

SELECCIÓN *Faceta* POLITÉCNICA

NÚMERO 170 31 DE ENERO DE 2024 AÑO XV VOL. 15



**NUEVA HERRAMIENTA
PARA DETECTAR COVID**

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
"La Técnica al Servicio de la Patria"





DIRECTORIO

Instituto Politécnico Nacional

Arturo Reyes Sandoval
Director General

Carlos Ruiz Cárdenas
Secretario General

Mauricio Igor Jasso Zaranda
Secretario Académico

Ana Lilia Coria Páez
Secretaria de Investigación y Posgrado

Yessica Gasca Castillo
Secretaria de Innovación e Integración Social

Marco Antonio Sosa Palacios
Secretario de Servicios Educativos

Javier Tapia Santoyo
Secretario de Administración

Noel Miranda Mendoza
Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación
y Fomento de Actividades Académicas

José Alejandro Camacho Sánchez
Secretario Ejecutivo del Patronato de Obras
e Instalaciones

Modesto Cárdenas García
Presidente del Decanato

Orlando David Parada Vicente
Coordinador General de Planeación
e Información Institucional

Leonardo Rafael Sánchez Ferreiro
Coordinador General del Centro
Nacional de Cálculo

Marco Antonio Ramírez Urbina
Coordinador de Imagen Institucional

SELECCIÓN GACETA POLITÉCNICA

Ricardo Gómez Guzmán
Jefe de la División de Redacción

Leticia Ortiz
Coeditora / lortizb@ipn.mx

Zenaida Alzaga, Adda Avendaño,
Rocío Castañeda, Nestor Pinacho, Enrique Soto
y Claudia Villalobos
Reporteros

Gabriela Díaz
Correctora de estilo

Jorge Aguilar, Enrique Lair e Israel Vera
Fotografía

Jefatura de la División de Difusión

Ricardo Urbano Lemus
Colaborador Especial

Departamento de Diseño
Verónica Cruz, Naomi Hernández, Jorge Juárez,
Adriana Pérez, Esthela Romo y Gloria Serrano
Diseño y Formación

Javier González y Marco Ramírez
Video

Ricardo Mandujano, Liliana García y Edén Vergara
Community Manager y Diseño Web



ipn.mx



@IPN_MX



@ipn_oficial

www.ipn.mx
www.ipn.mx/imageninstitucional/

ÍNDICE

Sistema para detectar Covid mediante redes neuronales	4
Variante Pirola, la nueva amenaza	7
Productos biológicos para combatir hipertensión	11
Órtesis para neonatos con deformidad craneal	14
¿Por qué hay microsismos en la Ciudad de México?	19
Otorga Conahcyt categoría I a doctorado del Ciecás	22
Fortalece IPN enseñanza-aprendizaje con videojuegos	25
Premian innovaciones politécnicas con impacto social	28
IPN Ayer y Hoy	35

Núm.170
enero 2024

Selección Gaceta Politécnica, Año XV, Volumen 15, Num. 170, 31 de enero de 2024, es una publicación digital mensual, editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través de la Coordinación de Imagen Institucional, Av. Luis Enrique Erro S/N, Edificio de la Dirección General del IPN, Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P. 07738, Ciudad de México, teléfono 57296000, extensión 50041, www.ipn.mx
Editor responsable: Marco Antonio Ramírez Urbina. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04 - 2019 - 060410002900 - 203, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de licitud de título y contenido No. 16017, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Domicilio de la publicación: Coordinación de Imagen Institucional: Av. Luis Enrique Erro S/N, Edificio de la Dirección General del IPN, Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P. 07738, Ciudad de México, teléfono 5729 6000, extensión 50041.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

SISTEMA PARA DETECTAR COVID MEDIANTE REDES NEURONALES

Rocío Castañeda

Ante el desafío generado por la pandemia de Covid-19, Paola Itzel Delena García y José Desiderio Torres Rodríguez, estudiantes de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA) desarrollaron una herramienta, la cual clasifica imágenes de Rayos X para detectar la presencia de este virus, al tiempo que apoya al personal médico en el diagnóstico certero de esta enfermedad.

Por esta investigación, denominada "Prototipo de sistema para la identificación de la presencia de SARS-CoV-2 en imágenes de radiografía de tórax mediante redes neuronales convolucionales", los alumnos de la UPIITA obtuvieron el primer lugar del Premio al Mejor Trabajo Escrito para Titulación de Nivel Licenciatura, en el área de Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas, que otorga el Instituto Politécnico Nacional (IPN).

"Covid Neural Network Detector"

Como parte de la tesis que realizaron para culminar sus estudios de Ingeniería Biónica, ambos politécnicos desarrollaron el sistema denominado "Covid Neural Network Detector", el cual permite reconocer imágenes y detectar la presencia de Covid u otras anomalías respiratorias.



José Desiderio Torres Rodríguez y Paola Itzel Delena García (primero y tercera de izquierda a derecha) con asesores

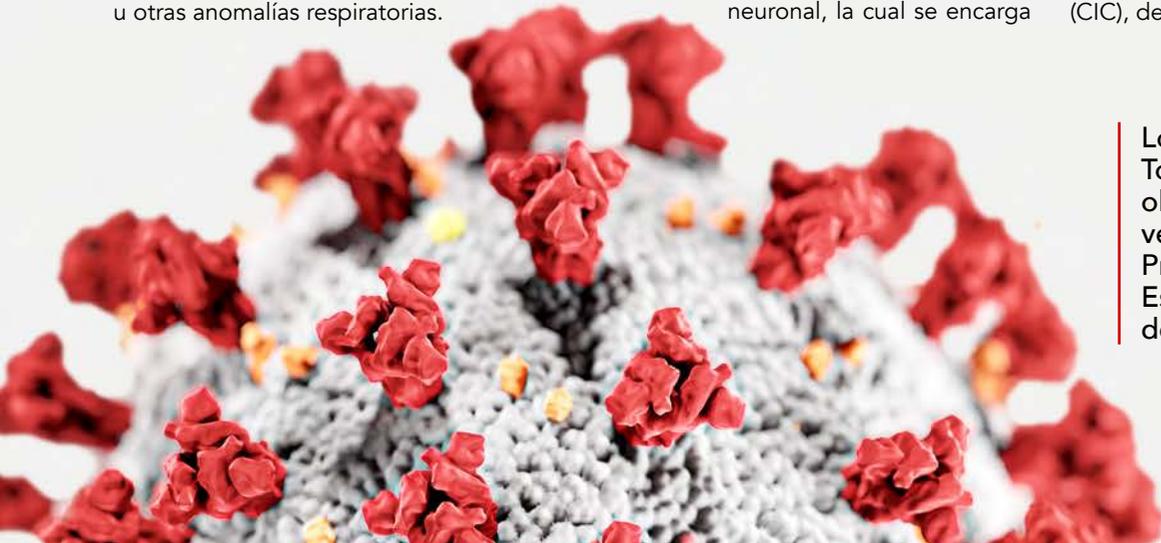
La primera etapa de este proyecto consistió en el entrenamiento de las redes neuronales convolucionales con imágenes de tórax, que debieron ser estandarizadas para mejorar la eficiencia de la red.

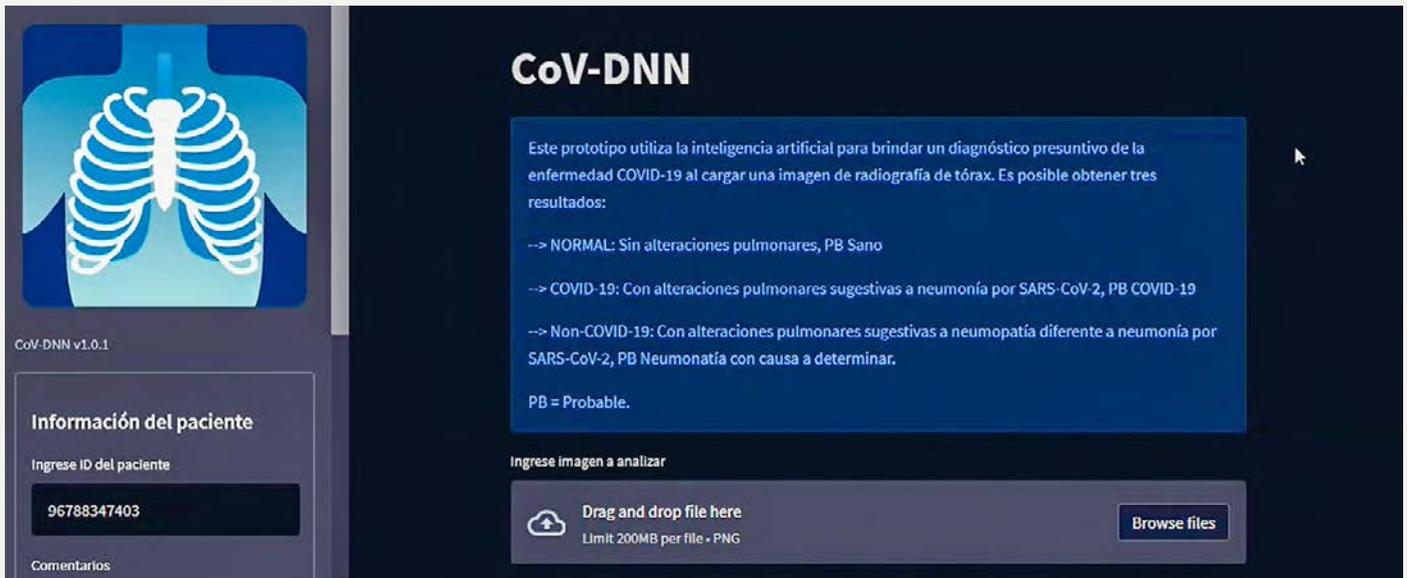
Paola Delena García explicó que, en la interfaz del proyecto, el personal médico ingresa a la página, anota el ID (identificador) del paciente y cuando se presenta la radiografía de estudio es capturada y dirigida a la arquitectura neuronal, la cual se encarga

de analizarla y, con el entrenamiento previo, emite una etiqueta con la leyenda: tendencia a Covid, otra patología o imagen sana.

"Además, la herramienta permite a las y los médicos generar un informe sobre el paciente, es intuitiva y amigable para consultar la información", indicó la estudiante, quien cursa la Maestría en Ciencias de la Computación en el Centro de Investigación en Computación (CIC), del IPN.

Los académicos Blanca Tovar y Álvaro Anzueto obtuvieron por segunda vez, en conjunto, el Premio al Mejor Trabajo Escrito para Titulación de Nivel Licenciatura





El sistema se encarga de analizar la radiografía para diagnosticar si el paciente tiene Covid

La tesis referida es la culminación de varios proyectos previos, porque con anterioridad se realizaron trabajos sobre arquitecturas neuronales para analizar casos de neumonía y en esta ocasión fue específico para anomalías de pulmón y Covid. Asimismo, por su potencial es aplicable a otras áreas médicas o industriales, expuso el profesor de Ingeniería Biónica, doctor Álvaro Anzueto Ríos.

Señaló que el proyecto tiene mucho alcance por el conocimiento tecnológico que se genera en el Politécnico que, en este caso, aplica al ámbito médico. “El caso de Paola Itzel y José Desiderio tuvo éxito porque los apoyó el personal médico y los politécnicos aportaron esta herramienta”.

Destacó que esta investigación y su arquitectura es de alta calidad, comparable a cualquier otro estudio que hayan hecho en alguna otra parte del mundo, además de que puede utilizarse como base de estudio, información y modificarse para proyectos futuros.

Investigación en el IMSS

Para llevar a cabo el estudio fue fundamental el contacto directo que logró José Desiderio Torres en el Hospital General de Zona número 24, del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), en

donde los politécnicos presentaron un protocolo de investigación que fue aprobado por un Comité de Ética, lo que les permitió tener acceso a información del área médica con pacientes Covid.

