



Academia
de Ingeniería
México

GACETA

de Ingeniería

VIII

<https://ai.org.mx>

ÍNDICE

Presentación Dra. Mónica Barrera Rivera.	3	Hacia un nuevo enfoque de planeación para la Frontera Norte: Visión, Retos y Oportunidades Dr. Reyes Juárez Del Ángel	28
COLABORACIONES		SÓLO PARA INGENIEROS (AS)	
Definición de Proyectos Ing. Erwin Fritz de la Orta	5	Primera prueba experimental de una computadora, similar a un cerebro, trabajando con agua y sal.	36
La progresión tecnológica en el diseño de materiales desde los materiales naturales a los innovadores vita-materiales Dr. José Rubén Morones Ramírez	14	RESCATE Y RECONOCIMIENTO	
La fuente de la luz del Gran Caribe: un proyecto de desarrollo de la ingeniería regional Dr. V.M Castaño; Dr. P. Fernández de Córdoba; Dr. J. A. Sans y Dr. G. Violini	19	Entrevista a la Dra. Mónica Barrera Rivera	40
		Alumnos de Ingeniería viajan a capacitarse en EU	41
		Punto de Encuentro	43

CONSEJO DIRECTIVO

- Dra. Mónica Ma. del Rosario Barrera Rivera
Presidente
- M. I. Alberto Lepe Zúñiga
Vicepresidente
- Dr. Jaime Jesús Arceo Castro
Secretario
- Dra. Jetzabeth Ramírez Sabag
Tesorera
- Dra. Claudia Marina Vicario Solórzano
Prosecretaría
- Ing Carlos Alejandro Merchán Escalante
Protesorero

CONSEJO EDITORIAL

- Dr. Felipe Rolando Menchaca García
Comunicaciones y Electrónica
- Dr. Jaime Jesús Arceo Castro
Eléctrica
- Ing. Adolfo Joel Ortega Cuevas
Comunicaciones y Electrónica
- Ing. Raúl González Apaolaza
Eléctrica
- Dra. Leonor Patricia Güereca Hernández
Ambiental
- Dra. Jetzabeth Ramírez Sabag
Petrólera

COMITÉ EDITORIAL

- Dr. Felipe Rolando Menchaca García
Presidente
Comunicaciones y Electrónica
- Dr. Jaime de Jesús Arceo Castro
Secretario
Eléctrica
- Mtra. Gabriela Muñoz Meléndez
Vocal
Ambiental
- Mtra. Magaly del Carmen Flores Armenta
Vocal
Eléctrica
- Ing. Arturo Cepeda Salinas
Vocal
Comunicaciones y Electrónica
- Dra. Leonor Patricia Güereca Hernández
Ambiental
- Ing. Leonardo Lazo Margain
Vocal
Municipal y Urbanística

Fe de Erratas.

Por una omisión involuntaria no se ha incluido a la Dra. Leonor Patricia Güereca en el Comité Editorial, como le corresponde. Reconocemos su labor en esta instancia desde el primer número de esta Gaceta. Le ofrecemos una disculpa.

Presentación



El problema que subyace en nuestra nación es la variación regional, el rezago y la desigualdad.

El propósito de la ingeniería en esta emergencia social, económica, energética y tecnológica debe dirigirse a disminuir la desigualdad, a través de soluciones sostenibles; por lo que la ingeniería debe enfocarse a los más vulnerables para poner a su acceso los medios y servicios básicos. Las y los ingenieros debemos desarrollar técnicas inclusivas, tomando en cuenta la equidad de género y las necesidades de zonas marginadas. Este número de la Gaceta de Ingeniería incluye temas de actualidad: Nanotecnología; fuentes de luz de alta energía; modelos neuronales de cómputo; y planeación basada en “nearshoring”.

Necesitamos impulsar el proceso de aplicación práctica para transformar los descubrimientos científicos de frontera en soluciones prácticas y útiles para la sociedad en su conjunto, los individuos y las empresas en lo particular.

Es fundamental el promover la formación continua de científicos, ingenieros y profesionales en campos de vanguardia para asegurar que estén al tanto de los últimos avances científicos y tecnológicos y puedan aplicarlos en emprendimientos de base tecnológica en sus áreas de experiencia e incentivar la divulgación efectiva de los casos de éxito.

