos Peinado, 2005). El uso de la información contenida dentro de los diagramas TTT, permitirá la optimización de los parámetros de procesamiento en la creación de tratamientos térmicos de rejuvenecimiento para obtener una microestructura deseable en los componentes fabricados aditivamente (Callister Jr., 2009).

La metodología desarrollada en este trabajo para generar diagramas TTT de la aleación Ni-Al, usando una red neuronal recurrente, se muestra en la imagen 2.



Imagen 2: Metodología para la generación de diagramas temperatura-tiempo-transformación, usando una red neuronal recurrente del tipo LSTM.

Actualmente, los diagramas TTT se pueden generar de manera experimental, requiriendo demasiado tiempo y equipo especializados para caracterizarlos. También se pueden calcular por simulación con software (como Thermo Calc™ o JmatPro™).



En las superaleaciones base níquel, es de especial interés el estudio de la fase gamma γ' prima Ni₃(Al, Ti), la cual es su fase de precipitación. La γ' precipita de manera homogénea en toda la matriz y γ da estabilidad. La γ' es una fase muy dúctil y por tanto da fuerza a la matriz sin reducir la resistencia a la fractura del material. En algunas aleaciones modernas, la fracción de volumen de la γ' precipitada es alrededor de 70%, la cual mantiene su resistencia mecánica útil hasta temperaturas del orden de los 1000 °C.

La metodología desarrollada se muestra en la imagen 2. Se utiliza Thermo Calc™ para generar una base de datos con la cual entrenar una red neuronal (RN). Se diseñó y entrenó la RN para la determinación de diagramas TTT. También se presenta el análisis de la precipitación de la fase γ' en matriz γ ya que esta es la fase reforzante en las superaleaciones base níquel.

2. Métodos

Se necesitó estudiar la termodinámica de la aleación Ni-Al, esto para tener cálculos más cercanos a la realidad a la hora de simular los diagramas TTT en el software Thermo Calc™; para ello se determinó la energía interfacial, el diagrama binario Ni-Al y el porcentaje de fase en diferentes composiciones químicas.

a. Thermo Calc™

Este software se ha extendido no solo para cubrir la termodinámica computacional de sistemas multicomponentes, sino también para considerar la cinética controlada por difusión. Thermo Calc-PRISMA™ utiliza la teoría de Langer-Schwartz y el enfoque numérico de Kampmann-Wagner (Software T. C., 2016). Dicho enfoque requiere de varios parámetros de inicialización. Uno de los de mayor relevancia es la energía interfacial σ_c , ya que de este valor dependen las simulaciones de precipitación para calcular las tasas de nucleación, crecimiento/disolución y engrosamiento. La energía interfacial se calcula mediante el modelo extendido de Becker (Fornaro) (Software T.-C., 2019) como:

$$\sigma_c = \frac{n_s \bar{z}_s}{N_A \bar{z}_l} \Delta E_s \quad (1)$$

Otro parámetro relevante es la tasa de nucleación a través del tiempo, $J(t)$ (Software T.-C., 2019), la cual está dada por:

$$J(t) = J_s \exp\left(\frac{-t}{\tau}\right) \quad (2)$$

b. Construcción de RN

Una de las ramas más destacadas del campo científico de la Inteligencia Artificial es la que corresponde a las RN's, ya que tratan de emular el comportamiento del cerebro humano, caracterizado por el aprendizaje a través de la experiencia y la extracción de conocimiento genérico a partir de un conjunto de datos. (Flórez López & Fernández Fernández, Fundamentos Biológicos de las Redes Neuronales Artificiales, 2008). Las RN's están constituidas por un gran número de elementos simples de procesamiento muy interconectados (ver imagen 3), que procesan información por medio de su estado dinámico, como respuesta a entradas externas. Esta versatilidad les ha permitido incursionar en diferentes áreas.

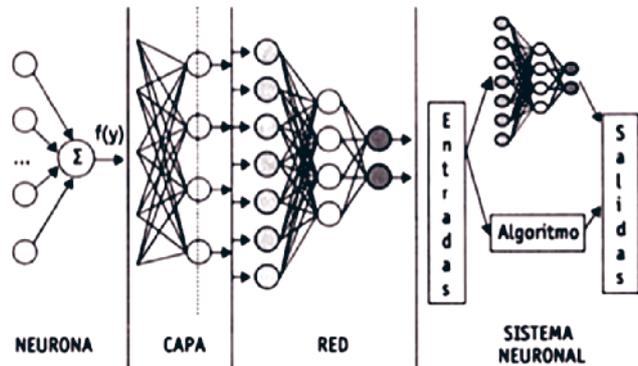


Imagen 3: Estructura jerárquica de un sistema basado en RNA. (Flórez López & Fernández Fernández, 2008).

Red tipo LSMT

Las LSTM (*Long-Short Term Memory*) son un tipo especial de redes recurrentes. La característica principal de las redes recurrentes, es que la información puede persistir introduciendo ciclos en el diagrama de la red, por lo que, básicamente, pueden "recordar" estados previos y utilizar esta información para decidir



cuál será el siguiente. Esta característica las hace muy adecuadas para manejar series discretizables.

Para el desarrollo de una RN que pueda predecir diagramas TTT, estamos modelando relaciones entre secuencias $A = (a_1, \dots, a_n)$ y $B = (b_1, \dots, b_m)$ de longitud variable (composiciones químicas y las coordenadas euclidianas de los diagramas ya reportados y simulados). En esta situación necesitamos usar una red neuronal recurrente (RNN).

Una RNN adquiere una representación de la entrada por medio de la recursión. El objetivo es poder generar un vector h de dimensión fija que represente la secuencia $A = (a_1, \dots, a_n)$. En cada iteración de la recursión se utiliza un elemento de la secuencia y producimos un vector representativo de los elementos consumidos hasta esa iteración. Formalmente, en la iteración t consumimos a_t y producimos a_t , que es el diagrama o una aproximación de (a_1, \dots, a_{t-1}) , aplicando la función que define la recursión:

$$h_t = f(x_t, h_{t-1}; \theta) \quad (3)$$

donde θ son las tendencias de los diagramas a aprender. La función f se denomina función de activación. La elección de una función de activación adecuada es fundamental para el éxito del modelo. Una posibilidad es usar una transformación afín a la entrada, pero en la práctica se usa la composición de una transformación lineal y una función no lineal. Esta función no lineal puede tomar muchas formas: desde las más simples, como la tangente hiperbólica y la función sigmoide, a otras más complejas, como lo que se conoce como unidades GRU (Gated Recurrent Units).

Estas GRU tienen como objetivo dotar a la recurrencia con la capacidad para recordar información. Supongamos que nuestra función de activación es una transformación lineal, entonces, en cada iteración t de la recurrencia, el estado h_t se encuentra influenciado por los últimos elementos de la entrada. Sin embargo,

puede suceder que el último elemento guarde alta relación con el primero. En este caso, la función de activación debe ser capaz de preservar dependencias por largo tiempo, lo que se conoce como *Long Term Dependencies*.