Asesorados por los docentes de la UPIITA, doctora Blanca Tovar Corona y doctor Álvaro Anzueto Ríos, los jóvenes clasificaron los datos de alrededor de mil 452 pacientes de todas las edades, masculinos y femeninos, que segmentaron en dos grupos: 562 imágenes radiográficas de pacientes con Covid y el resto de imágenes con casos normales, neumonía y la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), entre otros padecimientos.

Con el invaluable apoyo de la radióloga del IMSS, Nadia Leticia Olvera Frago, las imágenes fueron etiquetadas en: paciente probable Covid –respaldada con la prueba positiva de PCR–, paciente sano u otra patología.

La profesora e investigadora del Departamento de

 Da **click** para ver el video



Posgrado de Tecnología Avanzada en la UPIITA, doctora Blanca Tovar Corona, destacó la importancia de este proyecto, ya que cuenta con datos reales, gracias a la oportunidad que tuvieron los politécnicos de tener acceso a la información clínica de pacientes de la Ciudad de México.

Agregó que se requiere una vinculación permanente entre las áreas de la salud y el IPN para continuar con la aplicación de tecnologías innovadoras en favor de la sociedad.

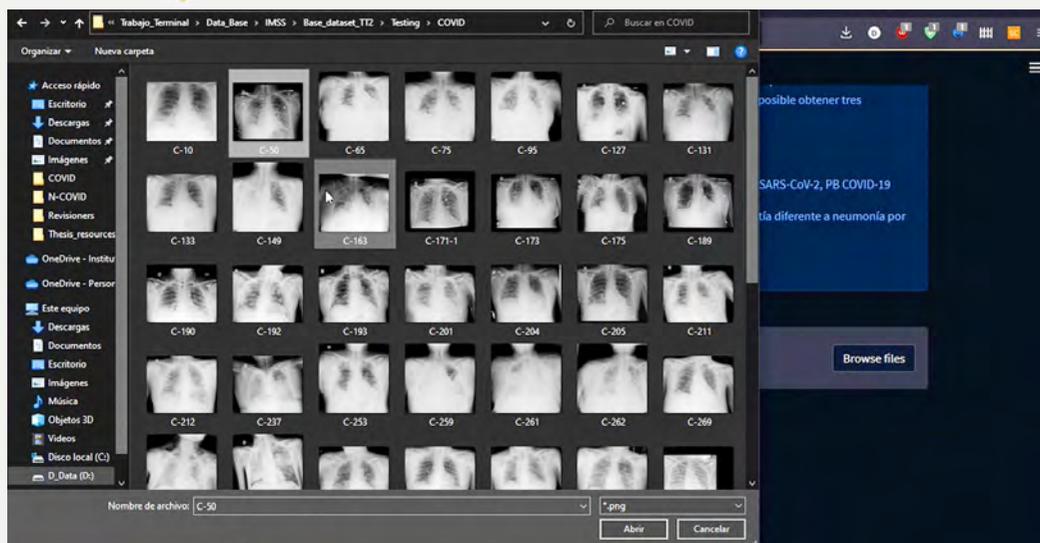
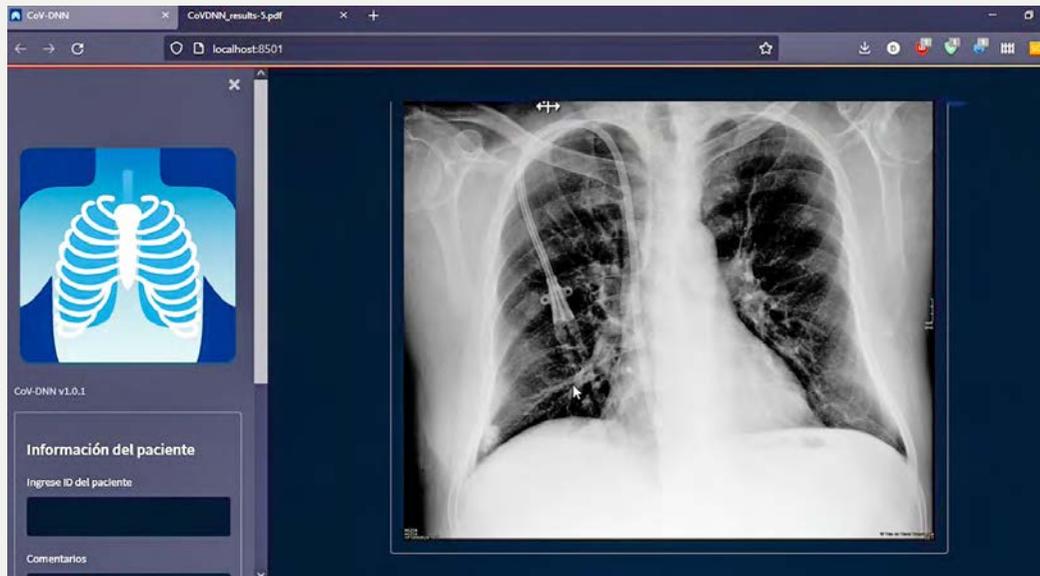
Premio a la mejor tesis

Durante 18 meses, en medio de la pandemia, Paola Itzel Delena García y José Desiderio Torres Rodríguez trabajaron con disciplina y esfuerzo para desarrollar un proyecto con beneficio social, que fue reconocido por el Politécnico.

Para José Desiderio Torres Rodríguez, quien cursa la Maestría en Tecnología Avanzada en la UPIITA, el Premio al Mejor Trabajo Escrito para Titulación de Nivel Licenciatura es un gran honor porque fue un esfuerzo de equipo, horas de trabajo y desvelos, además de que se contó con el valioso apoyo del personal médico y administrativo del IMSS.

“Que la institución reconozca la calidad del trabajo es sumamente satisfactorio y puede alentar a las y los politécnicos. En el IPN se adquieren las bases, se aprenden herramientas para poder desarrollar este nivel de proyectos. Fue un trabajo de mucho compañerismo y el deseo de aportar una solución a algún problema social”, recalzó el estudiante.

Paola Itzel García comentó que para esta herramienta fue fundamental el trabajo propuesto anteriormente por otros estudiantes y ante las problemáticas que enfrentamos necesita continuarse. Esta distinción, añadió, demuestra la calidad, compromiso y empeño de las y los profesores del IPN con la educación, e inspiran a las nuevas generaciones.





VARIANTE PIROLA, LA NUEVA AMENAZA

Nestor Pinacho

El 28 de febrero de 2020 se registró el primer caso de Covid-19 en México, cuando ya la enfermedad había recorrido diversas naciones, y el 30 de marzo se declaró la emergencia sanitaria en el país. A pocas semanas de que se cumplan cuatro años de estos sucesos, una nueva variante ha impactado en México y se ha incrementado la dispersión de este padecimiento respiratorio.

En todo México hay actualmente un crecimiento en contagios de Covid-19 en varias zonas, y la situación resulta más alarmante ante la ocupación hospitalaria, que si bien no ha llegado a los niveles críticos, sí ha tenido un alza. Al 24 de enero de 2024 había 10 unidades médicas con 70 por ciento o más de ocupación de camas en hospitalización general; 2 registraban 70 por ciento o más de utilización de camas con ventilador y una unidad médica tenía 70 por ciento o más de ocupación de camas con ventilador en unidades de cuidados intensivos.

La variante de mayor preocupación, ha señalado la Organización Mundial de la Salud (OMS), es la JN.1, conocida como Pirola. La OMS ha decidido catalogarla en el segundo nivel de tres en los que coloca las variantes, es decir, es una "variante de interés", por su contagiosidad.

"Para los virus es muy natural estar cambiando, sobre todo cuando les damos más oportunidad: entre más contagios haya, obviamente hay más posibilidad de que el virus pueda seguir mutando", explicó la doctora Isabel Salazar Sánchez, responsable técnico del Laboratorio Nacional de Vacunología y Virus Tropicales en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN.

La razón del cambio en los virus, señaló la doctora Salazar Sánchez, es la genética. "Somos más o menos en el mundo 8 mil millones de personas, potencialmente son 8 mil millones de virus. Por obviedad, genéticamente no son idénticos, son diferentes, por el



Isabel Salazar Sánchez, responsable técnico del Laboratorio Nacional de Vacunología y Virus Tropicales



La variante Pirola es igual de contagiosa que la Omicron

simple hecho de la genética de nuestro DNA. Entre más organismos infecta, hay una serie de variantes más, le llamamos presión selectiva, pueden ser algunas muy exitosas y pueden algunas de éstas también causar más daño”.

La variante Pirola, comentó la también profesora e investigadora en el IPN, se volvió de interés porque empezó a ser altamente contagiosa, además de que también se toma en cuenta el daño que causa en la población.

“El Covid que entró en 2019 ya dejó de existir hace mucho, igual que la Delta, la Gama, todas se han ido y han sido reemplazadas por otras nuevas. De todas esas nuevas que reemplazaron, la Omicron y vamos a decir ‘sus hijas’, las diferentes variantes, son las que nos acompañan actualmente y son las que están causando los problemas en el mundo, una de ellas es la Pirola”.

Al respecto, el doctor Jesús Torres, investigador y responsable de bioseguridad del Laboratorio Nacional de Vacunología y Virus Tropicales del IPN, resaltó que existen algunas variantes que tienen mejores habilidades para infectar. “Todas las variantes derivadas de Omicron son mejores o más contagiosas, porque la realidad es que tienen una gran capacidad de unirse al receptor celular, entran y producen una infección”.

La variante Pirola no es en realidad más contagiosa que la Omicron, que es de la que “procede”, expuso el especialista, podría decirse que están en el mismo nivel. Además, la contagiosidad, continúa el doctor Torres, no sólo depende de qué tan bien hagan ese proceso de unión al receptor celular, sino de qué tanto virus se produce. “Si una persona tiene un cuadro respiratorio y está produciendo una gran cantidad de virus, pues es más probable que contagie a otra, que si produce menos, porque el virus es menos

eficiente para multiplicarse dentro del cuerpo. Son varios factores juntos los que hacen que se pueda hablar de que una variante es más contagiosa”.

La doctora Salazar Sánchez expuso que las farmacéuticas que desarrollan las vacunas tratan de seguir el paso de los constantes cambios en el virus, pero debido a la alta tasa de contagios que deriva en cambios muy rápidos en el Covid, quedan rezagadas. Ante ello, enfatizó: “Mientras no paremos la tasa de



Jesús Torres, investigador y responsable de bioseguridad del Laboratorio Nacional de Vacunología y Virus Tropicales del IPN

contagios, el virus sigue cambiando y nos puede dar sorpresas en cuanto al daño que produce”.

El Laboratorio Nacional de Vacunología y Virus Tropicales del IPN, del que la doctora Salazar Sánchez es responsable, surgió precisamente para que el país tuviera sus propios desarrollos en investigación para, dado el caso, afrontar con conocimiento nacional una situación de emergencia como lo fue la pandemia y desarrollar investigación en torno a vacunas. Estas instalaciones cuentan con un área de alta contención biológica nivel 3, lo que permite estudiar los virus sin poner en riesgo la salud de investigadores y comunidad.

“Estas instalaciones nos permiten acelerar la adquisición de conocimiento y podemos detonar la parte de desarrollo para diagnóstico, hacer vigilancia epidemiológica o incluso algunos desarrollos que pudieran llevar, ya un poco más adelante, hacia antivirales o bien inclusive vacunas”, comentó.

Tras el proceso de certificación de las instalaciones para acreditar que contarán con el máximo nivel de seguridad, el laboratorio comenzó a operar en junio del año pasado. Y a pesar del poco tiempo de trabajo, se tienen ya resultados prometedores: se ha comenzado a probar algunos virus como los que usaron para las vacunas contra Covid.

Se investiga en torno a posibles vectores en la naturaleza, como adenovirus de primates no humanos que pudieran también llegar a constituir este tipo de vectores para las vacunas; se realiza seguimiento de respuesta inmune; medición de memoria, “tanto celular, de anticuerpos, como de las células que pueden responder a los agentes que se quedan en nosotros, una vez que estuvimos en contacto con la vacuna y que se despiertan con la infección. Se lleva a cabo el seguimiento de la duración, intensidad, especificidad de estas células, pues nos permiten entender mejor los momentos idóneos para dar un refuerzo vacunal o si estamos reconociendo una variante”, indicó.