Por lo anterior requerimos participar en el diseño de Políticas Públicas, en la medición del impacto social y clamamos por un enfoque sistémico y de planeación que determine la participación multi e interdisciplinaria para apoyar en la mejoría de los niveles de vida de la población, evitando los rezagos que han sido tan dañinos al tejido social.

Aquí cae otro reclamo, plasmado en el refrán popular: “zapatero a tus zapatos”. Las ingenieras y los ingenieros somos capaces de dirigir y transformar las instituciones, de acuerdo a la visión compartida de nuestro país.

Con el apoyo de nuestra organización y de las capacidades de nuestros académicos, de manera práctica, porque los ingenieros somos prácticos en el aprovechamiento de la tecnología, tras la crisis por la pandemia, los rezagos históricos, la degradación ambiental, las tensiones sociales, entendemos que no hay propuestas fáciles para soluciones inmediatas.

Más allá de las urgencias derivadas de la inseguridad y la pobreza, y, ante el principal problema que enfrenta el país: la desigualdad, estamos conscientes de que los ciudadanos demandan acciones hacia una sociedad sustentable.

Los ingenieros a través de trabajo inter, trans y multidisciplinario, deberemos rescatar nuestros espacios y nuestro lugar como diseñadores, planeadores, normadores, ejecutores, supervisores, gestores y evaluadores del desarrollo nacional sustentable, para atender las necesidades presentes y futuras.

Dra. Mónica Barrera Rivera.

Presidente de la Academia de Ingeniería México.

GACETA DE LA ACADEMIA DE INGENIERÍA MÉXICO, Año 1, No. 8, abril de 2024, es una publicación mensual editada por la Academia de Ingeniería México (AIM). Calle Tacuba 5, Centro Histórico, Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06000, Tel 555521 4404. <https://ai.org.mx>, contacto@ai.org.mx. Se agradecerá la reproducción total o parcial citando la fuente de la edición y la referencia.



COLABORACIONES

Definición de Proyectos

Ing. Erwin Fritz de la Orta

Se inicia una secuencia de temas relacionados con la Ingeniería de Proyecto que serán publicados en nuestra Gaceta de la Academia de Ingeniería. En este caso, se escoge como enfoque, la Definición de Proyectos por dos razones, primero por ser un tema total en la búsqueda del éxito de los proyectos de inversión y segundo, porque se mostrará la metodología desarrollada por ingenieros mexicanos que es de mucha utilidad para los generadores de proyectos. Su aplicación se basa en otras tecnologías que son de uso más común actualmente pero que las supera por su fácil aplicación y dinamismo. Los ingenieros que la desarrollaron son el Dr. José Francisco Albarrán Núñez, el M.I. Julián Castellanos Fernández y el firmante del artículo.

1. Antecedentes.

Varios países, industrias y gremios relacionados con la construcción incluyendo universidades y centros de investigación, han orientado sus esfuerzos en el desarrollo de métodos confiables que permitan que los proyectos de inversión, se ejecuten buscando las menores desviaciones posibles, ya que, en una inmensa mayoría se obtienen resultados muy alejados de los programas y costos presupuestados, destruyendo los principios y beneficios que se esperaban.

Debido a que los lectores de este artículo y de los que deseamos continúen, son personas interesadas y conocedoras

en los proyectos, procuraremos tratar la parte medular de cada tema evitando información ya conocida o que no proporciona valor agregado, pues el objeto mismo de esta serie, es mostrar herramientas que en otros casos han sido efectivas y pensamos que la prueba de su valía, solo será mediante la experiencia de su uso y los resultados que se obtengan.

El método que mostraremos se fundamenta en cuatro técnicas que de forma aislada tienen un mérito importante, pero trabajando en conjunto cataliza de una forma muy notoria esta herramienta pues los resultados son números ama-

rrados con su probabilidad de ocurrencia.

La primera técnica es el método llamado FEL (Front End Loading), desarrollado por la compañía DuPont, haciendo la similitud de un equipo utilizado en la construcción llamado cargador frontal, como si el material que se entrega tiene un valor específico por documentos que serán los que se utilizan para la construcción (un ejemplo figurativo propio de un constructor).