Sea a_1, \dots, a_n, a_n una secuencia de entrada del tipo *1-of-k* y sea K el tamaño definido de los vectores de estado h_t , es decir, $h_t \in \mathbb{R}^k$. Ya que la idea es preservar información, se requieren dos vectores $r, z \in [0,1]^k$, r indicará en qué grado queremos preservar el estado y z el grado en el que queremos actualizarlo. Para cada iteración t de la recurrencia, se actualizaron los valores con:

$$z = \sigma(W_z a_t + U_z h_{t-1} + b_z) \quad (4)$$

$$r = \sigma(W_r a_t + U_r h_{t-1} + b_r) \quad (5)$$

donde σ es la función sigmoide, W_z, U_z, W_r, U_r son matrices de parámetros a aprender y b_z, b_r son vectores. Las matrices W_z, U_z y el vector b_z definen una transformación deseada.

Ahora bien, la función sigmoide tiene un rango entre $(0, 1)$ y esto nos permite interpretar la salida con el grado de confianza. Como hemos dicho, r representa cuánto queremos preservar el estado. En la iteración t de la recurrencia contamos con el estado h_{t-1} y queremos producir uno nuevo h_t . Para ello, primero calculamos un vector estado candidato \tilde{h}_t :

$$\tilde{h}_t = \tanh(W a_t + U(r) \odot h_{t-1}) \quad (6)$$

donde W, U son matrices de parámetros a aprender, \tanh la tangente hiperbólica y \odot la multiplicación elemento a elemento. Nótese que cuanto más cercano a 1 esté cada elemento de r , más queremos preservar el estado actual h_{t-1} .

Obtenido el vector estado "candidato", calculamos el estado final h_t :

$$h_t = z \odot h_t + (1 - z) \odot \tilde{h}_t \quad (7)$$

Cuánto más cercano a 1 esté cada elemento de z , más preservamos del estado anterior.



Cuando $z = 0$ la iteración t de la recurrencia no cambiará el estado.

Hemos visto como una RNN adquiere una representación de la entrada mediante una recurrencia. Con el objetivo de predecir diagramas TTT, y a la vista de las ecuaciones de nuestro modelo, nos interesa que esta representación sea una probabilidad. Esto es, dada una secuencia de entrada $X = (x_1, \dots, x_n)$ queremos escribir $p(X)$ como una recurrencia. Para ello se factoriza $p(X)$ usando la probabilidad condicional:

$$p(X) = p(x_1, \dots, x_n) = p(x_1)p(x_2|x_1) \dots p(x_n|x_1, \dots, x_{n-1}) \quad (8)$$

Se modela la probabilidad $p(x_t|x_1, \dots, x_{t-1})$ para la recurrencia en la iteración t con:

$$p(x_t|x_1, \dots, x_{t-1}) = g(h_{t-1}; \theta) \quad (9)$$

$$h_t = f(x_t, h_{t-1}; \theta) \quad (10)$$

donde g produce una distribución de probabilidad condicionada a h_{t-1} y f es la función de activación de la RNN. En nuestro caso, la distribución de probabilidad se obtiene mediante:

$$p(x_t|x_1, \dots, x_{t-1}) = g(h_{t-1}; \theta) = \frac{\exp(W_j h_{t-1})}{\sum_{j=1}^K \exp(W_j h_{t-1})} \quad (11)$$

donde W es una matriz de parámetros a aprender, W_j indica la fila j y k es el número de elementos posibles. A esta función se le conoce como *SoftMax*. En el contexto de nuestro modelo tenemos una lista de vectores con coordenadas con K puntos, y dado un vector de composiciones químicas lo recorreremos intentando predecir la coordenada del diagrama TTT para un tiempo específico.

Ya definimos la probabilidad de una sola secuencia $p(x)$. Sin embargo, para el diagrama TTT nos interesa modelar la probabilidad de todo el conjunto de coordenadas (B), condicionada al conjunto de composiciones químicas (A), es decir, $p(B|A)$. Usualmente para aleaciones base níquel existe una tendencia en los diagramas TTT conforme al elemento que precipita la fase reforzante. En este sentido, para modelizar $p(B|A)$ representamos el

diagrama TTT como un vector. Dado un diagrama $A = (a_1, \dots, a_n)$ usamos una RNN del tipo $h_t = f(x_t, h_{t-1}; \theta)$. Después de procesar todos los elementos se obtiene un vector h_n que identificaremos como el diagrama TTT de la entrada $c = h_n$.

Obtenido c , se usa otra RNN para producir desde cero otra secuencia $B = (b_1, \dots, b_m)$ calculando el diagrama TTT más probable, de acuerdo con la probabilidad. Esta vez condicionada al contexto c :

$$p(b_t|b_{t-1}, \dots, b_1, c) = g(h_t, b_{t-1}, c; \theta) \quad (12)$$

donde g es la función *SoftMax*. El estado interno de la RNN lo actualizamos según:

$$h_t = f(h_{t-1}, b_{t-1}, c; \theta) \quad (13)$$

que esta vez depende de c . f es una unidad GRU. Esta arquitectura se llama *encoder-decoder*. La RNN que toma un diagrama TTT, A , es el encoder y el decoder que produce una secuencia de coordenadas nueva (imagen 4).

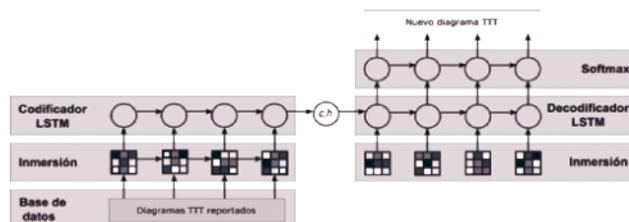


Imagen 4: Esquema del modelo completo de la RNN. Cada elemento de nuestra base de datos lo inmergimos en el espacio vectorial denso. Cada nodo del codificador indica el estado de la recurrencia. En cada iteración se consume un elemento de la entrada y se actualiza.

3. Materiales

Aunque Ni y Al poseen la misma estructura cristalina, de manera que se puede anticipar la solubilidad sólida mutua, el sistema binario NiAl exhibe una serie de fases sólidas distintas de la FCC, como lo confirma el diagrama de fases. Estas fases poseen las siguientes características:

(i) un grado significativo de unión direccional y covalente, de tal manera que existan relacio-



nes estequiométricas precisas entre el número de átomos de Ni y Al, en cada celda unitaria, y

(ii) estructuras cristalinas en las que se prefiere el enlace Ni-Al en lugar de Ni-Ni o Al-Al. Por tanto, se muestra un alto grado de orden químico y, en consecuencia, estas fases se denominan ordenadas para distinguirlas de las soluciones desordenadas, basadas en las estructuras cristalinas de FCC o BCC. Las fórmulas químicas son Ni₃Al, NiAl, Ni₂Al₃, NiAl₃ y Ni₂Al₉ (C. Reed, 2006).

4. Caso de estudio: aleación Ni-Al

Lo primero fue realizar los cálculos termodinámicos de la aleación Ni-Al, con ayuda del software Thermo Calc™. Estos diagramas nos ayudaron a entender mejor el comportamiento de la fase precipitante γ'.

Se determinó un diagrama binario (imagen 5) de la aleación Ni-Al, con el fin de saber el porcentaje de aluminio que hace que γ' precipite. Se notó que existen zonas de mezcla con las fases γ, BCC y Al₃Ni₅. En este trabajo solo nos interesa la zona de mezcla con γ.