Finalmente, la doctora Salazar Sánchez advirtió que algunas de las variantes del SARS-CoV-2 pueden ser más dañinas para personas que viven con comorbilidades, adultos mayores, gente que tenga algún padecimiento inmune o cáncer, por lo que llama a continuar con medidas de precaución.

¿Cómo cataloga la OMS a las variantes?*

Variante bajo monitoreo: es un término utilizado para indicar a las autoridades de salud pública que una variante del SARS-CoV-2 puede requerir atención y seguimiento prioritarios. El objetivo principal de esta categoría es investigar si ésta puede representar una amenaza adicional para la salud pública mundial en comparación con otras variantes circulantes.

Variante de interés: describe una variante del SARS-CoV-2 con cambios que se sabe que afectan el comportamiento del virus o

su impacto potencial en la salud humana. Esto incluye, por ejemplo, su capacidad de propagarse, su capacidad de causar enfermedades graves o la facilidad con la que puede detectarse o tratarse. También se puede identificar porque tiene una mayor capacidad de propagarse, lo que es un riesgo para la salud pública mundial.

Variante preocupante: se usa cuando una variante cumple con la definición de “variante de interés” así como con al menos uno de los siguientes criterios: 1) Puede causar un cambio perjudicial en la gravedad de la enfermedad; 2) Puede tener un impacto en la capacidad de los sistemas de salud para brindar atención a pacientes con Covid-19 u otras enfermedades; 3) Se observa una disminución en la eficacia de las vacunas para proteger contra enfermedades graves.

*Fuente: Organización Mundial de la Salud



Estudia tu Maestría en CITEDI



www.citedi.mx

Áreas de conocimiento:

- Aprendizaje de máquina
- Aprendizaje profundo
- Ciencia de datos
- Cómputo cuántico
- Internet de las cosas
- Medicina matemática
- Navegación de vehículos autónomos
- Procesamiento opto-digital de imágenes
- Sistemas mecatrónicos complejos
- Inteligencia artificial aplicada a la salud humana



Sé parte de este Centro de Investigación con prestigio internacional y forja un futuro sólido en temas de frontera que transformarán tu mundo.

Reconocido por el
Sistema Nacional de Posgrados de



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

Espera la convocatoria en febrero de 2024

Programa en modalidad escolarizada

PRODUCTOS BIOLÓGICOS PARA COMBATIR HIPERTENSIÓN



Claudia Villalobos

La investigación aplicada cobra cada día mayor auge porque se enfoca a generar conocimiento para utilizarlo en la resolución de problemas específicos de la sociedad o la industria, lo cual también permite impulsar la relación entre la academia con los distintos sectores productivos de bienes y servicios.

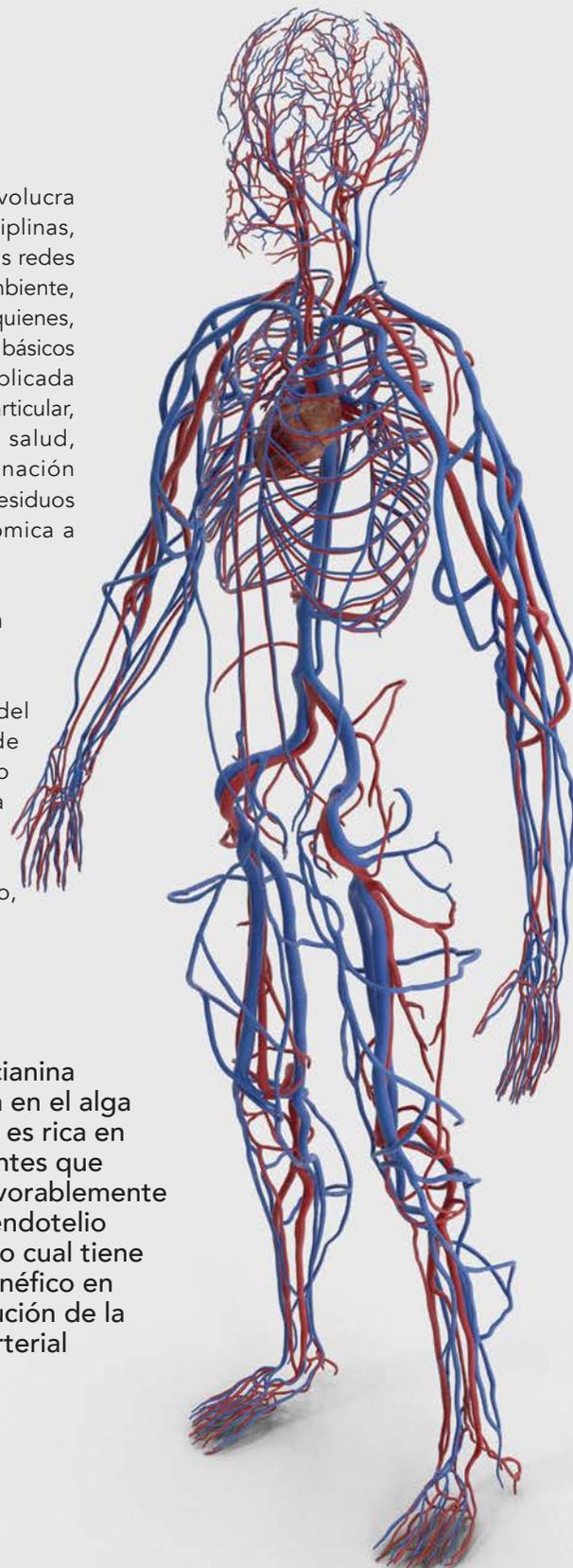
Bajo esa perspectiva y mediante un círculo virtuoso que involucra el cuidado de la salud y del medio ambiente, así como el fortalecimiento de la economía de productores regionales, científicos del Instituto Politécnico Nacional (IPN) unen esfuerzos para desarrollar biocompositos enfocados a mejorar el tratamiento de enfermedades crónico-degenerativas, cuya elaboración se realiza a partir de residuos agroindustriales y metabolitos de espirulina.

Se trata de un proyecto que involucra la colaboración de diversas disciplinas, por ello participan expertos de las redes institucionales de Salud, Medio ambiente, Biotecnología y Nanotecnología, quienes, además de generar conocimientos básicos se enfocan a la investigación aplicada multipropósito que, de manera particular, busca mitigar un problema de salud, contribuir a reducir la contaminación ambiental generada por dichos residuos y ofrecer una alternativa económica a los productores.

Agave, suero de leche y alga espirulina

Los compuestos provenientes del agave (agavinas), del suero de leche (oligopéptidos), así como de la ficobiliproteína C-ficocianina contenida en el alga espirulina son de relevante importancia en este proyecto transdisciplinario,

La C-ficocianina contenida en el alga espirulina es rica en antioxidantes que actúan favorablemente sobre el endotelio vascular, lo cual tiene efecto benéfico en la disminución de la presión arterial





Científicos del IPN desarrollan biocompositos para combatir enfermedades como la hipertensión arterial sistémica

coordinado por el doctor Edgar Cano Europa, adscrito a la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB).

Como parte de investigaciones previas, el grupo de trabajo del doctor Cano Europa comprobó en modelos animales (ratas) que la C-ficocianina tiene efecto terapéutico en lesión renal aguda, enfermedad renal crónica y glomerulonefritis autoinmune, lo que coadyuva a retrasar el daño renal y evitar complicaciones cardiovasculares como la hipertensión arterial sistémica.

Su efecto protector se debe a que es rica en antioxidantes que actúan favorablemente sobre el endotelio vascular, cuya función es regular el flujo sanguíneo sistémico, lo cual tiene efecto benéfico en la disminución de la presión arterial.

El doctor Cano Europa precisó que la luz favorece la degradación de la C-ficocianina, por lo que, uno de los propósitos de este proyecto es lograr la protección de esta molécula con compuestos como las agavinas, así como con los oligopéptidos contenidos en el lactosuero y, de esa forma, conservar sus propiedades e inclusive potenciarlas.

La doctora Brenda Hildeliza Camacho Díaz, investigadora del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CeProBi), destacó que las agavinas que se emplearán en el

proyecto se obtienen mediante un sistema patentado por el IPN y mencionó que además de actuar como protectores de la C-ficocianina, se probó que su acción prebiótica contribuye a reducir la presión arterial, enriquece la microbiota intestinal y como consecuencia coadyuvan a mejorar el síndrome de intestino irritable.

En ese sentido, hizo hincapié en que la salud de la microbiota se refleja en mayor

bienestar para el organismo y, lógicamente, repercute en las enfermedades crónico-degenerativas, por lo que, a mayor salud de la microbiota, menor nivel de hipertensión arterial, así como menos presencia de alergias, entre otras enfermedades.

Al respecto, la doctora Luz Arcelia García Serrano, experta del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD), subrayó que el suero lácteo es un subproducto que generalmente se desecha al medio ambiente o al drenaje, el cual genera corrosión en la infraestructura hidráulica, afecta la estructura química de los suelos, los terrenos de cultivo y contamina el agua subterránea. Sin embargo, al usarse como materia prima para elaborar productos biológicos funcionalizados se contribuirá a reducir el problema.

En cuanto a las pencas residuales del agave, generadas luego de la destilación del mezcal, la especialista señaló que al finalizar el proceso se ponen a secar o se queman, por lo que aprovechar estos desechos repercutirá favorablemente en el cuidado ambiental y paisajístico.



Sin duda, la formulación de estos bioproductos politécnicos podría contribuir a reducir la contaminación ambiental al promover el uso de desechos agroindustriales para generar productos con mayor valor agregado enfocados a resolver problemas de salud en México. Esta estrategia permitiría poner en práctica una economía circular sostenible con repercusiones monetarias para los productores y una mejor salud poblacional.

Participación de estudiantes

Además de generar nuevo conocimiento, mediante este proyecto multi redes, los científicos politécnicos contribuyen a la formación de cuadros profesionales de vanguardia, quienes participan directamente en el desarrollo de ciencia de frontera.

Tal es el caso de Alejandro Londoño Moreno, estudiante del doctorado en Ciencias Quimicobiológicas en la ENCB, quien, como parte de su trabajo de tesis, evaluó el efecto de la C-ficocianina y de las agavinas en ratas de la cepa Sprague Dawley con enfermedad renal crónica; en ambos casos confirmó que poseen propiedades antihipertensivas.

Para realizar los ensayos *in vivo* dividió a los roedores en dos grupos, al primero le administró dosis crecientes de C-ficocianina y al segundo le suministró agavinas. A partir de la primera semana de tratamiento observó efectos antihipertensivos en ambos grupos y, al término de las cinco semanas que duró el experimento, corroboró que los tratamientos retrasaban el curso natural de la enfermedad.

Planes futuros

Aunque los resultados obtenidos hasta ahora son alentadores, aún falta realizar pruebas para integrar conjuntamente las agavinas, la C-ficocianina y los oligopéptidos del suero lácteo para evaluar su compatibilidad y función protectora.

Posteriormente se realizarán ensayos clínicos para corroborar el efecto benéfico

y, a partir de los resultados que se obtengan, realizar el registro de patente para proteger el desarrollo y generar un co-tratamiento para enfermedades crónico-degenerativas como enfermedad renal crónica, hipertensión arterial y diabetes mellitus tipo 2.

Además, se buscarán los canales apropiados de vinculación para transferir la tecnología a los productores, quienes participan en el proyecto y proporcionan a los investigadores la materia prima (lactosuero y residuos de agave).

Para obtener la C-ficocianina se requiere cultivar el alga espirulina. Por ello, para contar con esta materia prima, el grupo de investigación de la ENCB trabaja en la instalación de una pequeña planta piloto para cultivar el alga en fitobiorreactores. Luego de producir la biomasa en condiciones específicas se podrá incorporar a la elaboración del biocompuesto y extender sus beneficios a la población para mejorar su calidad de vida.