El método se divide en tres categorías: FEL 1= Visualización; FEL 2= Conceptualización y FEL 3= Definición. Cada cate-

goría está compuesta por documentos a desarrollar que son juzgados por responsables del análisis de la información y hasta que tengan su plena satisfacción, se autorizan y pasan a otra categoría (llamadas exclusas en algunas variantes).

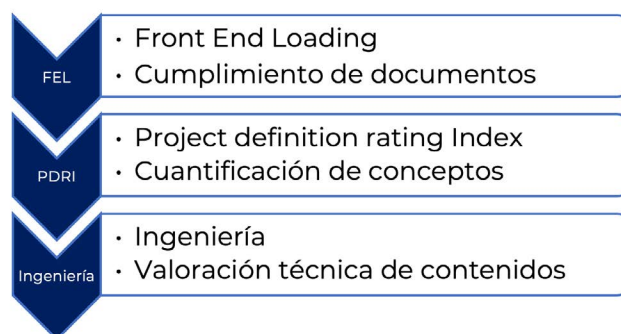
La segunda técnica se refiere a un método más elaborado desde su punto metodológico y estadístico, que el CII (Construction Industry Institute) desarrolló en conjunto con la Universidad de Texas en Austin en 1995. Dicho instituto está formado por más de 130 compañías (incluyendo DuPont, así como, entidades estatales americanas). El primer manual del método denominado Project Definition Rating Index PDRI, fue adquirido por la NASA para sus proyectos, como una herramienta confiable. Debido a que se generan multitud de proyectos no tan solo en la Unión Americana, se han editado cinco manuales orientados a la Industria, la Infraestructura, las Edificaciones, la Minería y proyectos pequeños, con un costo para los interesados de veinte mil a cuarenta mil dólares americanos, según su aplicabilidad.

Algo que hemos aprendido en nuestra vida profesional, es la no dependencia de desarrollos externos, sin que estos puedan ser aplicables inclusive mejorados a nuestro entorno. De esta forma, estudiamos esos métodos y los agrupamos por medio de un lenguaje común, utilizado en Ingeniería, ya que los nombres de los entregables con sus características, son de uso cotidiano.

La cuarta técnica es la modelación probabilística. En este punto y para no ir a la teoría, el lector no utilizará mucho tiempo pues mediante Excel, se darán todos los parámetros solo para sustituir en una simple fórmula y cualquier resultado numérico del método, se acompañará de

la probabilidad de falla, esto es, que con la información que generó el proyecto en un momento decisorio, se identifica de inmediato una valoración de su ocurrencia. En el próximo artículo se muestra el costo de definición.

De acuerdo con lo expresado, se muestra un esquema y el resultado del análisis.



Como se puede ver en la Tabla de la Figura 1, el caso de Negocio (color rosa) es común en los tres métodos pues los genera el inversionista, sin embargo, esto no se presenta en el FEL 2 (color naranja), ya que existe una diferencia muy grande de definición de la Fase Conceptual a la Fase de Definición de Tecnología (que se puede identificar como Ingeniería de Proceso) y a la vez, de la Fase de Ingeniería Básica que tiene información de todas las especialidades, ya que dicha información va directa a la Fase de Ingeniería de Detalle. En el caso del FEL 3 (color amarillo), también se dividió en tres etapas de definición, pero aquí es necesario hacer la justificación de un concepto de ingeniería denominada FEED (Front End Engineering Design) que está estructurada con información tanto de los costos mayores en equipo como de materiales, por lo que requiere diseño de detalle en conceptos específicos solamente y no esperar a que esté todo el detalle de secciones que pueden seguir de forma tradicional.

FEL 1	FEL 2	FEL 2	FEL 2	FEL 3	FEL 3	FEL 3
Nivel de Definición PDRI						
Caso de Negocio	Fase Conceptual	Fase de Definición Tecnológica	Fase Ingeniería Básica	Fase de Definición para IPC (Ingeniería, Procura y Construcción)	Fase de Definición para PC (Procura y Construcción)	Fase de Definición para C (Construcción)
	Ingeniería Conceptual	Ingeniería Conceptual	Paquete de Ingeniería Básica	Ingeniería FEED	Ingeniería de detalle antes de procura	Ingeniería de detalle con fechas de entrega definidas

Figura 1. Esquema y la Tabla de la conjunción, FEL, PDRI e Ingeniería.