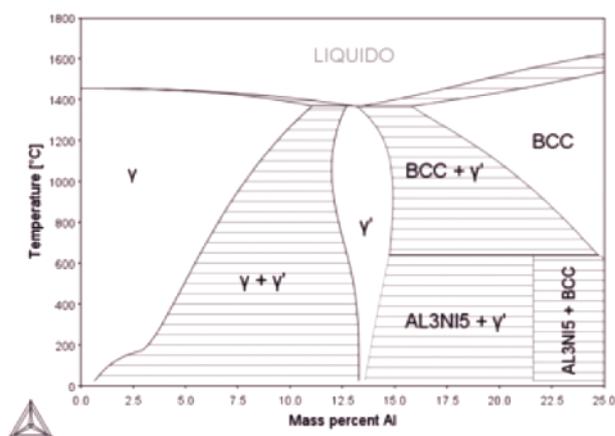


Imagen 5: Diagrama binario de la aleación Ni-Al mediante el software de Thermo Calc™.

Posteriormente, se determinó qué tanto de la fase γ' existía en un rango de 4-17% Al. Para saber, se calcularon diagramas de porcentaje de fase para distintas composiciones químicas, con el fin de determinar qué fase es la de mayor

presencia a la hora de precipitar en esa composición; se notó que al aumentar la cantidad de Al, es mayor la presencia de γ' respecto a γ, hasta llegar el momento donde esta llega a ser la de mayor presencia (imagen 6), y a partir de Ni-14Al, la fase γ desaparece y ahora precipitan las fases BCC y Al₃Ni₅.

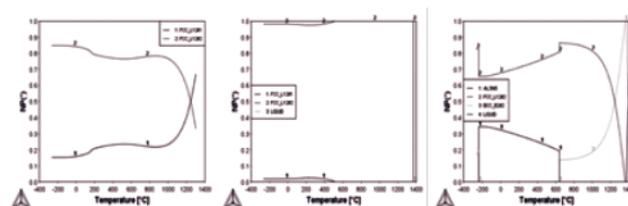


Imagen 6: Diagramas TTT de aleación Ni-Al para generación de base de datos (A) mediante el software Thermo Calc™ con la base de datos NIDEMO y de movilidad MNIDEMO, diagrama predicho mediante red neuronal (B), comparación de diagrama obtenido con el esperado.

Después de saber que la fase γ' y γ era la de mayor presencia en un porcentaje menor a 13% Al, se calculó la energía interfacial de la aleación (imagen 7), para la fase gamma-gamma prima, ya que este es un factor necesario para poder realizar la simulación de diagramas TTT, en el software.

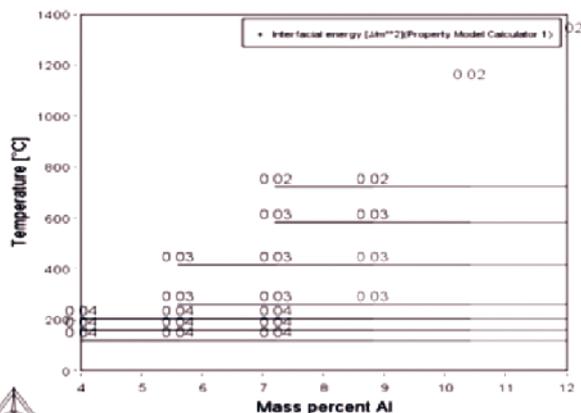


Imagen 7: Energía interfacial de la aleación Ni-Al de un rango de 4 a 12% Al, de la aleación.

Posteriormente se generó un conjunto de diagramas variando la composición química en un rango de 4 a 12% Al, con pasos de 40 °C. Sumando estos diagramas a los diagramas reportados en



el estado del arte se conformó una base de datos. Luego, estos fueron usados para entrenar una RNN. El entorno de trabajo donde se implementó y entrenó la RNN, fue en una arquitectura Intel™ i7 con 32 Gb de RAM, una tarjeta NVIDIA™ Quadro P4000 y CUDA™ 9.2.

Como se describió en la sección anterior, se utilizó un enfoque LSTM *encoder-decoder* para modelar nuestra RNN. Sin embargo, no se han definido los parámetros θ , los cuales son necesarios para el entrenamiento de la RNN. Para estimar θ utilizamos el principio de máxima verosimilitud (PMS) (Yee Seng & Hwee Tou, 2008), el cual es un método para producir estimadores. Supongamos que tenemos un conjunto de pares $X = (A_1, B_1), \dots, (A_n, B_n)$ donde A_i es el conjunto de composiciones químicas y B_i su diagrama TTT (conjunto de coordenadas). El modelo calcula $p(B_i|A_i)$. Entonces, aplicando el PMS, el estimador de máxima verosimilitud de θ se calcula con:

$$\hat{\theta} = \arg \max_{\theta} \prod_{i=1}^n p(B_i|A_i) \quad (14)$$

Dicho estimador maximiza el producto de las probabilidades de los datos de entrenamiento. El estimador se convierte en nuestra función objetivo, la cual minimizamos usando el método de *gradient descent* (Zinkevich, Weiner, Li, & Smola, 2010). De esta manera, el sistema es capaz de aprender con alto grado de precisión la relación que existe entre la composición química de la aleación Ni-Al y su respectivo diagrama. La RNN da como salida, un vector con las coordenadas del diagrama (imagen 8).

4. Conclusiones

El trabajo describe el diseño e implementación de una red neuronal recurrente del tipo LSTM bajo la arquitectura de encoder-decoder.

Se describió a detalle la definición de la función de activación, así como la programación de las *Gated Recurrent Units*, las cuales dotaron a la red de memoria. Asimismo se estudió la termodinámica de la aleación Ni-Al, ya que se determinó el límite máximo de precipitación de la fase gamma prima en gamma. Para calcular la distribución de probabilidad de la red se implementó la función *SoftMax*.

Por último, se calcularon los parámetros que sirven para entrenar los estimadores, que a su vez sirven para ejecutar el proceso de entrenamiento de la red. El aprendizaje está dado en función de la composición química y su respectivo diagrama TTT. De esta manera se presentaron resultados, aunque preliminares, muy prometedores en la generación de los diagramas. La generación de un nuevo diagrama, posterior al procedimiento de entrenamiento de la red, se produce en un par de minutos, que, en comparación con los procedimientos tradicionales, supone una gran ventaja, ya que se pasó de simular por varias horas, a un par de minutos. Como se mencionó, estos son resultados preliminares que demuestran la factibilidad del proyecto. Trabajos futuros estarán enfocados a generar una base de datos más robusta, incrementar la precisión y velocidad en la generación de diagramas, así como su validación experimental.

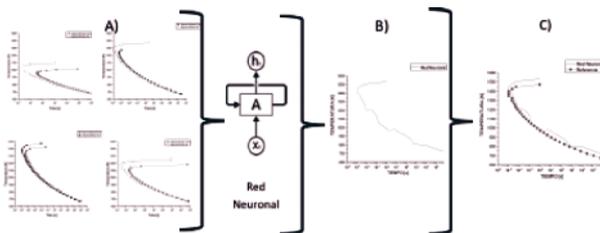


Imagen 8: Diagramas de porcentaje de fase con una presión de 101325 pascales con distintas composiciones químicas Ni-11Al (A), Ni-13Al (B) y Ni-17Al (C) mediante el software Thermo Calc™ con la base de datos NIDEMO y de movilidad MNIDEMO.