Sinergias

Aunque los especialistas aún no determinan si los nuevos productos serán nutracéuticos (complementos alimenticios), lo que sí tienen claro es que aportarán toda su experiencia para generar alternativas que en el mediano plazo contribuyan a tener mayor control de la hipertensión arterial y reducir sus complicaciones a largo plazo.

Asimismo, con el apoyo de colaboradores nacionales e internacionales fuera del IPN se busca describir los mecanismos farmacobiológicos por los cuales se ejercen los efectos benéficos de los nuevos productos.

Es innegable que los avances científicos muchas veces no ocurren al ritmo que se quisiera, sin embargo, también es un hecho que las sinergias entre grupos de investigación contribuyen a reducir los tiempos. Por ello, de continuar por el camino recorrido hasta ahora, los especialistas prevén que en 7 años podrían poner al alcance de la sociedad los

beneficios de estos bioproductos, detrás de los cuales plasman su esfuerzo para hacer ciencia con conciencia.

Colaboradores del IPN

Red de Salud

Dr. Edgar Cano Europa,
Dra. Vanessa Blas Valdivia,
Dra. Margarita Franco Colín
(adscritos a la ENCB).

Red de Medio ambiente

Luz Arcelia García
Serrano (CIEMAD)
Red de Biotecnología y
Nanotecnología
Dra. Brenda Hildeliza Camacho
Díaz y Dra. Sandra Victoria Ávila
Reyes (CeProBi)

Estudiantes

Dra. Mayela García de Alba (alumna
de postdoctorado en CeProBi)
M. en C. Alejandro Londoño Moreno
(alumno del doctorado en Ciencias
Quimicobiológicas en la ENCB)
QBP. Alberto Chao Vázquez,
QBP. Cristian Omar García
Hernández
QBP. Francisco Alberto Miguel
Martínez (alumnos de la Maestría
en Ciencias Quimicobiológicas
en la ENCB).

Colaboradores externos al IPN

Red Global de Liderazgo Future Team Mexico

Dr. Juan Antonio Carmona García
Imperial College London (Inglaterra)
Dr. José Iván Serrano Contreras



ÓRTESIS PARA NEONATOS CON DEFORMIDAD CRANEAL

Claudia Villalobos

Hace poco más de una década, la falta de órtesis para corregir deformidades craneales en recién nacidos, así como los costos elevados de estos dispositivos fuera de México, constituyeron el punto de partida para que dos jóvenes estudiantes de Ingeniería Biónica del Instituto Politécnico Nacional (IPN) desarrollaran un casco correctivo para mejorar la calidad de vida de los menores al evitarles problemas estéticos por la forma anormal de su cabeza, alteraciones de ortodoncia y oculares, entre otras complicaciones.

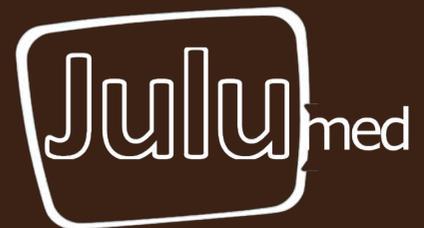
El compromiso y deseos de aportar una solución a esta problemática condujo a Lucero Rosas Camacho y Julio César García Vázquez hasta el Instituto Nacional de Pediatría (INP), en donde contaron con el apoyo de especialistas en Neurocirugía pediátrica para iniciar el proyecto que, como alumnos de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA), vislumbraron como su tesis de licenciatura, pero jamás imaginaron que se convertiría en su modo de ganarse la vida.

Pausa favorable

En otras circunstancias Julio y Lucero no habrían pausado sus estudios, pero decidieron hacerlo ante la disyuntiva de incumplir el compromiso con el INP o modificar su proyecto de tesis para que cumpliera con los requisitos institucionales establecidos; al optar por la primera alternativa pudieron mejorar su innovación y, al retomar su formación académica, desarrollaron un algoritmo matemático para identificar las zonas de deformidad en el cráneo de los bebés e implementaron esta herramienta en el diseño de la órtesis, lo cual enriqueció el proceso y contribuyó a contar con un producto innovador.

Los jóvenes politécnicos nombraron *Fix You* a la incipiente empresa, cuyo nombre se debió al tratamiento en sí. Una vez incubada y con el propósito de consolidar la imagen corporativa de su negocio la renombraron *JuluMed*.

Para un neonato con deformidad craneal el tiempo es oro, ya que en los primeros meses de vida los huesos del cráneo son más flexibles





Julio César García Vázquez y Lucero Rosas Camacho, Ingenieros en Biónica de la UPIITA

Paciencia emprendedora

Hacerse de un prestigio como empresarios ha implicado para Lucero Rosas y Julio García una serie de retos, cuyo secreto para afrontarlos ha sido la paciencia. Inicialmente su producción mensual era de dos o a lo mucho tres cascos, además de la revisión de algunos pacientes. No obstante, su avance fue lento, pero firme, ya que promovieron el registro de patente del sistema de relleno, lo cual permite una fácil modificación del dispositivo de acuerdo con la mejoría del paciente y el crecimiento craneal.

Uno de los propósitos de los jóvenes empresarios es ofrecer un tratamiento de calidad a bajo costo, ya que en países como Estados Unidos y España el dispositivo y el tratamiento son muy caros. "Nosotros diseñamos la órtesis pensando en que los padres de familia sólo inviertan en un casco, el cual vamos modificando de acuerdo con las necesidades personalizadas de cada bebé", subrayó categórico Julio.

Para estos egresados politécnicos ser empresarios no es sinónimo de vender cosas, sino de ofrecer un servicio de calidad al cliente. Por lo tanto, la empresa se enfoca a velar por la salud de los bebés, por lo que son muy cuidadosos en todos sus procesos.



El casco se utiliza para todo el tratamiento y se va modificando según las necesidades del bebé

Para mantener la calidad de su producto ha sido fundamental contar con manuales descriptivos. "Es muy importante que quienes inician un proyecto se preparen desde un principio para el éxito. Y que, por muy sencillos que sean sus procedimientos, siempre los redacten en un manual, lo cual es de gran utilidad cuando la empresa comienza a crecer, necesariamente se tiene que capacitar al personal que participará en la producción", señaló Rosas Camacho.



Las órtesis se producen para neonatos con deformidades de cráneo a bajo costo



El tiempo es oro

Los egresados de la UPIITA explicaron que las deformidades o aplanamientos craneales se originan por diferentes motivos, uno de ellos es el posicionamiento, que puede ocurrir a causa de un embarazo múltiple o posterior al nacimiento. Por ejemplo, cuando los recién nacidos prematuros permanecen por algún tiempo en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) es común que puedan presentar deformidades a causa de una postura continua, ya que su cráneo es aún más blando que el de un bebé a término.

Para un neonato con deformidad craneal el tiempo es oro, ya que en los primeros meses de vida los huesos del cráneo son más flexibles y se encuentran separados por espacios llamados suturas craneales, pero a medida que pasa el tiempo éstas se van endureciendo y crece la dificultad de moldearlas.

Aunque Lucero y Julio tienen pacientes desde los cuatro meses, la edad ideal para adaptarles la órtesis es a partir de los seis meses, por el sostén cefálico que ya poseen. El tiempo límite para iniciar el tratamiento es a los 18 meses, debido a que a los dos años el cráneo de todas las personas se hace duro y las separaciones que había entre los huesos que conforman el cráneo están cerradas en 80 por ciento, por lo que a edades posteriores es imposible la corrección.

Causa postural o mecánica

Los aplanamientos o deformidades que tratan los jóvenes empresarios tienen su origen en causas posturales o mecánicas; en tanto, los casos más graves que comprometen el crecimiento cerebral normal pueden completar su corrección con el casco, pero previamente deben someterse a una neurocirugía.

Dependiendo de la deformidad craneal inicial y la edad del paciente, el tratamiento puede durar entre seis y ocho meses; una vez iniciado, el casco debe usarse de 18 a 23 horas al día. Cada seis u ocho semanas se hace un plan de seguimiento para realizar distintas mediciones y, dependiendo de la evolución, se toma

la decisión de modificar o no la parte interior del casco, asimismo se evalúa la recuperación del paciente, la cual depende del apego al tratamiento.

Proceso

Para garantizar el éxito del tratamiento, los egresados politécnicos trabajan de la mano con médicos especialistas (neurocirujanos pediátricos), quienes determinan si el bebé es candidato o no a usar la órtesis. Sin embargo, cuando no es posible el apoyo de algún experto, sobre todo cuando el paciente radica fuera de la Ciudad de México, se realiza la producción del casco a partir de la revisión e información extraída de una tomografía o radiografía del paciente.

Ante una evaluación médica de por medio se inicia el proceso de fabricación con la medición del perímetro cefálico del bebé, después se le toma la impresión de un molde de yeso, del cual se extraen otras mediciones necesarias. La fabricación a partir de fibras sintéticas y resina garantiza la dureza del dispositivo. El relleno se protege con EVA hipoalergénico y las modificaciones de éste se hacen de acuerdo con la evaluación determinada por las nuevas medidas realizadas con un craneómetro.

Cuando la empresa empezó a ofrecer sus servicios al público en 2014, únicamente tenía diseños de cascos rosas o azules. Actualmente un artista plástico que forma parte del equipo de trabajo decora el casco a mano y realiza diseños personalizados a solicitud de los clientes.



La almohada

Luego de varios años de experiencia en el tratamiento de deformidades y aplanamientos craneales, Rosas Camacho y García Vázquez determinaron que, en los casos leves no es necesario el uso de una órtesis para corregir el problema, así que echaron mano de su inventiva para desarrollar una almohada ortopédica, cuyo uso temprano combinado con fisioterapia evita el uso del casco o acorta el tiempo del tratamiento con éste.

Con ello, *JuluMed* abre sus alternativas para tratamientos más rápidos y de menor costo, ya que, como orgullosos egresados del Politécnico, una de sus políticas se enfoca al bienestar de los pacientes y ofrecer precios accesibles, con lo cual buscan devolverle a la sociedad un poco de lo que esta casa de estudios invirtió en ellos al brindarles una educación gratuita de excelencia.

Crecimiento

Después de casi 10 años de iniciar su actividad y para hacer llegar sus beneficios a un mayor número de personas a lo largo del territorio nacional, la empresa de origen politécnico actualmente cuenta con cuatro puntos de atención, el corporativo se encuentra en la Ciudad de México, uno más en Morelos, un tercero en Puebla y otro en Querétaro.

Ante la pandemia por Covid-19 los empresarios del IPN iniciaron una nueva modalidad de atención. De esa forma ahora es posible que los padres de cualquier punto de México se comuniquen con ellos mediante una videollamada para resolver dudas sobre el tratamiento y explicar de manera clara todo el procedimiento que deben seguir, con una evaluación previa, a través de una tomografía o radiografía, a partir de los estudios se determina si el bebé es candidato al uso de casco y se puede iniciar el proceso de manera semipresencial. Es importante recalcar que el paciente debe mantener el seguimiento con su médico familiar o pediátrico.

En Estados Unidos este tipo de tratamientos es muy caro y en ocasiones el seguro no lo cubre. Los jóvenes politécnicos han elaborado órtesis para pacientes, cuyos padres son indocumentados y debido a ello no cuentan con los recursos suficientes para atender a sus pequeños en aquel país.

Luego de que los primeros años contabilizaban a cuenta gotas los cascos elaborados y contemplaban la posibilidad de abandonar el proyecto si no crecían las ventas, actualmente Lucero y Julio no saben el número de cuántas órtesis han elaborado. "Podemos decir con orgullo que por lo menos hemos fabricado un casco para cada estado del país", señaló Lucero con una sonrisa, al tiempo de calcular que mensualmente tienen una producción de entre 20 o 25 cascos, además de la atención y seguimiento de nuevos pacientes y de quienes se encuentran en tratamiento con órtesis craneal o con fisioterapia y almohada.

Recalcó que su empresa es incluyente, ya que han procurado incorporar en su equipo de trabajo a madres solteras, con el propósito de ofrecerles un horario flexible que les permita estar al pendiente de sus hijos, situación que valoran las trabajadoras y realizan sus actividades con gran compromiso.