2. Tabla Maestra para la Evaluación del Nivel de Definición del Proyecto.

La parte fundamental del método se expresa en la Tabla Maestra para la Evaluación del Nivel de Definición del Proyecto. Pues contiene toda la información de un proyecto, incluyendo definiciones, conceptos de ingeniería y su nivel de la calidad por el contenido con el que está generado. La tabla está estructurada en tres secciones con los siguientes enunciados:

Bases para la Definición del proyecto.

Definición del alcance.

Definición de la ejecución.

Como es un documento muy grande solo se han seleccionado dos categorías, Criterios para la operabilidad Figura 2, y Datos básicos de investigación y desarrollo Figura 3, como ejemplo, pero para los lectores se presentan los links <https://bit.ly/Ingenieria-de-Proyectos-Anexo-1> y <https://bit.ly/Ingenieria-de-Proyectos-Anexo-2> para toda la tabla.

Criterios para operabilidad							
Filosofía de confiabilidad (Lista de principios generales de diseño a ser considerados para lograr un comportamiento confiable en la operación de la unidad incluye requerimientos en cuanto a equipos de relevo, redundancia en sistemas de seguridad, control y alarma, tanques de almacenamiento de productos intermedios y finales).							
	3	3	1	1	1	1	1
Tema en la Justificación del Proyecto	3	3	1	1	1	1	1
Bases de Usuario	2	2	1	1	1	1	1
Filosofía de mantenimiento (Lista de principios generales de diseño a ser considerados para lograr los periodos esperados de operación de la unidad incluye requerimientos en cuanto a frecuencias y duraciones de paros para mantenimiento, infraestructura para mantenimiento como guías, monitores, espacios disponibles, equipos de medición y control como detectores de vibración).							
	3	3	1	1	1	1	1
Tema en la Justificación del Proyecto	3	3	1	1	1	1	1
Bases de Usuario	2	2	1	1	1	1	1
Filosofía de operación (Lista de principios generales de diseño a ser considerados para contar con respaldo para la producción diaria de la unidad y alcanzar el factor de servicio proyectado, incluye requerimientos específicos en cuanto a operación continua o por lotes, de tiempos de corrida, de nivel de control manual y/o automático, de paro y arranque y facilidades de paro).							
	3	3	1	1	1	1	1
Tema en la Justificación del Proyecto	3	3	1	1	1	1	1
Bases de Usuario	2	2	1	1	1	1	1

Figura 2. Criterios para operabilidad.

Datos básicos de Investigación y desarrollo.							
Tecnología (Es el conjunto de principios Físicoquímicos, Químicos y Electromecánicos, que permiten la producción de Bienes de Capital y/o de Bienes de Consumo. Definir si es existente, duplicada, nueva o experimental)	4	4	1	1	1	1	1
Generación de opciones tecnológicas y de proceso para el proyecto	4	2	1	1	1	1	1
Licencia de uso de tecnología	4	4	1	1	1	1	1
Evaluación y selección de tecnología	4	2	1	1	1	1	1
Garantías del proceso	5	4	1	1	1	1	1
Lista de proveedores autorizados para equipos propietarios	5	5	1	1	1	1	1
Bases de Usuario	4	4	1	1	1	1	1
Procesos (Secuencia de pasos para convertir las materias primas en productos de acuerdo con la Tecnología. Los Procesos probados involucran menor riesgo mientras que los experimentales pueden sufrir alteraciones, sin embargo, tienden a ser más eficientes y por ende tener una mayor Rentabilidad. Se pueden calificar como existente/probado, duplicado, nuevo o experimental)	5	4	1	1	1	1	1
Evaluación y selección de opciones tecnológicas	5	4	1	1	1	1	1
Descripción del proceso	5	4	1	1	1	1	1
Bases de Usuario	4	4	1	1	1	1	1

Figura 3. Datos básicos de investigación y desarrollo.

En ambas tablas se presenta el mismo tipo de información, por lo que entendiendo esta estructura se entenderá toda la información presentada en dicha Tabla. En la parte izquierda en color rojo se encuentra la definición de la categoría y debajo de la definición, los documentos de Ingeniería en color negro, en donde se encuentra dicha información.