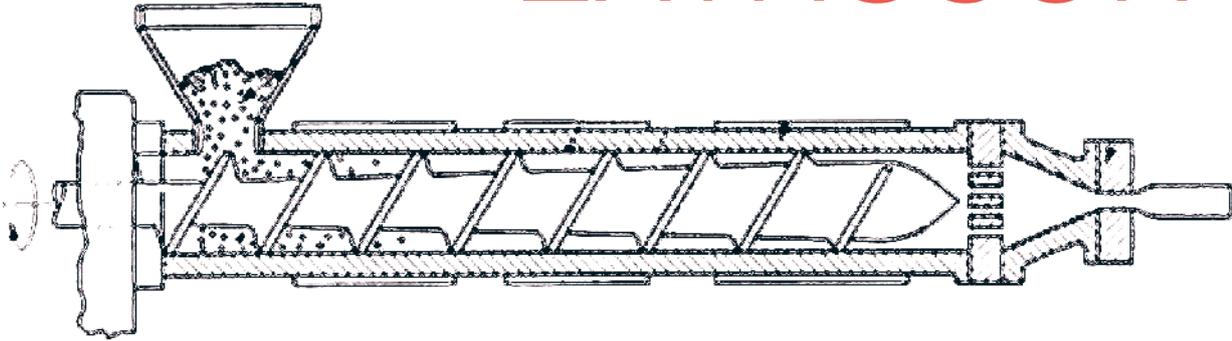


Bibliografía

- Antoine, P., Blasco, J., Carrión, C., de Ciurana Gay, J., & Esteve Oró, F. (2001). *Fabricación Aditiva* (primera ed.). Mexico: Gráficas Arias Montano, S.A.
- C. Reed, R. (2006). The physical metallurgy of nickel and its alloys. En R. C. Reed, *The superalloys - Fundamental and applications* (págs. 33-55). USA: Cambridge University Press.
- Callister Jr., W. (2009). Diagramas de Fases. En W. D. Callister Jr., *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales* (págs. 255-295). Mexico: Reverté, S.A.
- Flórez López, R., & Fernández Fernández, J. (2008). En R. Flórez López, & J. M. Fernández Fernández. *Las Redes Neuronales Artificiales - Fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas* (págs. 16-41). España: Netbiblio, S.L.
- Fornaro, O. (s.f.). El método CALPHAD. En O. Fornaro, *Termodinámica de los Diagramas de Fase* (págs. 71-74). Tandil - Argentina: IFIMAT - Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA. Tomado de: <http://users.exa.unicen.edu.ar/~ofornaro/TDF/Apuntes-TDF.pdf>
- GM, A. (2019). Super Paper. *Nature*, 1-15.
- González Escárcega, A. D., & Neri Flores, M. Á. (2012). Superalaciones. En A. D. González Escárcega, & M. Á. Neri Flores, *Análisis comparativo en cuanto a microestructura y propiedades mecánicas en la aleación Waspaloy de dos proveedores diferentes, para detectar un posible agrietamiento durante si procesado mecánico* (págs. 2-7). Chihuahua, Chihuahua, México: Centro de investigación en Materiales Avanzados, S.C. Tomado de: <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/475/1/Tesis%20Alma%20Delia%20Gonz%C3%A1lez%20Esc%C3%A1rcega.pdf>
- Lehiakorra, A. (Junio de 2015). Comparativa fabricación convencional vs FA. *Introducción a la fabricación aditiva*. Gipuzkoako Foru Aldundia.
- Mani, K. (17 de febrero de 2019). *GRU's and LSTM's*. Tomado de Towards Data Science. Sitio web: <https://towardsdatascience.com/gru-and-lstm-s-741709a9b9b1>
- Pazos Peinado, N. (2005). DIAGRAMAS TTT. En N. Pazos Peinado, *Tecnología de los Metales y Procesos de Manufactura* (págs. 183-187). Caracas: Universidad Católica Andrés Bello. Tomado el 1 de marzo de 2018. Sitio web: <https://books.google.com.mx/books?id=Sx3GrOhecS4C&pg=PA183&dq=diagramas+ttt&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi35-CQxMvZAhUCSa0KHbl9DMMoQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=true>
- Pérez Espinosa, A., & Frederik de Lange, D. (Julio de 2018). *Predicción de transformaciones de fases en aceros enfocada a la mejora de modelos termo-mecánicos*. Tomado de Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Sitio web: <http://ciep.ing.uaslp.mx/tesis/tesisPDF/177201818069256836.pdf>
- Software, T. C. (06 de 26 de 2016). *Módulo de precipitación (TC_PRISMA)*. Tomado el 14 de noviembre de 2019, de Thermo Calc Software. Sitio web: [https://www.thermocalc.com/products-services/software/precipitation-module-\(tc-prisma\)/](https://www.thermocalc.com/products-services/software/precipitation-module-(tc-prisma)/)
- Software, T.-C. (2019). *Precipitation Module (TC-PRISMA) User Guide, Thermo-Calc version 2019b*. Tomado de Thermo-Calc Software. Sitio web: <https://www.thermocalc.com/media/40970/precipitation-module-tc-prisma-user-guide.pdf>
- Yee Seng, C., & Hwee Tou, N. (2008). MAXSIM: A maximum similarity metric for machine translation evaluation. En *Proceedings of ACL-08: HLT* (págs. 55-62).
- Zinkevich, M., Weiner, M., Li, L., & Smola, A. (2010). Parallelized stochastic gradient descent. En *Advances in neural information processing systems* (págs. 2595-2603).



EXTRUSOR



PARA POLÍMEROS

ALIN DEYANIRA FLORES GARCÍA
Ingeniería Biomédica, 4° semestre

El extrusor es el equipo de transformación más utilizado en la industria de los polímeros. Mediante este equipo, se pueden producir materiales compuestos, como polímeros con carga mineral o vegetal; concentrados de aditivos para la producción de polímeros de especialidad; polímeros degradables e incluso, llevar a cabo reacciones químicas dentro de él, procedimiento conocido como extrusión reactiva.



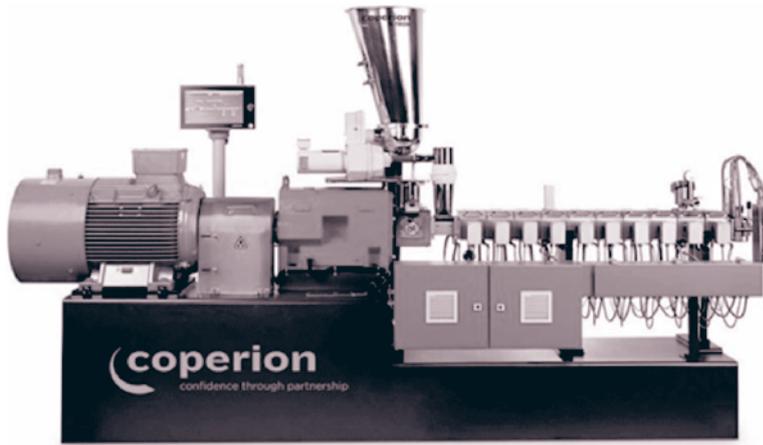


Figura 1: Extrusor de doble husillo, marca Coperion, modelo STS Mc 11. Tomado de: <http://www.plastico.com/temas/Extrusora-de-doble-husillo-STs-Mc11-optimizada-para-masterbatch+115519>.