Metas a futuro

Como parte de sus metas futuras García Vázquez informó que buscarán reducir el tiempo de entrega de los dispositivos e incursionarán en la impresión 3D de éstos. "Siempre hemos puesto todo el empeño y energía en nuestro producto, es como si fuera un hijo y nos sentimos muy orgullosos de lo que hemos logrado. Sin embargo, siempre debemos pensar en mejorar tanto la atención como la calidad", acotó.

Ambos jóvenes mostraron gran orgullo de ser politécnicos y reconocieron que si pudieran regresar el tiempo, sin dudarlo repetirían el mismo camino de ser emprendedores para tener la misma historia de vida.



Premios y Reconocimientos

- **Reconocimientos** en 2013, 2014 y 2016 durante la Semana del Emprendedor del IPN
- **Galardón especial** en los Premios iberoamericanos de innovación y emprendimiento en 2013
- **Segundo lugar** por proyecto de emprendimiento, otorgado en 2014 por la Fundación Educación Superior Empresa
- **Segundo lugar** del Premio Santander a la innovación empresarial 2014, en la categoría de Idea de negocio con impacto social
- **Premio Nacional de la Juventud** 2016 en la categoría Ingenio emprendedor
- **Reconocimiento Smart Money 2016**, conferido por Red Emprendia
- **Premio Nacional de la Juventud** en la Ciudad de México 2017





El **Instituto Politécnico Nacional**, a través de la Secretaría de Innovación e Integración Social, mediante la Dirección de Servicios Empresariales y Transferencia Tecnológica, te invitan a participar en

2024 Webinar Conferencias

Por Microsoft Teams
12:00 a 14:00 horas



Febrero

Regístrate en: [bitly.co/MXVI](https://bit.ly/MXVI)

¡Potenciando la innovación, protegiendo el futuro!

Descubre un espacio dedicado a fomentar e impulsar el intercambio de conocimientos, estrategias y buenas prácticas en el ámbito de la propiedad intelectual.

Se entregará constancia.



Básicos de patentes de biotecnología

Jorge Omar Beltrán García
7 de febrero



Redacción de patentes de software

Jesús Rene Sosa Guerrero
14 de febrero



Redacción de modelos de utilidad

Jesús Rene Sosa Guerrero
21 de febrero



Aspectos a considerar para una correcta transferencia tecnológica

Rodrigo Alonso Mejía Lorán
28 de febrero



Coordinador

Rodrigo Alonso Mejía Lorán
55 5729-6000 ext. 57029
rmejia@ipn.mx

Subdirección de Gestión de la Innovación
Departamento de Protección Intelectual y
Transferencia de Conocimiento

Evento gratuito



¿POR QUÉ HAY MICROSISMOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO?

Nestor Pinacho

El brusco movimiento fue percibido por vecinos del área y en redes sociales comenzaron los primeros comentarios y preguntas respecto a si alguien en otras zonas lo había percibido. Era 10 de enero de 2024 y esa sacudida fue oficialmente el primer microsismo del año en la Ciudad de México, con magnitud 1.2, cuyo epicentro estuvo localizado 4 kilómetros al noreste de la alcaldía Magdalena Contreras.

La Ciudad de México ha sido epicentro de 378 sismos desde 1974, de acuerdo con el catálogo sísmico del Servicio Sismológico Nacional, aunque muy pocos de éstos han superado la magnitud 5. Durante 2023, la frecuencia de estos sismos llamó la atención de la población, por ejemplo, tan sólo en el lapso de cuatro días la capital del país experimentó 6 microsismos, cuatro de ellos el 12 de diciembre, con epicentro en la alcaldía Álvaro Obregón y Magdalena Contreras,



Pedro Vera Sánchez, jefe del Departamento de Posgrado de la ESIA Ticomán, expuso que los microsismos son sismos de corta duración, normalmente de muy baja magnitud

y dos más durante el 14 de diciembre en las mismas alcaldías.

Ante esta situación, Pedro Vera Sánchez, jefe del Departamento de Posgrado en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI), de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA), Unidad Ticomán, explicó que el mecanismo de estos fenómenos naturales es muy similar al de un sismo normal: una fricción entre bloques de la corteza terrestre.

“En el caso de los microsismos son sismos de corta duración, normalmente de muy baja magnitud, por ejemplo, menos de cuatro, en general ni a los tres llegan. También son de poca profundidad, la mayoría de las veces estamos hablando por arriba de los 10 kilómetros”, señaló.

La fricción que se origina en la Ciudad de México se debe principalmente a fallas



geológicas, y un dato poco difundido es que las más importantes que se han identificado hasta ahora corresponden a algunas que se encuentran en las zonas de Copilco, Mixiuhca, Santa Catarina y San Lorenzo Tezonco.

“Normalmente la disipación de la energía en un microsismo ocurre en un periodo de tiempo muy corto y muy localizado, por eso es que la sensación de las personas es que se siente como un brinco, una sacudida muy corta e intensa, por la poca profundidad, pero también por la poca duración del evento, puesto que al final las ondas sísmicas que se liberan se disipan en este pequeño espacio”, señaló el especialista.

Los temblores con epicentro en la CDMX, informó el Servicio Sismológico Nacional, son catalogados como sismos corticales o someros, limitándose a una profundidad de 10 kilómetros. En cuanto a la magnitud, oscilan entre 2, 2.1 y 3.3 o 3.4, por lo que

¿Qué es una falla?

Una falla geológica es una fractura en la corteza terrestre a lo largo de la cual se mueven los bloques rocosos que son separados por ella. Fuerzas terrestres actúan sobre estas zonas y los bloques rocosos a ambos lados de ella se desplazan. Evidentemente, las orillas de la falla no son lisas, sino que tienen una topografía compleja, incluso con “montañas”, que hace que el movimiento no sea continuo y la energía se acumule. En algún momento no soporta más presión, lo que origina un deslizamiento brusco de un bloque de algún lado de la falla debajo del otro. La energía acumulada en el sitio se libera como ondas sísmicas, lo cual origina el temblor.

son percibidos sólo por la población dentro de un radio de dos o tres kilómetros.

El especialista Vera Sánchez no descarta que en estos movimientos puedan influir sismos de mayor magnitud originados, principalmente, en las costas del Pacífico. "Al final de cuentas esto es una liberación de energía y toda la corteza se ve afectada por la energía de los sismos de mayor magnitud que se están generando en el Pacífico, se disipa al resto de la corteza en el país y van deformando, moviendo bloques, también algunas otras fallas. Esta energía se disipa y se acumula en algunos otros sitios, en la deformación de la roca, así que, eventualmente, se va a liberar".

El año de los microsismos: 2023

Durante el mes de febrero de 2023 se registraron nueve microsismos en la Ciudad de México, cuyas magnitudes no fueron mayores a 2.1: cinco de ellos tuvieron epicentro en Iztacalco, dos en Coyoacán, uno en Álvaro Obregón y uno en Magdalena Contreras. El 29 de marzo de 2023 ocurrieron cinco sismos de magnitudes entre 1.0 y 2.2, todos ellos con epicentro en la alcaldía Álvaro Obregón. En abril sucedieron dos, los días 20 y 21, en el límite entre las alcaldías Álvaro Obregón y Benito Juárez. Durante mayo el registro fue de 27 movimientos de este tipo, cuyo origen fue nuevamente en las alcaldías Benito Juárez y Álvaro Obregón; ya en diciembre fueron 22 los sismos registrados, con magnitudes que variaron entre 1.1 y 3.2.

Uno de los sismos acontecidos durante diciembre, el día 12, tuvo consecuencias graves en varios edificios de la zona de Mixcoac, que aún están a la espera de la determinación para saber si los daños fueron estructurales, en cuyo caso los habitantes serán desalojados de manera permanente.

Ante la posibilidad de que las fallas de la Ciudad de México, conocidas y las que aún no han podido ser estudiadas, originen un sismo de magnitud mayor a 5 que tenga repercusiones graves en la capital, el doctor Vera expuso que la posibilidad, aunque baja, es latente. Las



placas en fricción bajo la CDMX no son de un tamaño tan inmenso como la placa de Cocos que está en contacto con la placa Norteamericana, por lo que la energía que pudieran liberar en caso de un movimiento brusco no sería tan grande.

El especialista descartó que la actividad humana, como las construcciones de líneas de Metro o de grandes edificios, pueda tener un impacto en el origen de microsismos, pues la cantidad de energía liberada por estos trabajos es sumamente menor comparada con la energía de las fallas geológicas.

¿Y si nace un volcán?

La Ciudad de México se encuentra dentro del Eje Neovolcánico, una franja con un número considerable de aparatos volcánicos y que va desde la costa del Pacífico al Golfo de México. "Es una franja de más o menos 300 kilómetros de ancho y 800 de largo, donde prácticamente cada forma del relieve que vemos, cada

cerro es o fue un volcán. La probabilidad de que pueda haber un surgimiento de uno nuevo es bastante viable", comentó el doctor Vera.

El especialista recordó el caso del Parícutín y resaltó que existe la posibilidad, en algún momento, pudieran ser cientos de años, según algunos estudios, del surgimiento de un nuevo volcán, y aunque la actividad sísmica asociada a esto es muchas veces un buen indicador, hay más señales de ello, como la deformación del terreno, cambios en la pendiente, incremento en la temperatura del subsuelo y la superficie o la emisión de gases.

El doctor Vera enfatizó que la información es la mejor aliada ante fenómenos de este tipo, que pueden causar gran alarma entre la población, y urge difundir este tipo de datos de una manera amigable para que el grueso de los habitantes del Valle de México entienda estos fenómenos con los que tendrá que convivir mientras viva en esta zona.



OTORGA CONAHCYT CATEGORÍA I A DOCTORADO DEL CIECAS

Zenaida Alzaga

El Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt) otorgó la categoría I como Programa de Posgrado de Instituciones de Educación Superior Públicas con orientación a la investigación, al Doctorado en Innovación en Ambientes Locales (DIAL) que se imparte en el Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales (Ciecas) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), por cumplir con los Lineamientos del Sistema Nacional de Posgrados de la dependencia.

El Doctorado en Innovación en Ambientes Locales tiene como propósito desarrollar competencias para la investigación aplicada a la gestión de la innovación y el desarrollo local para la identificación, explotación y desarrollo de oportunidades que favorezcan la competitividad de los diferentes sectores productivos (públicos, privados, industriales y de servicios), así como el marco de su contexto local (rural, urbano, municipal y estatal) para favorecer el desarrollo social y el bienestar.



Gabriela Riquelme Alcantar, coordinadora del doctorado y Alejandra Colón Vallejo, directora del CIECAS



El DIAL cuenta con 14 docentes que forman parte del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII). Es un programa de reciente creación, y en la primera generación del posgrado tuvieron una eficiencia terminal del cien por ciento.

En este sentido, la coordinadora de este posgrado, Gabriela Riquelme Alcantar y la directora del Ciecias, Alejandra Colón Vallejo, explicaron que es el único programa profesionalizante y enfocado a la investigación, lo cual permite a las y los estudiantes trabajar, realizar prácticas escolares, estancias académicas y su tesis.

La doctora Riquelme Alcantar indicó que luego de un arduo trabajo cumplieron con los requisitos establecidos por el Conahcyt, lo que permitió alcanzar la categoría I en el área del conocimiento de las ciencias sociales, máximo nivel que otorga el consejo a los planes y programas de estudio de las universidades públicas y privadas del país, distinción que les permite acceder a becas para estudios de maestría y doctorado.

El doctorado cumplió con lo establecido en los lineamientos de los Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces), que tienen como objeto promover el bienestar y la mejora de las condiciones locales con criterios de sustentabilidad y aplicaciones de soluciones innovadoras con la aplicación de las tecnologías que respondan a las necesidades de la población.

El posgrado tiene entre sus líneas de investigación con impacto social: economía y gestión municipal; economía industrial, así como economía y políticas públicas.