En el lado derecho se observan los mismos colores del Nivel de Definición ya presentados y números que corresponden a la escala de Likert según la siguiente clasificación: 5= Pobre o Definición Incompleta, 4= Deficiencias Mayores, 3= Algunas Deficiencias, 2= Deficiencias Menores, 1= Definición Completa, 0= No aplicable.

En los dos ejemplos "Criterios para operabilidad" y "Datos básicos de investigación y desarrollo", a partir del Nivel de Ingeniería conceptual con una tecnología definida, para esas Categorías, ya se debe tener una Definición Completa, que no cambiará.

El lector podrá observar en el resto de la Tabla, muchas Categorías para los siete niveles de información especificando cuáles documentos de Ingeniería están relacionados. Esta circunstancia, le da fuerza al método, pues se puede lograr mayor facilidad y efectividad

en el juicio de la calidad técnica lograda en cierto momento del desarrollo. Debido a ello, es importante estudiar la Tabla, pues en realidad es la información fundamental con la que se generará el proyecto. Es el "ADN" del proyecto.

Esta característica se pensó así, por dos razones, la primera es para responder la pregunta ¿son los cambios de alcance permanente los que hacen que los proyectos tengan tantas desviaciones? Y la segunda, ¿existe alguna manera de diagnosticar si se empleó el tiempo suficiente de planeación del proyecto, pues puede tener una cantidad muy grande de variables que no se consideraron desde el principio?

Creo que la respuesta la pueden dar todos los lectores de este artículo al comparar sus experiencias de empezar un proyecto por la falta de información sustancial de las actividades. El método es una herramienta para propiciar un alejamiento de las improvisaciones por la falta de conocimiento en el desarrollo de los proyectos.

Una vez que hemos logrado tener el ADN del proyecto, se requiere desarrollar en sistema que sea lo suficientemente sencillo para un uso práctico en donde el problema no sea la metodología, si no mas bien, esforzarse en el mejor desarrollo de la Ingeniería.



3. Índice de Definición de Proyecto.

En este capítulo se presenta la forma de cálculo directo el grado de definición del proyecto que se está analizando, obteniendo un indicador. En realidad es una hoja de cálculo con la que se evalúa el Proyecto, sin embargo, hay que hacer una nueva acotación que es resultado del trabajo de la Universidad de Texas.

Las actividades (llamados elementos) tienen una ponderación diferente, debido al análisis estadístico que realizaron en una cantidad muy grande de Proyectos. Esto es, debido a que aún, teniendo una influencia negativa, unas actividades son más perniciosas que otras. Esa ponderación se respetó, pues no se tiene un juicio suficiente para cambiarlas. A continuación, se encuentra la Tabla de cálculo, la cual se presenta en tres secciones, en donde para mejor manejo, se define un catálogo de cuentas (sección, categoría, elementos), el nombre del documento o estudio de Ingeniería y por supuesto la ponderación para los siete Niveles ya definidos. Por ejemplo: Balances de materia y energía es: IIGG2 con 13 puntos de riesgo en el Nivel de Ingeniería Conceptual FEL 2. y IIILL3 es la Matriz de identificación de procura con 3 puntos de riesgo para el mismo Nivel.

Índice de Definición de Proyecto								
Sección	Categoría	Elemento	Descripción	FEL I Caso de Negocio	FEL II Def. Conceptual Tecnológica Ing. Básica			FEL III IPC PC C
I			Bases para la definición del proyecto					
	A		Criterios para operabilidad					
I	A	A1	Filosofía de confiabilidad	9	9	1	1	1
I	A	A2	Filosofía de mantenimiento	5	15	1	1	1
I	A	A3	Filosofía de operación	21	21	1	1	1
	B		Objetivos de negocio					
I	B	B1	Productos	11	11	1	1	1
I	B	B2	Estrategia de mercado	5	5	2	2	2
I	B	B3	Estrategia de proyecto	5	5	1	1	1
I	B	B4	Viabilidad y Factibilidad	16	9	6	3	1
I	B	B5	Capacidades	11	11	2	2	2
I	B	B6	Consideraciones para expansión futura	3	3	2	2	2
I	B	B7	Ciclo de vida esperado del proyecto	2	2	1	1	1
I	B	B8	Impacto social	2	2	1	1	1
	C		Datos Básicos de Investigación y desarrollo					
I	C	C1	Tecnología	39	39	2	2	2
I	C	C2	Procesos	40	28	2	2	2