¿Qué es el proceso de extrusión?

La extrusión se refiere al proceso industrial de fundir y moldear el plástico a flujo constante de presión y fuerza, para obtener la forma deseada de cierto polímero para su aplicación final. Mediante esta técnica, se pueden obtener productos de excelente calidad como películas para embalaje, bolsas de plástico, tuberías de agua y drenaje, mangueras para jardín, filamentos, envases, entre otros.

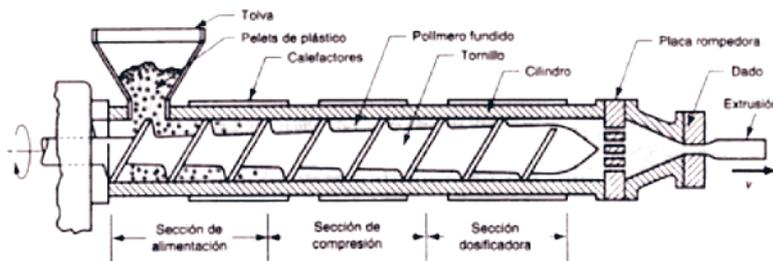


Figura 2: Partes principales de un extrusor. Tomado de: <https://es.slideshare.net/mobile/betorossa/proceso-de-extrusion-de-plasticos>.

¿Cómo funciona?

Primero, el plástico a transformar (tales como Policloruro de Vinilo (PVC), Polietileno (PE), Poliestireno (PS), etcétera), se agrega en forma de pellet o polvo al extrusor por la tolva, cuya forma es la de un embudo (ver figura 2). El polímero alimenta así al extrusor, donde es transportado por el husillo o tornillo. El husillo contiene espirales que permiten que gire el material y sea empujado por éstas a través del cilindro con velocidad uniforme. Mientras el material se va moviendo a lo largo del husillo, aumentan la temperatura y la presión dentro del extrusor, por lo que el material comienza a cizallarse, haciendo que se vuelva más compacto. El polímero se logra plastificar gracias al calor generado por la fricción del husillo al estar girando, e igualmente proporcionado por las resistencias eléctricas ubicadas al exterior del cañón, conocidos también como calefactores.

La mayor parte de la energía necesaria para plastificar el polímero es proporcionada por el motor, permitiendo que el husillo gire continuamente. Por ende, después de este proceso, el material sale del cabezal, encontrándose con la placa rompedora y el dado. El dado tiene una boquilla con orificios predeterminados para dar la forma final al polímero. Si la boquilla tiene forma anular, se obtendrán como producto tubos; si es una rendija larga, se tendrá una lámina o película plana y, si la boquilla tiene muchos agujeros pequeños, se formarán filamentos. Al salir del dado, el producto obtenido se enfría entrando en contacto con el aire, el agua o con rodillos metálicos, y puede ser maleable, tras estirar, enrollar o cortar según las dimensiones requeridas.



Existen extrusores de doble husillo que permiten un mezclado perfecto entre el polímero y las cargas utilizadas, ya sean aditivos, minerales, cargas de refuerzo, pigmentos, etcétera. El husillo, sin importar si es sencillo o doble, es el componente de mayor tecnología dentro de la máquina de extrusión. El diseño de éste variará dependiendo de la naturaleza del material, ya que los polímeros se funden a diferentes temperaturas. En general, el husillo se divide en 3 regiones a partir de la función que éstas desempeñan (ver figura 2):

- De transporte o alimentación. Como su nombre lo indica, es donde se alimenta la resina o plástico y las cargas a utilizar.
- De compresión. En este se realiza la fusión del material y se mezclan los componentes.
- De dosificación. Es donde se presenta el bombeo y la salida del material.

El diseño de los husillos depende de los materiales a utilizar. Por ejemplo, si un material tiene un punto de fusión alto, implica que se tardará más tiempo en plastificarse, por lo que su zona de compresión será más larga. Así pues, se puede concluir que el husillo se diseña en función de las propiedades de flujo de los polímeros.

Ventajas

La gran ventaja de este proceso, es que se pueden obtener diferentes tipos de productos listos para su uso final, inmediatamente después de su procesamiento. Mediante esta técnica, se pueden obtener productos de diferentes formas, tamaños, colores, texturas y propiedades en función de los componentes utilizados.

Otra ventaja consiste en que los productos elaborados mediante esta técnica, se pueden reciclar y ser transformados nuevamente en artículos de valor agregado.

Aplicaciones

Mediante el proceso de extrusión, se pueden obtener películas, persianas, filamentos, concentrados de aditivos y materiales de especialidad con propiedades únicas. A partir de ello, pueden producirse sistemas ópticos, materiales de aislamiento térmico en ferrocarriles, entre otros.

Esta máquina puede ser utilizada por ingenieros químicos, ambientales y, si se cambian las materias primas, hasta por un ingeniero en alimentos. Al ser de uso industrial, no se encuentra un extrusor de polímeros en la universidad. Sin embargo, es esencial tener cierto conocimiento de su existencia y funcionamiento, ya que se utilizará en el campo de trabajo.

Referencias

- Aristegui Maquinaria (2017). Método de extrusión, su proceso y aplicación. Tomado el 3 de noviembre de 2019. Sitio web: <https://www.aristegui.info/metodo-de-extrusion-su-proceso-y-aplicacion/>
- Morales, J. (2010). Introducción a la ciencia y tecnología de los plásticos. México: Trillas Textos Científicos. Moldeado, Inyección, Extrusión. Tomado el 3 de noviembre de 2019. Sitio web: <https://www.textoscientificos.com/polimeros/moldeado>



A composite image of space. In the top left, a portion of Earth is visible, showing its blue oceans and white clouds. In the center, a bright spiral galaxy is seen, with a glowing core and distinct arms. In the bottom right, a large, colorful nebula or star-forming region is depicted, with a bright, glowing area. The background is a deep blue space filled with numerous small, distant stars.

El universo es inmensamente grande y está formado por millones de cuerpos celestes y astros. Es gracias a satélites artificiales, sondas y naves, que el ser humano logra observar más galaxias y planetas situados a grandes distancias. Los científicos clasifican a las estrellas según su temperatura, brillo, color, tamaño y otros factores, y desde el comienzo dieron nombre a los grupos más reconocidos. Por ejemplo la Vía Láctea es la galaxia más conocida, por ser ahí donde se encuentra nuestro sistema solar.

**¿QUÉ MÁS HAY EN NUESTRO UNIVERSO?
DESCUBRE ALGO NUEVO**





LA REVOLUCIÓN en la experiencia AUDITIVA

CLAUDIA NICOLE PLEITEZ VANEGAS
Ingeniería Industrial, 4° semestre

*Para ti son auriculares,
para mí son las puertas del mundo.
-Anónimo*

La evolución e innovación en los audífonos

A través de los años, el ser humano ha buscado respuestas, soluciones e incluso más preguntas sobre el mundo que lo rodea. La necesidad nos ha llevado a descubrir artefactos que se han vuelto indispensables e incluso, siguen evolucionando.