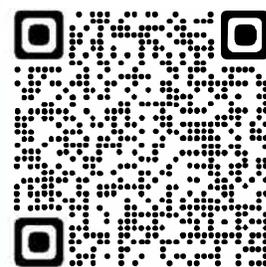
El doctorado cumple con los lineamientos de los Pronaces que promueven la mejora de las condiciones locales con criterios de sustentabilidad



Estudia tu Doctorado en CITEDI



www.citedi.mx



Áreas de conocimiento:

- Aprendizaje de máquina
- Aprendizaje profundo
- Ciencia de datos
- Cómputo cuántico
- Internet de las cosas
- Medicina matemática
- Navegación de vehículos autónomos
- Procesamiento opto-digital de imágenes
- Sistemas mecatrónicos complejos
- Inteligencia artificial aplicada a la salud humana

Fórmate como científico de competencia internacional y contribuye a la creación de conocimiento de frontera que impactará en el futuro de la sociedad.

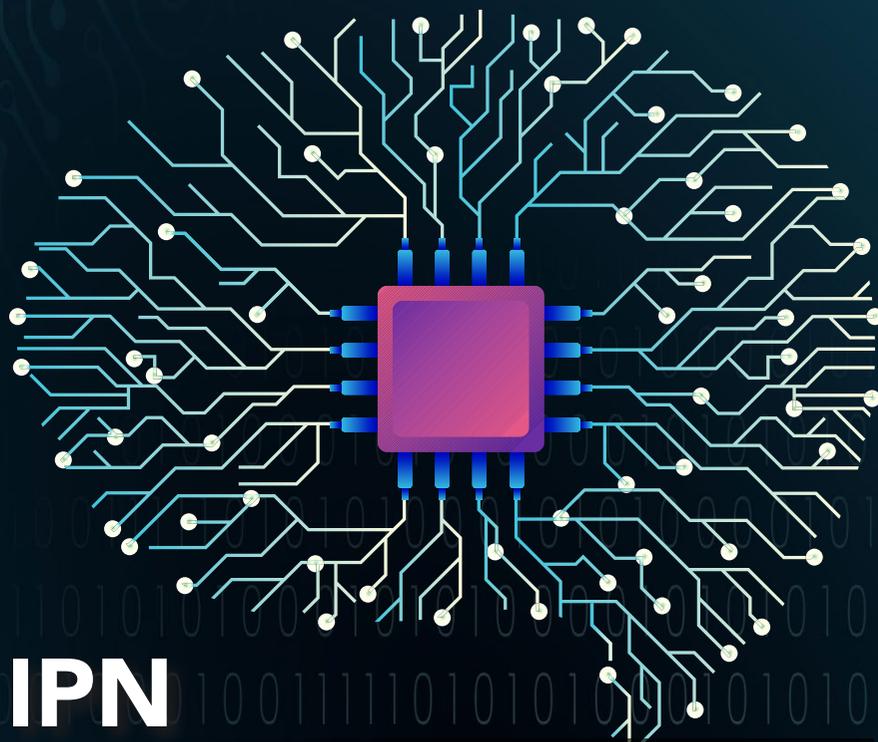
Reconocido por el Sistema Nacional de Posgrados de



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

Espera la convocatoria en febrero de 2024

Programa en modalidad escolarizada



FORTALECE IPN

ENSEÑANZA-APRENDIZAJE CON VIDEOJUEGOS

Zenaida Alzaga

Con el objeto de coadyuvar al mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje, expertos del Instituto Politécnico Nacional (IPN) diseñaron un software para que, a través de videojuegos, los estudiantes potencien sus conocimientos adquiridos en las aulas.

Durante la pandemia por SARS-CoV-2, la enseñanza en todos los niveles educativos se llevó a cabo de manera virtual, lo cual impactó negativamente en las y los alumnos, quienes al regresar a las clases presenciales mostraron poco interés en sus asignaturas, ausentismo, deserción académica, bajo rendimiento académico o presentaban actitudes pasivas, entre otros.

La postpandemia trajo consigo cambios en los métodos didácticos y pedagógicos en los procesos de enseñanza-aprendizaje, donde los docentes aplicaron técnicas neurodidácticas para motivar a los estudiantes en un clima de tranquilidad y certidumbre.

Por ello, el grupo de especialistas encabezado por el doctor Adolfo Guzmán Arenas del Centro de Investigación en Computación (CIC); el M. en C. Jorge Viera Haro y el doctor Guillermo Rafael Domínguez de León, ambos de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA), desarrollaron el proyecto "Uso de la gamificación como una estrategia neurodidáctica".





M. en C. Jorge Viera Haro, doctor Adolfo Guzmán Arenas y doctor Guillermo Rafael Domínguez de León

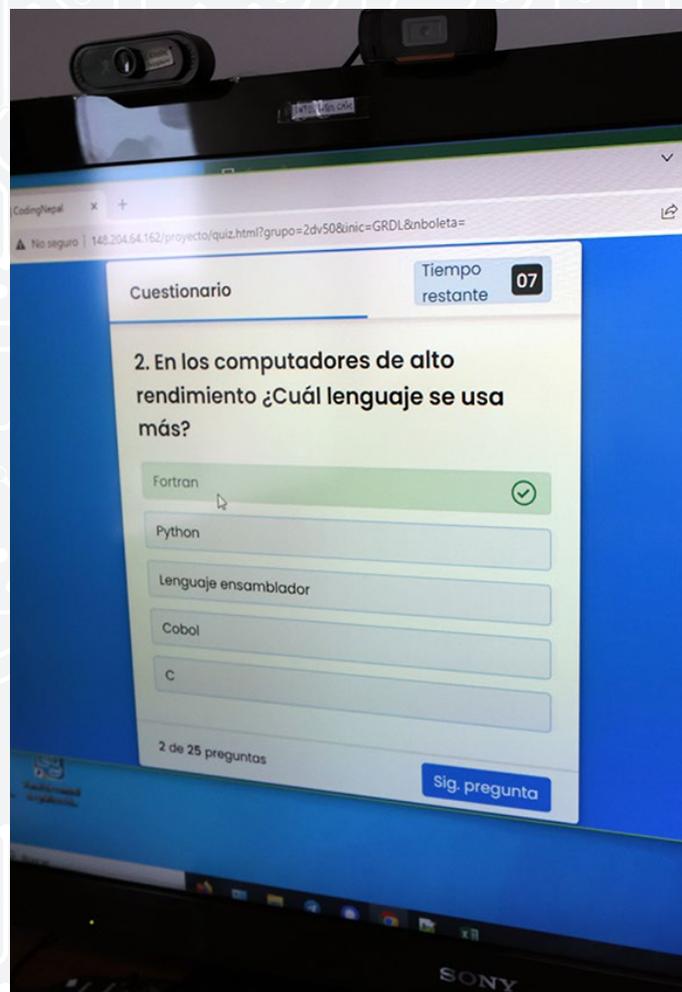
La gamificación es una técnica de aprendizaje que se emplea en las mecánicas de los juegos (videojuegos) para conseguir mejores resultados en la adquisición del conocimiento en las aulas, donde los participantes deben de seguir las reglas y enfrentar los desafíos. Este hecho motiva al usuario a continuar y comenzar las veces que sea necesario hasta concluirlo.

En este sentido, los expertos señalaron que ante las consecuencias que trajo consigo la pandemia en las y los estudiantes, en la UPIICSA buscaron nuevas estrategias neurodidácticas para los procesos de enseñanza-aprendizaje con la gamificación, porque utiliza elementos de los videojuegos que facilitan la cohesión, integración, motivación e interés por el contenido para potenciar la creatividad de las y los politécnicos de las carreras de Ciencias de la Informática e Ingeniería en Informática que se imparten en esta unidad académica.

Para llevar a cabo el proyecto utilizaron un software libre para desarrollar un quiz Qbitts (adaptado de una aplicación de CodingNepal) compatible con cualquier sistema operativo que tengan los celulares, tablets, laptops o computadoras de escritorio.

La aplicación de cuestionarios implementada en el diseño de la parte frontal (front-end) de un sitio web, desde su estructura hasta los estilos (colores, fondos, tamaños de elementos, animaciones y efectos), y de una forma sencilla para su adecuado entendimiento y funcionamiento.

Diseñaron una estrategia con procedimientos lógicos para la búsqueda y construcción del conocimiento, con la que los maestros motivaron a los alumnos a efectuar actividades



extraclases para obtener puntos adicionales en su calificación final bajo la premisa de terminar satisfactoriamente el quiz, el cual está integrado por 25 preguntas con cinco posibles respuestas de un banco de 150 reactivos, en donde sólo una es la correcta sobre la historia y evolución de las computadoras y consistió en obtener 20 respuestas correctas de 25 reactivos con un número ilimitado de intentos a lo largo de una semana.

Las y los politécnicos sólo dispusieron de 15 segundos para llevar a cabo el reto; transcurrido el tiempo si no se elegía alguna posible respuesta, el sistema la registraba como incorrecta. Durante el videojuego, tenían la posibilidad de ajustar y adaptarse al mismo, con base en las estrategias mentales que decidieran aplicar, ya que no había límite en el número de intentos que hicieran.

Los catedráticos aplicaron el quiz a 88 estudiantes de la UPIICSA de ambas carreras que aceptaron el reto, y sólo 68 lo concluyeron con éxito.

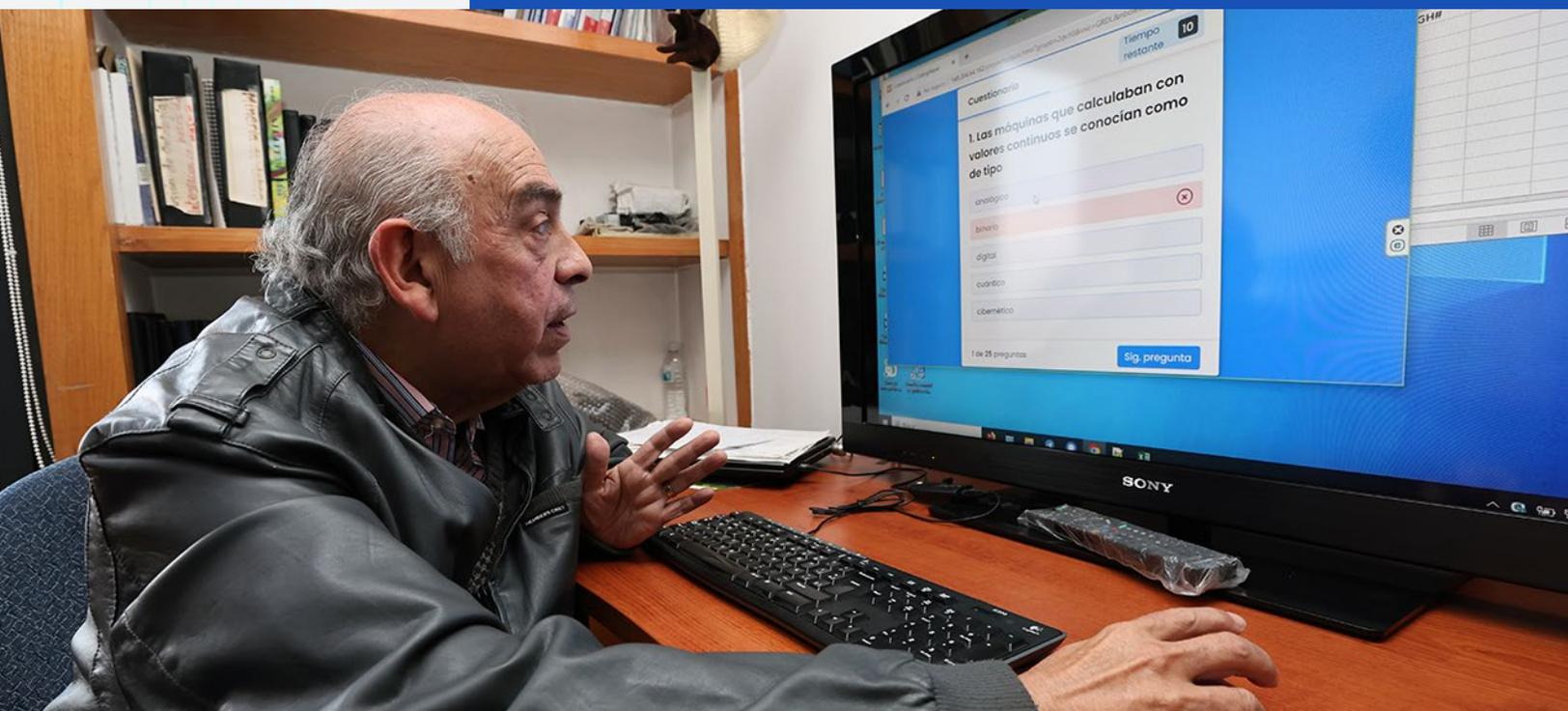
Al término del ejercicio, las y los jóvenes consideraron que la actividad fue interesante y divertida, porque puso a prueba su memoria de corto y largo plazo, lo que además les permitió aumentar sus saberes entorno a la historia de la computación de una manera lúdica.