Figura 4. Copia de las tres primeras Categorías de la sección Bases para la definición del proyecto

II			Definición del alcance						
F			Información de sitio						
II	F	F1	Localización de sitio	0	0	0	2	2	2
II	F	F2	Estudios y pruebas de sitio	10	10	4	1	1	1
II	F	F3	Estudio de impacto ambiental	21	21	15	5	5	2
II	F	F4	Permisos requeridos	12	9	5	1	1	1
II	F	F5	Servicios auxiliares requeridos con sus condiciones de su	12	12	8	4	4	1
II	F	F6	Consideraciones de protección contraincendio y de segur	8	8	5	5	2	1
G			Ingenierías de proceso y mecánica						
II	G	G1	Diagramas de flujo de proceso	36	17	2	2	2	2
II	G	G2	Balances de materia y energía	23	17	5	1	1	1
II	G	G3	Diagramas de tuberías e instrumentación	31	31	8	8	8	2
II	G	G4	Administración de la seguridad del proceso	8	8	6	4	2	1
II	G	G5	Diagramas de flujo de servicios auxiliares	12	12	9	6	3	1
II	G	G6	Especificaciones	17	17	12	8	4	1
II	G	G7	Requerimientos del sistema de tuberías	8	8	8	6	6	4
II	G	G8	Planos de localización	17	17	13	8	4	1
II	G	G9	Lista de equipo mecánico	18	13	9	9	9	1
II	G	G10	Índice de líneas	8	8	6	4	2	1
II	G	G11	Lista de interconexiones	6	6	6	3	2	1
II	G	G12	Lista de accesorios de tuberías	4	4	4	2	1	1
II	G	G13	Índice de instrumentos	8	8	4	2	1	1

Figura 5. Copia de las dos primeras Categorías de la sección Definición del alcance

III			Definición de la ejecución						
L			Estrategia de procura						
III	L	L1	Identificación de equipos y materiales críticos y/o de largo	8	8	6	2	1	1
III	L	L2	Planes y procedimientos de procura	5	5	4	1	0	0
III	L	L3	Matriz de responsabilidades de procura	3	3	3	3	0	0
M			Entregables de la ejecución						
III	M	M1	Requerimientos de modelos y diagramas electrónicos	4	4	2	1	0	0
III	M	M2	Entregables definidos	4	4	4	3	1	0
III	M	M3	Matriz de distribución de documentos	1	1	1	0	0	0
N			Control de proyecto						
III	N	N1	Requerimientos de control del proyecto	8	6	4	2	0	0
III	N	N2	Requerimientos de contabilidad del proyecto	4	4	4	2	0	0
III	N	N3	Análisis de riegos	1	1	1	1	1	1
P			Plan de ejecución del proyecto						
III	P	P1	Requerimientos de aprobación del cliente	6	6	0	0	0	0
III	P	P2	Plan de ingeniería y construcción	8	8	5	3	1	1
III	P	P3	Requerimiento de paro y libranzas	7	7	7	7	1	1
III	P	P4	Requerimientos de secuencia de precomisionamiento	5	5	4	2	1	1
III	P	P5	Requerimientos de arranque	4	4	3	2	0	0
III	P	P6	Requerimientos de capacitación	3	3	2	1	0	0

Figura 6. Copia de las cuatro primeras Categorías de la sección Definición de la ejecución

Índice de Definición de Proyecto IDP

Sección a evaluar	Puntuación de riesgo						
Sección I	261	252	87	56	35	35	30
Sección II	379	338	219	144	96	48	36
Sección III	71	69	50	30	6	5	5
Total	711	659	356	230	137	88	71

Figura 7. Tabla que muestra del Índice de Definición del Proyecto IDP-

La figura 7, da un resumen de un gran esfuerzo en la definición y concretamente en la Ingeniería desarrollada, pues el análisis de la forma de la función que une los puntos de los 7 Niveles de Definición, de estar bien lo realizado, da una magnífica información para entender su conducta.