La historia de los audífonos inicia desde la creación del teléfono, ya que cambió por completo no solo la manera de comunicarse, sino también el mundo de la audición. La historia comienza en 1910 en Utah, Estados Unidos, con Nathaniel Baldwin, un ingeniero eléctrico. Baldwin, era un operador de aire comprimido, y fue ahí donde descubrió la manera de amplificar el sonido usando aire comprimido.

Los primeros auriculares eran de hierro móvil usados en las radios; sin embargo, se conocen por ser grandes y muy incómodos. El ser humano siempre busca mejorar las propiedades de sus creaciones, y los auriculares no fueron la excepción. En 1937, la fábrica del Ing. Eugen Beyer comenzó la manufactura en serie de los primeros audífonos dinámicos conocidos como DT.

Al principio, se utilizaban los fonógrafos portátiles que contaban con sonido estéreo; sin embargo, era más atractivo el uso de auriculares, y como consecuencia los fonógrafos portátiles se fueron perdiendo. En cambio, los auriculares fueron evolucionando, y a partir de ese momento surgieron los audífonos estéreos *Koss SP/3*, hechos para escuchar música, capaces de captar las notas bajas y las altas, trabajando de manera simultánea con un fonógrafo en estilo de maleta.



Primeros audífonos. (Lara, V., 2014).



John Koss (Koss, 2019).



El éxito los llevó a mejorar las propiedades de su modelo *Koss*, una de las industrias de audífonos más conocida, abriendo las puertas a nuevas ideas sobre los auriculares, e innovando y mejorando cada vez más su modelo.

Sin embargo, debido al desarrollo de la tecnología y a las nuevas invenciones, apareció la competencia de *Koss*, y una de las marcas más conocidas en artículos de sonido, *Sony*, que revolucionó el mundo de la audición con los audífonos *walkman*. Lo que se esperaba de este diseño es que fuera diferente, compacto y ligero, que cambiara completamente la manera de escuchar música, ya que no debía ser grande e incómodo y se podía utilizar en movimiento.



Walkman Sony (Agencia AP, 2010).

Años después, la historia de los audífonos dio un salto, y dividió los audífonos “viejos” de los modernos, ya que se incluía un procesador que eliminaba el sonido de fondo, y permitía al usuario solo oír la música, y nada más. El micrófono recibía el sonido exterior, pero se enviaba una señal de cancelación opuesta a los audífonos; si se necesitaba escuchar el sonido exterior, se podía presionar un interruptor para suprimir la señal y dejar que el sonido no se cancelara.



Noise-Cancelling (INC., S. L., 2018).

De igual manera, no solo cambió la forma interna del auricular, sino que su diseño fue mejorado, ya que surgieron nuevos diseños que se acoplaban a la forma de la oreja, eran más pequeños y fáciles de llevar a todos lados.

Posteriormente, surgió la idea de mejorar su sonido y, en el año 2011, se crearon los primeros auriculares con sonido *Surround*, que permitía escuchar en sonido 3D. Sin embargo, todo esto quedó atrás cuando apareció el sistema *blue-tooth*, que no solo revolucionó el mundo de las bocinas, sino que cambió completamente la facilidad y la experiencia al escuchar música, eliminando todo aquello que parecía un estorbo y utilizando la tecnología a su servicio. En la actualidad, los famosos “AirPods” reinan el mundo de los auriculares, porque, a pesar de ser pequeños en tamaño, cuentan con un gran sonido, y se pueden utilizar en cualquier lugar:



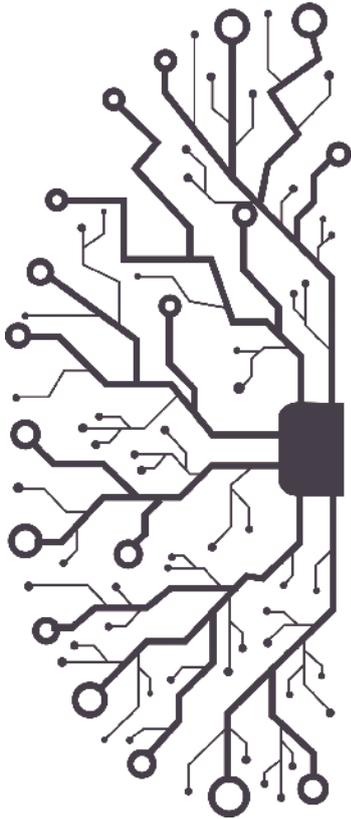
AirPods Apple (Apple, 2019).

corriendo, caminando, haciendo ejercicio y sin molestar al usuario.

La evolución de los audífonos, nos demuestra que el cambio y la innovación están en nosotros; siempre vamos a buscar lo mejor en todo, lo que nos conviene, lo que nos tiene más cómodos y lo que nos permita vivir la mejor experiencia; tanto así que los auriculares se han vuelto indispensables. Todo aquel que cuenta con un smartphone, tiene un par de auriculares, porque nos permite vivir la música como un lugar de escape, en donde lo único que importa es lo que escuchamos y no los problemas que nos rodean.

Referencias

- Agencia AP. (2010). Sony deja de vender el Walkman en Japón. Tomado el 3 de octubre de 2019. Sitio web: <https://www.lavoz.com.ar/sony/sony-deja-de-vender-el-walkman-en-japon>
- Apple. (2019). *Apple*. Tomado el 3 de octubre de 2019. Sitio web: <https://www.apple.com/mx/airpods/>
- Corporation, K. (2019). *KOSS Headphones*. Tomado el 3 de octubre de 2019. Sitio web: <https://www.koss.com>
- INC., S. L. (2018). La historia de los audífonos. Tomado el 3 de octubre de 2019. Sitio web: <https://www.sony.com.mx/electronics/historia-de-los-audifonos-audio-high-resolution-de-sony>
- KOSS. (2019). *KOSS History*. Tomado el 3 de octubre de 2019. Sitio web: <https://www.koss.com/history>
- Lara, V. (2014). La peculiar historia de los primeros audífonos. Tomado el 3 de octubre de 2019. Sitio web: <https://hipertextual.com/2014/08/audifonos-nathaniel-balwin>
- Pajuelo, L. (2019). Así han cambiado los AirPods 2 con su nuevo procesador. Tomado el 3 de octubre de 2019. Sitio web: https://elpais.com/tecnologia/2019/05/13/actualidad/1557738101_594521.html
- Sánchez, A. (2011). *Difussion Magazine*. Historia de los Audífonos. Tomado el 3 de octubre de 2019. Sitio web: <http://www.diffusionmagazine.com/index.php/biblioteca/categorias/historia/183-historia-de-los-audifonos>



NEUROINGENIERÍA COMO APOYO DE LOS APARATOS PROSTÉTICOS

SABRINA SOFÍA PRIETO SALAZAR
Ingeniería Biomédica, 4º semestre

Desde pequeños tenemos una noción muy presente de lo que son las prótesis. Tal vez antes no las conocíamos por su nombre formal, sino como “pata de palo” de un pirata, “brazo de metal” de Luke Skywalker o incluso “cuerpo de Cyborg”. Pero en sí, siempre se ha entendido que las prótesis son extensiones artificiales que reemplazan alguna parte del cuerpo que fue perdida. Ya sea por un accidente automovilístico, un miembro gangrenado, una pérdida en la guerra, una patología genética o por un sable de luz; la tecnología ha apoyado notablemente al ser humano, y ha avanzado exponencialmente con los años. Remontémonos ahora a sus inicios, para entenderlo mejor.