También pudieron despertar su curiosidad por conocer más sobre estos temas, desarrollaron sus habilidades, y reforzaron su autoestima y valor dentro de la comunidad.

Por ello, los investigadores consideraron que la gamificación es una buena opción que se puede aplicar para reforzar los procesos de enseñanza-aprendizaje, ya que, en nuestros días, los jóvenes dedican la mayor parte de su tiempo a estar frente a su celular.



La gamificación es una técnica de aprendizaje que se emplea en las mecánicas de los juegos para conseguir mejores resultados en la adquisición del conocimiento en las aulas



PREMIAN INNOVACIONES POLITÉCNICAS CON IMPACTO SOCIAL

Adda Avendaño

Los Premios ILAN (Israel+Latin American Network) a la Innovación Universitaria reconocen e impulsan el talento de las y los jóvenes universitarios, quienes a través de sus ideas, proyectos y emprendimientos contribuyen a la sostenibilidad, la responsabilidad social, el aprendizaje, la integridad, la paz y el bienestar de la sociedad global.

En su edición 2023 fueron tres los proyectos politécnicos que obtuvieron las mejores evaluaciones bajo los criterios de desarrollo de concepto, satisfacción de una necesidad existente, comunicación de un mensaje innovador, así como del impacto inmediato y a largo plazo que aporte al desarrollo económico del país y genere efectos positivos en la población.

Un grupo multidisciplinario desarrolló una innovación al sistema termosifónico de calentamiento de agua por tubos de vidrio, la cual consiste en introducir bloques granulares de arena que tienen la capacidad de conservar el calor generado a lo largo del día, lo que permite tomar duchas incluso a muy tempranas horas del día siguiente, con lo que eliminaría la dependencia del gas.

La idea surgió a partir de los estudios sobre energía calorífica en medios granulares del doctor Abraham Medina, investigador de posgrado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME), Unidad Azcapotzalco, que inspiró a los jóvenes a experimentar con diversos materiales como canicas de cuarzo y agua, aunque fue la arena el material más económico y con el mejor potencial.

Tras dos años de investigación encontraron una composición de arenas, analizada por espectrometría y calorimetría, en la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE), del IPN,

y en el Laboratorio de Cristalofísica y Materiales Naturales del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), para obtener la caracterización de los materiales y saber cuál era su composición, tanto cualitativa como cuantitativamente.

“Un tubo solar convencional de tipo termosifónico para calentamiento de agua alcanza una temperatura de hasta 300 grados centígrados, pero al estar conectado con el gabinete de agua, elemento cuya capacidad calorífica es muy alta, no logra elevar tanto su temperatura, así que se enfría conforme anochece. En cambio nuestro sistema a base de arena logra una temperatura de alrededor de 80 °C, pero desciende lentamente sin sobrepasar los 45 °C”, explicó el líder del equipo, Allan Ronier Diez Barroso Agraz, egresado de la Maestría en Ciencias de Termofluidos por la ESIME Azcapotzalco.

El también doctorante en Ciencias en Ingeniería Mecánica, de la ESIME Zacatenco, integró a los ingenieros

PROYECTO:

Innovación
Energética, la
revolución de los
bloques granulares





Innovación Energética

Las investigaciones indican que el gas se ocupa mayormente para calentar el agua para la ducha, con Innovación Energética sería factible disminuir alrededor del 80 por ciento el consumo de gas LP o natural.

Jaziell Arath de Jesús Silva Godínez y Javier Ignacio Saucedo Flores, actuales estudiantes de la Maestría en Manufactura, y al alumno Oliver Francisco Sánchez Hernández, todos ellos de la ESIME Azcapotzalco, quienes, con sus conocimientos de robótica, mecatrónica y sistemas, hicieron la instalación de pruebas y crearon una plataforma web para generar bases de datos y gráficas de manera automática.

“Con esta plataforma ahorramos bastante tiempo porque ya no necesitábamos una persona que estuviera midiendo los datos todos los días, a todas horas, sino que ya todo se hacía de forma automática, incluso vía remota. Ahora ya contamos con una aplicación móvil que nos permite ver en tiempo real o en histórico, el comportamiento del sistema”, aclaró Jaziell Silva.

La tecnología termosifónica aprovecha diferentes medios de transferencia de calor como radiación solar, conducción y convección, mediante las cuales el aire introducido calienta el tubo, pero su capacidad calorífica es tan baja que pierde energía muy rápido. “Con nuestra propuesta introducimos bloques

aglomerados de arena, con una geometría particular, que permiten fluir el aire de manera concéntrica en torno a un tubo central que es el termosifón, el cual cambia la fase de líquido a vapor. Al ocupar el espacio vacío con una masa granular se puede conservar la energía calorífica por más tiempo”, comentaron.

Este proyecto obtuvo hace dos años los derechos de autor por el código de programación, tanto del sistema web como de la aplicación móvil, la patente de la composición química y la geometría de los bloques se encuentran en trámite de patente ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).



Grupo que implementó bloques granulares de arena al sistema termosifónico de calentamiento de agua por tubos de vidrio



PROYECTO:

BioRecubrex, el cuidado de las papayas

BioRecubrex

La producción de papaya en México registra una creciente demanda de mercados internacionales que incluyen a Estados Unidos, China y el bloque de la Unión Europea, de ahí la importancia de su cuidado en la cosecha y la transportación.

Con la finalidad de evitar la colonización del hongo *Colletotrichum sp.* que produce antracnosis, enfermedad que ocasiona la depreciación y reducción de la vida de anaquel de la papaya, la egresada Cynthia Pamela Urrieta Meza y su asesora Doris Luna Escalona, de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), Unidad Santo Tomás, desarrollaron una solución protectora a base de extractos naturales.

La antracnosis es una afección que ocasiona pérdidas de 40 a 90 por ciento en la producción de papaya a nivel mundial; para combatirla, en México se han desarrollado diversas estrategias como el lavado del producto con cloro o yodo y la desinfección a base de fungicidas con químicos que

podrían afectar a la salud humana y ambiental, los cuales, además de no ser cien por ciento efectivos, ya comienzan a perder efectividad por resistencia de los hongos.

Para incrementar la vida de anaquel y evitar el proceso de colonización fúngica, la maestra Doris Luna le propuso a la exalumna Guiexhoba Ceballos Huerta, desde 2017, comenzar la investigación, la cual implicó la evaluación de un recubrimiento activado con extracto etanólico de *Musa balbisiana* para disminuir la incidencia de antracnosis postcosecha; no obstante, la pandemia por COVID-19 retrasó los trabajos, que tuvieron que llevarse a cabo de manera casera.



Doris Luna Escalona, de la ENCB Santo Tomás, aplica BioRecubrex para retrasar la maduración del fruto hasta por tres semanas



sin dejar de proporcionar el tratamiento con hipoclorito de sodio o con yodo para eliminar las impurezas superficiales, previo a la aplicación de BioRecubrex, sustancia que retrasa su maduración hasta por tres semanas y protege al fruto, no sólo del ataque del *Colletotrichum sp.*, sino también de *Aspergillus*, *Penicillium* y *Mucor*, principales responsables de la descomposición y depreciación de este producto.

“Para inducir la maduración de la papaya se retira el recubrimiento mediante un lavado con agua y una posterior desinfección con hipoclorito al tres por ciento para la eliminación de hongos que pudieran haber quedado en la superficie y para evitar una posterior infección del fruto que ha quedado expuesto ya sin el recubrimiento”, indicó Cynthia Urrieta.

Las creadoras de BioRecubrex consideran que se encuentran listas para potenciar el uso del producto y pasar a la siguiente fase que consistiría en pruebas a nivel de campo y que los agricultores se den la oportunidad de comprobar su efectividad, entre tanto iniciarán el proceso de patente de la fórmula con miras a la creación de una empresa de base tecnológica.

BioRecubrex protege al fruto de la antracnosis, afección que ocasiona pérdidas de 40 a 90 por ciento en la producción de papaya a nivel mundial

Una vez que se reanudaron las actividades en los laboratorios de la ENCB también continuó el desarrollo de BioRecubrex con la selección y tamizado de una serie de extractos de plantas para obtener la mejor reducción en el crecimiento del hongo y pasar a la fase de elaboración del recubrimiento, del que se obtuvieron dos sustancias prometedoras que han sido evaluadas por alumnas y alumnos de la maestra Luna Escalona para determinar que no exista fitotoxicidad hacia el fruto, trabajo que finalmente fue retomado por Cynthia Urrieta Meza.

“BioRecubrex es un líquido viscoso con textura parecida a la miel, su aplicación es muy sencilla, pues sólo requiere de guantes para no ensuciarse las manos, a diferencia de los fungicidas químicos, que

se van bioacumulando y contaminando el medio ambiente, esta sustancia elaborada a base de derivados de plantas y extractos vegetales es cien por ciento biodegradable e inocua para el consumidor y el medio ambiente”, aseguró la profesora e investigadora de la ENCB.

Indicó que se puede aplicar en cualquier momento luego de la postcosecha, pero

Papaya afectada por antracnosis



PROYECTO:

Witlaboratories, un detergente inteligente



Roberto Arias, egresado de la ESCA Santo Tomás y Alfonso Velázquez, egresado de la ESFM, denominaron "Alquimia" a su detergente comercial hecho en Witlaboratories

Durante el periodo de pandemia por COVID-19, un par de egresados politécnicos pensaron en la manera de generar dinero con la venta de desinfectantes y sanitizantes elaborados por ellos mismos, pero se percataron de que la gente buscaba otros productos necesarios para la limpieza y consideraron una forma de capitalizarse con una serie de productos para diversos usos, así nació Witlaboratories.

La idea inicial fue de Luis Alfonso Velázquez Martínez, egresado de la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM), quien al trabajar en la creación de una molécula que imita las propiedades de un tensoactivo, este desarrollo volvió más eficaz su producto, que los que ya están a la venta.

Además, utilizó sus conocimientos en matemáticas puras y aplicadas para crear a la inteligencia artificial "Minerva", una arquitectura de redes neuronales que imita las propiedades físico químicas de las sustancias químicas que necesitan, apoyados de una formulación exhaustiva que involucra biotecnología y nanotecnología para desarrollar fórmulas

muy específicas de productos cotidianos que reducen en gran medida la cantidad de porcentaje de químicos que las marcas comerciales utilizan.

Para elaborar el modelo de negocio, la forma de venderlo y volverlo atractivo en el mercado, Alfonso se alió con Luis Roberto Arias Trequé, licenciado en Relaciones Comerciales por la Escuela Superior de Comercio y Administración (ESCA), Unidad Santo Tomás, que cuenta con facilidad para el marketing y las finanzas, gracias a su formación profesional.

Los egresados construyeron un laboratorio independiente, donde surgieron

Witlaboratories

En un momento amenazado por la sequía y la contaminación ambiental, los productos de limpieza elaborados con enzimas biodegradables mediante inteligencia artificial de Witlaboratories, son una excelente opción para el cuidado de la salud humana y el medio ambiente.