Muchos años atrás, aproximadamente en “el 1500 a.C., fueron los egipcios quienes primero comenzaron a emplear estas herramientas” (Amputee Coalition, 2019). Se cree que antes se usaban como un consuelo para “sentirse completos” cuando una desgracia sucedía. Es decir, eran usados exclusivamente para la estética. Sin embargo, “se encontró, hace no mucho, en un cuerpo momificado, una prótesis de dedo del pie que se cree era funcional” (Norton, 2009). Y de ahí comenzó la expedición hacia un futuro en el cual perder una parte de ti, es sólo un obstáculo, no una limitación.

Ahora bien, ya que sabemos qué son las prótesis, pasemos a la parte más emocionante de todas: la relación de la neuroingeniería con las prótesis.



Foto: Matjaž Kažičnik / University of Basel, LHIT.
https://www.nationalgeographic.com.es/historia/actualidad/sofisticacion-antiguo-egipto-una-protesis-hace-3000-anos_11639

Primero que nada, ¿qué es la neuroingeniería? “La neuroingeniería o ingeniería neural, es una ciencia emergente, la cual combina las neurociencias y la ingeniería para resolver problemas relacionados con el sistema nervioso” (Durand, 2006). También, se enfoca a la solución de cuestiones asociadas con limitaciones y deficiencias neurológicas. Todo esto quiere decir que los científicos tratan de entender al cerebro desde el punto de vista de la ingeniería, para así encontrar una manera de mejorar las complicaciones y enfermedades que existen.

Una vez entendido esto, te estarás preguntando qué tienen que ver el uno con el otro. Bueno, al aplicar parte de esta ciencia a las prótesis, se puede lograr, primero, que la persona con la extremidad (u otra parte del cuerpo) perdida, logre moverla por sí sola. Esto parece algo ficticio, como de película, sin embargo, al aplicar un electrodo en el cerebro (en la corteza motora específicamente), se puede controlar y recuperar la movilidad, sin necesidad de que sea la prótesis quien lo haga.

Segundo, también existe la posibilidad de recuperar la sensibilidad. “El primero en lograr esto, fue un mexicano de nombre Max Ortiz Catalán, quien desarrolló una

prótesis sensible que funciona a partir de una pieza de oseointegración y electrodos colocados en los nervios y músculos del brazo de quien perdió la mano” (Teletón México, 2018). Lo que hizo fue encontrar una conexión entre la parte biológica del cuerpo y la parte sintética/artificial del brazo mecánico, logrando así formar una interacción perfecta entre las conexiones nerviosas y las conexiones mecánicas musculo esqueléticas.

De igual forma, universidades como la de Stanford, han comenzado a desarrollar un “sistema nervioso sensorial artificial”, el cual ayudará a que se estudie más sobre la sensibilidad, con mayor facilidad. Pero, a pesar de todos estos avances, ésta es una aplicación que todavía necesita mucha investigación y desarrollo.

El continuo avance de estas impresionantes tecnologías va a abrir paso a la creación de una prótesis que puede reemplazar una extremidad, o cualquier otra parte del cuerpo, sin que parezca que lo está haciendo. Es decir, la combinación de prótesis, ingeniería neural, ingeniería de tejidos, entre otras, logrará la creación de (por ejemplo) una mano mecánicamente funcional, sensible y físicamente igual a la que se perdió.

Referencias

- American Cancer Society (2015). *Prostheses*. Tomado de: <https://www.cancer.org/es/tratamiento/tratamientos-y-efectos-secundarios/efectos-secundarios-fisicos/protesis.html>
- Durand, D. (2006). *What is Neural Engineering?*. Tomado de: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1741-2552/4/4/E01/pdf>
- EMB. (2019). *Neural Engineering*. Tomado de: <https://www.embs.org/about-biomedical-engineering/our-areas-of-research/neural-engineering/>
- Forssmann, A. (2017). *Sofisticación en el Antiguo Egipto: una prótesis de hace 3000 años*. Tomado de: https://www.nationalgeographic.com.es/historia/actualidad/sofisticacion-antiguo-egipto-una-protesis-hace-3000-anos_11639
- Norton, K.M. (2009). *A Brief History of Prosthetics*. Tomado de: <https://www.amputee-coalition.org/resources/a-brief-history-of-prosthetics/>
- Teletón México. (2016). *Mexicano crea prótesis con sensibilidad*. Tomado de: <https://www.teleton.org/home/noticia/mexicano-crea-protesis-con-sensibilidad>



EL UNIVERSO AL ALCANCE DE TUS MANOS

HÉCTOR ALEJANDRO ROJAS ALVARADO
Ingeniería Industrial para la Dirección, 6° semestre

¿Alguna vez te has preguntado, qué existe fuera de este mundo y cómo se ve? Si ese es el caso, estás de suerte.

NASA App es una aplicación para diferentes plataformas (IOS, Android, etcétera), con diferentes funciones para saciar tu curiosidad. Esta app de divulgación científica cuenta con información de las misiones que la NASA ha completado o está por completar. Además, tiene la ventaja, de que puedes ver en vivo estas misiones, desde lanzamientos hasta las imágenes de satélites de millones de dólares, directo en tu celular.

Con esta aplicación puedes descubrir una galería de más de 14,000 imágenes y más de 10,000 videos. También puedes disfrutar de audio, ya que cuentan con su estación radial, "Third Rock Radio"; donde puedes escuchar música 'rock', o 'rock alternativo', si queremos ser más específicos.

Otra de las curiosidades que esta aplicación te puede brindar, es "*High Definition Earth Viewing (HDEV)*" que es un experimento de ISS (International Space Station) el cual te deja ver en tiempo real imágenes de nuestro planeta en alta definición.

Millones de dólares en investigaciones, experimentos, misiones y más, se encuentran totalmente gratis al alcance de tu mano.

Una de las noticias recientes que difundió la aplicación, habla de la sonda espacial Juno, de la NASA con la misión de investigar Júpiter. Con ella, han encontrado campos magnéticos de alta intensidad, así como otros anillos que imparten radiación letal.

Toda esta información cuenta con explicaciones detalladas, fotos de calidad y diagramas, lo cual agrega otra ventaja a esta aplicación: concreta y fácil de entender, haciendo que NASA App sea apta para todo aquel que quiera conocer más del universo.

Referencia

Colen, J. (2019), NASA App for Smartphones, Tablets and Digital Media Players. Tomado de: <https://www.nasa.gov/nasaapp>



<http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA13746>

¿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





CONTENEDOR BIODEGRADABLE de hoja de plátano y hoja de maíz (prototipo)

EMMANUEL DONIZ ORTIZ
Ingeniería Industrial, 6° semestre



A principios de 2019, cursé la materia de Innovación y Emprendimiento, cuyo objetivo era desarrollar un proyecto que resolviera una problemática actual, por ejemplo, crear algo que impactara y beneficiara al medio ambiente.