"Alquimia" es un eficaz detergente para la limpieza de manchas, suciedad, mugre y malos olores de la ropa

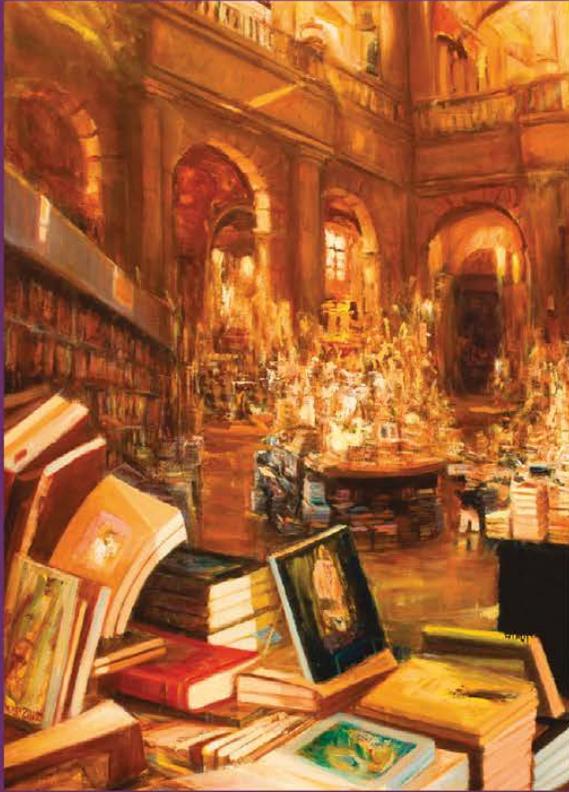
5 moléculas, y su primer producto comercial de Witlaboratories denominado "Alquimia", un eficaz detergente para la limpieza de manchas, suciedad, mugre y malos olores de la ropa.

"Las biomoléculas y nanopartículas utilizadas en la fórmula, además de lavar y desinfectar las prendas, también las suaviza, y como no produce espuma, sólo requiere de un solo ciclo de lavado, lo que reduce considerablemente el consumo excesivo de agua, electricidad y tiempo, así como de químicos que

contaminen el medio ambiente porque es biodegradable e hipoalergénico", resaltó Alfonso Velázquez.

Por este desarrollo tecnológico, los jóvenes se hicieron acreedores al Premio ILAN a la Innovación Universitaria IPN 2023; también triunfaron en la pasarela de Proyectos de la Dirección de Incubación de Empresas Tecnológicas (DIET); en Climathon, concurso organizado por la Unión Europea, en su edición México, así como en el Concurso de Iniciativas Climáticas y de Biodiversidad, de la Alianza Climática de Alemania.





45 FIL Palacio de Minería — MÉXICO

22 Feb – 4 Mar – 2024

Estado Invitado: **Sinaloa**

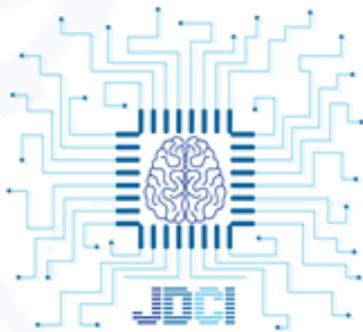
Tacuba 5, Centro Histórico, Ciudad de México

www.filmineria.unam.mx



SINALOA
GOBIERNO DEL ESTADO

ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO



JORNADA DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA Y LA INVESTIGACIÓN

En honor a la M. en C. Karina Viveros Vela

17 y 18 de abril de 2024

escom.ipn.mx

Convocatoria:

<https://tinyurl.com/yofp34h9>



Fecha límite de recepción de trabajos: 10 de marzo de 2024

Dudas o aclaraciones: jdivulgacion_escom@ipn.mx

Se otorgará constancia a los alumnos BEIFI

90 ANIVERSARIO DE LA ESCUELA DE BACTERIOLOGÍA, ANTECEDENTE DE LA ENCB

Presidencia del Decanato

En julio de 1933, una comisión de profesores de la Escuela Nacional Preparatoria, integrada por los doctores Pedro de Lille Borja, Demetrio Sokolov, el químico Marcelino García Junco, los catedráticos Leopoldo Ancona H., Antonio Ramírez Laguna y Diódoro Antúnez Echegaray se reunió para revisar las ponencias del Primer Congreso Universitario que se llevaría a cabo en septiembre de ese mismo año.

En esta reunión se consideró la propuesta de crear una escuela de Bacteriología y aunque esta sugerencia no fue discutida, el proyecto se llevó importantes proposiciones de los doctores Ernesto Cervera, director del Instituto de Higiene y de Tomás G. Perrín, sobre el orden de las materias y la amplitud de programas. En aquella época los estudios de bacteriología eran parte complementaria de la medicina (Carbajal, G., 2006).

En 1933 se constituyó la Asociación Pro Cultura Nacional, integrada por personalidades de amplio criterio e ideas nuevas para la enseñanza superior; a través de la asociación se fundó la Escuela Preparatoria Gabino Barreda, la cual se constituyó por una secundaria, una preparatoria y varias escuelas profesionales. La comisión que había propuesto la carrera de bacteriología en el Congreso Universitario, propuso a la Junta Directiva de la Asociación Pro Cultura, la incorporación de la carrera a la Preparatoria Gabino Barreda. De esta forma la Escuela de Bacteriología comenzó a operar el 28 de enero de 1934, en la calle de Rosales número 26, con una primera clase de Anatomía Comparada, impartida por el doctor Manuel Maldonado Koerdell.

Durante dos años la nueva escuela trabajó de manera regular, pero al transformarse la Universidad Gabino Barrera en Universidad Obrera de México, al inicio de 1936, cambió la orientación de la escuela y, además, se impidió la inscripción de alumnos al primer año de bacteriología; sin embargo, el profesor Diódoro Antúnez Echegaray hizo caso omiso a esa solicitud, y se inscribieron 20 alumnos, lo que impidió la desaparición de la escuela.



La Escuela de Bacteriología comenzó a operar el 28 de enero de 1934, en la calle de Rosales 26, dentro de la Universidad Gabino Barrera

En 1936 inició labores el Instituto Politécnico Nacional, y en julio de ese mismo año, el presidente de la República, Lázaro Cárdenas, decretó la validez oficial de los estudios y títulos expedidos por la Escuela de Bacteriología de México, lo que llenó de confianza a maestros y alumnos que, a pesar de la precariedad y la donación de sueldos por parte de los profesores, lograron mantenerse a flote.



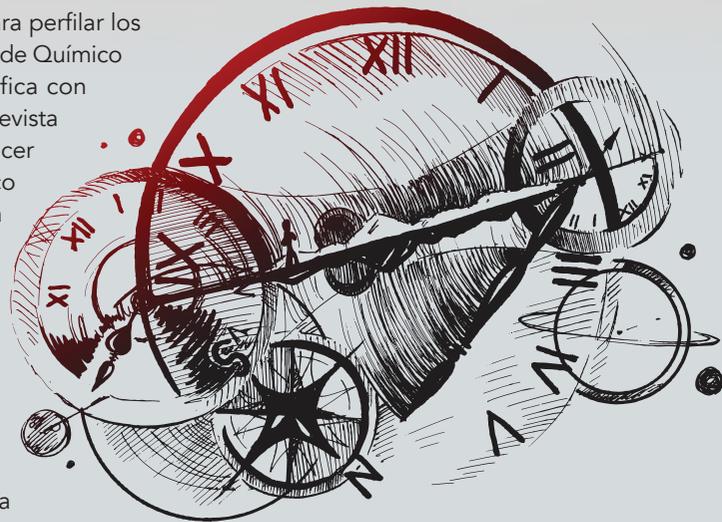
Fachada de la Escuela de Bacteriología, Parasitología y Fermentaciones en Santo Tomás (1937)

En 1937, la entonces llamada Escuela de Bacteriología, Parasitología y Fermentaciones se sumó al Politécnico bajo la dirección del doctor Leopoldo Ancona; con ello, se inició la construcción de pabellones para laboratorios y la adaptación de edificios en Santo Tomás, donde se instalaron los laboratorios de Anatomía e Histología, Microfotografía, Entomología, Bacteriología y Micología.

Para 1938, se incluyó dentro de los planes de estudio de la escuela, las carreras de Botánico, Zoólogo, Entomólogo e Hidrobiólogo –ya existía la de Químico Zimólogo– y las de Químico Biólogo y Químico Bromatólogo, así como las de Antropólogo físico y social, además la de Médico rural, esto motivó el cambio de nombre de la escuela al de Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), y se inició la preparación de los primeros egresados en el extranjero: Rodolfo Hernández Corzo, en Físico Química y Alfredo Sánchez Marroquín, en Micología; siendo los primeros científicos especializados en Estados Unidos.

Pese a las vicisitudes, los primeros años de la escuela fueron cruciales para perfilar los objetivos científicos y pedagógicos del plantel. Con el impulso a la carrera de Químico Biólogo Parasitólogo se estableció un sistema de investigación científica con profesores de planta y de tiempo completo y se inició la publicación de la revista científica *Anales*, que fue muy importante para la divulgación del quehacer científico del plantel y dio origen a diferentes carreras como la de Médico rural, que con el tiempo se transformó en la Escuela Superior de Medicina Rural o la de Antropología, que quedó a cargo del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

Durante el desarrollo de la ENCB sobresale el acompañamiento del quehacer científico en la formación profesional de los alumnos, lo cual constituye un enfoque vital para la consolidación del plantel. Por ello, en 1940, se fundó el Instituto Mexicano de Fisiología y Farmacodinamia, en cuyo proyecto participaron los doctores José Joaquín Izquierdo, Efrén del Pozo, el profesor Diódoro Antúnez Echegaray y el doctor Manuel Castañeda Agulló, un naturalista integrante del exilio español en México.



Respecto al tema del exilio español, cabe mencionar que los científicos llegados al plantel por esta desafortunada situación trajeron a la ENCB muchos beneficios que se integraron en plena producción científica y académica, logrando la creación de nuevas profesiones, laboratorios y centros de investigación de gran valía para la comunidad politécnica.

Nueve décadas de desarrollo no pueden resumirse en unas cuantas líneas, pero debemos destacar que la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas es un pilar para el IPN en el área de ciencias médico biológicas, por la calidad de sus programas académicos a nivel licenciatura y posgrado, la consolidación y desarrollo de sus laboratorios y especialidades.

Además es importante resaltar el alto nivel y rigor formativo de sus egresadas y egresados, cuyas acciones se han traducido, durante generaciones, en reconocimientos, a través de diversos premios Nacionales en Ciencias; la destacada trayectoria política y/o administrativa de personajes que han puesto muy en alto el nombre de la ENCB y, por ende, del Politécnico Nacional.

Hoy la ENCB del IPN cuenta con dos grandes sedes: Santo Tomás y Zacatenco, esta última se ubica en la Unidad Profesional Adolfo López Mateos en Zacatenco. Las cuales albergan las licenciaturas en Biología, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería en Sistemas Ambientales, Químico Bacteriólogo Parasitólogo y Químico Farmacéutico Industrial. A nivel posgrado se imparten: una especialidad, siete maestrías y siete doctorados que enriquecen la oferta académica en el área de su competencia.

La ENCB es hoy por hoy un referente de la tenacidad, el esfuerzo conjunto y colectivo de su comunidad, por sostener el desarrollo y vigencia de sus planes y programas de estudio; la innovación de sus carreras que dan respuesta a las necesidades en constante transformación de México y el mundo, así como por la actualización de sus laboratorios, la modernidad de sus productos de investigación, sin menoscabo de la calidad educativa y rigidez formativa de sus egresados. Felicidades por 90 años de existencia.

Referencia

Carvajal, G. (2006), Escuela Nacional de Ciencias Biológicas en 70 años de Historia del Instituto Politécnico Nacional, Tomo IV, pp. 293-302

ENCB en Zacatenco





Instituto Politécnico Nacional
“La Técnica al Servicio de la Patria”