Actualmente, trabajo en un establecimiento de comida donde me percaté de la cantidad de unicel que se consumía en los pedidos para llevar. Fue en ese momento donde me surgió la idea de saber si se podía sustituir el unicel por materiales biodegradables, lo cual ayudaría al mundo. De acuerdo con la Asociación Nacional de Industrias del Plástico (ANIPAC) y la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ), se estima que, del consumo nacional del unicel en México, que es de 125 mil toneladas anuales, 25% se destina a la fabricación de productos desechables para la industria alimenticia, mientras que, el 75% restante se divide en el sector de la construcción y embalaje.

El Dr. Edward Fujimoto, del Hospital Castle, afirma que el uso de contenedores

de plástico puede resultar perjudicial al calentarlos, debido a que desprenden sustancias dañinas para la salud, tales como la dioxina que es cancerígena y puede resultar tóxica para nuestro cuerpo.

Aparte de contaminar la comida, una vez que se desecha el unicel, ocasiona daño severo al medio ambiente, tal como contaminación del agua y aire, intoxicación a la fauna, provocando desequilibrios a los ecosistemas.

Después de leer estos datos realmente me preocupé por los clientes del establecimiento donde trabajo, ya que están expuestos a estos efectos secundarios. Debido a esta situación, me surgió la idea de crear un contenedor biodegradable, el cual no ocasiona efectos secundarios al calentarlos y logre resistir altas temperaturas para mantener la comida caliente.

En ese momento me quedé pensando ¿cuáles materiales podrían satisfacer dichos requisitos? Y lo primero que se me vino a la mente fueron los tamales que come todo



Materiales empleados para la fabricación del contenedor.

Foto del proceso de producción.



Producto final deseado. Obtenido de Renovapack. (s.f.). Contenedor biodegradable 8x8x3 con 3 divisiones. Noviembre 11, 2019, de Renovapack, Sitio web: <https://renovapack.com/product/br-88d/>

buen mexicano; fue ahí donde vi que una hoja de maíz y una de plátano, pueden soportar altas temperaturas.

Por lo que el primer paso a seguir fue recolectar ambas hojas. En seguida, se presentó el conflicto de la pregunta cómo, debido a que al ser un producto biodegradable, el contenedor debe ser completamente ecológico. El siguiente cuestionamiento fue qué pegamento utilizar, lo cual requirió varios días para idear cómo lograr unir los materiales y además que fuera natural, biodegradable.

Un día caminando por un mercado, vi en un puesto unas piñatas y lo primero que pensé fue engrudo. Fue así como encontré el pegamento natural para el contenedor, por lo que ese mismo día, al llegar a mi casa, hice el primer prototipo. Corté las hojas de maíz y de plátano, utilicé un molde de unigel para darle la forma y las pegué con engrudo. Como no me gustó la apariencia que tenía el contenedor, días después volví a hacer otro prototipo, donde molí las hojas de maíz y las hojas de plátano obteniendo un polvo fino, el cual coloqué en el molde con el pegamento natural, obteniendo así un contenedor con una mejor apariencia. Este fue el prototipo que presentamos ante el profesor del curso, al cual le gustó la idea y nos recomendó ciertos programas para impulsar el proyecto.

Al término de este proyecto logramos concientizar en la importancia que tiene consumir productos biodegradables hoy en día, con el tema de la contaminación que se está viviendo en el mundo, por lo que es necesario apoyar este tipo de proyectos para que logren consolidarse y pasar de un prototipo a un producto comercializable.

Actualmente, se está buscando la forma de entrar a la Incubadora de Negocios en la Universidad y a programas de apoyo para poder mejorar el prototipo y llegar al resultado esperado.

Referencias

- Fundación UNAM (2018). En México, el consumo nacional de unigel es de 125 mil toneladas anuales. Tomado el 11 de noviembre de 2019, de Fundación UNAM. Sitio web: <http://www.fundacionunam.org.mx/unam-al-dia/en-mexico-el-consumo-nacional-de-unigel-es-de-125-mil-toneladas-anuales/>
- Hopkins, L. U. (s.f.). Tomado el 10 de septiembre de 2019, de HOPKINS. Sitio web: <http://pokopelo.freehostia.com/pokopelo/01textos/05eBooks/01ZB/0001CompuestosDioxina.pdf>





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. ¿El océano Atlántico es más salado que el Pacífico?
 - a) Verdadero
 - b) Falso
 - c) Son iguales
 - d) No hay manera de calcular ese dato
2. ¿A qué velocidad puede viajar un estornudo humano?
 - a) Más de 60 km/h
 - b) Máximo 60 km/h
 - c) Menos de 60 km/h
 - d) Exactamente 60 km/h
3. ¿Qué color de automóvil es el preferido por los mexicanos?
 - a) Blanco
 - b) Negro
 - c) Rojo
 - d) Plata



Trivia para Facebook o Instagram

4. Responde a la afirmación:

En la Luna sí hay agua, pero está congelada.

- a) Falso
- b) No se sabe
- c) Verdadero
- d) Podría ser posible

5. La NASA ya tiene planeado hacer una base lunar permanente para 2024

- a) Falso
- b) No se sabe aún
- c) Verdadero
- d) Podría ser posible

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

 **mascienciaanahuac**

 **@mas.ciencia**

Bibliografía

- Ashley Strickland. (2018). Encuentran agua congelada en los polos de la Luna. Tomado el 31 octubre de 2019, de CNN. Sitio web: <https://cnnespanol.cnn.com/2018/08/23/encuentran-agua-congelada-en-los-polos-de-la-luna/>
- Oceanografía. (2011). Descubren por qué el Océano Atlántico es más salado que el Pacífico. Tomado el 31 octubre de 2019, de Noticias de la Ciencia y la Tecnología. Sitio web: <https://noticiasdelaciencia.com/art/1835/descubren-por-que-el-oceano-atlantico-es-mas-salado-que-el-pacifico>
- S.a. (2016). Las 10 cosas que nadie sabe sobre los estornudos. Tomado el 31 octubre de 2019, de Infobae. Sitio web: <https://www.infobae.com/2016/04/30/1807956-las-10-cosas-que-nadie-sabe-los-estornudos/>
- S.a. (2019). Este es el color de auto favorito de los mexicanos. Tomado el 31 de octubre de 2019, de Milenio. Sitio web: <https://www.milenio.com/deportes/motor/este-es-el-color-de-auto-mas-comun-en-mexico>
- NASA (2019). We are going. Tomado el 29 octubre de 2019, de YouTube. Sitio web: <https://www.youtube.com/watch?v=v16jn-DdafM>

Respuestas

de la **Trivia** anterior

- 1) Virgulilla
- 2) Yakarta
- 3) Para vigilar una cafetera en una Universidad.
- 4) E
- 5) Un carrito de supermercado.

¿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

 [mascienciaanahuac](#)

 [@mas.ciencia](#)

Conoce Proyecta Trasciende

Tenemos 44 opciones
para respaldar tus sueños.



CAMPUS NORTE

+52 (55) 56270210 ext. 8214 o 8635

CAMPUS SUR

+52 (55) 56288800 ext. 227 o 801



@vidanahuac
Preuniversitario



Vida Anáhuac

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

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

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



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

🐦 @Anahuac_P

📞 55 79 69 31 85
55 79 69 31 87

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