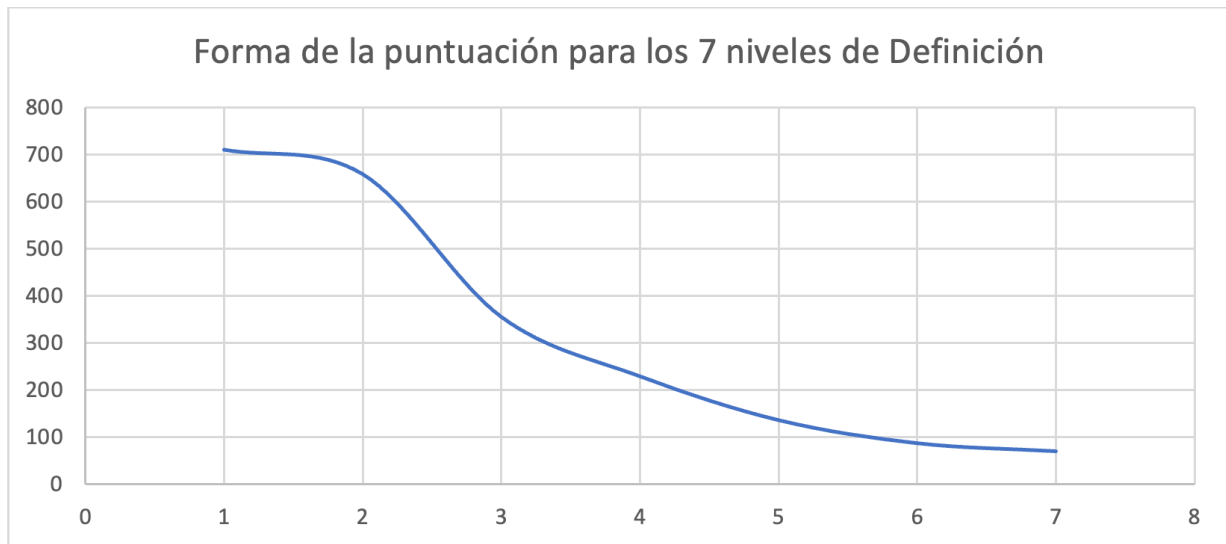


Figura 7. Gráfica que muestra el Índice de Definición del Proyecto IDP-

La curva que se forma es decreciente en todo su recorrido. Se observa un decrecimiento muy grande de los niveles del 2 al 5, que corresponden de la Ingeniería Conceptual al FEED. En cambio a partir del 5, la curva se atenúa con una menor caída. En el próximo inciso esto será más evidente.

4. Darle fortaleza al IDP con su probabilidad de ocurrencia.

En el caso de Variable Aleatoria el proponer un valor y que se generen números aleatorios, la probabilidad que se repita, o más bien, que se le atine es cero. Eso se representa formalmente como

$$P(a \leq x \leq a) = \int_{230}^{230} f(t) dt = F(230) - F(230) = 0; \quad a = 230$$

Esto quiere decir, que si el IDP para la Ingeniería Básica es 230, la probabilidad que se dé en realidad es cero. Bravo, hemos hecho un sistema que siempre será cero. Sin embargo, eso se resuelve de la forma más sencilla si se dan rangos, Luego la integral, es positiva.

En este caso, se debe proponer una función que represente la conducta de los valores que se desean modelar y hemos escogido la función Beta $\beta(t, 10, 8, \text{verdadero}, 0, 0.4)$. Para usar esta función hay que normalizar el IDP a valores entre 0 y 0.4.

Luego 230 se traduce como 0.230 para que esté en el Rango 0-0.4 así quedará

$$B(0.230, 10, 8, \text{verdadero}, 0, 0.4) = 55.83\%$$

Definición	IDP	Probabilidad de Falla
Tecnología	356	99.98%
Básica	230	55.83%
FEED	200	24.44%
IPC	137	3.30%

Figura 8. Cálculo de la Probabilidad de Falla a partir del IDP.

De la tabla de la Figura 8, se puede conformar una política de la empresa, pues al interpretarla de inmediato se palpa que si empiezas un proyecto con solo la Tecnología seguro fracasas. Si escoges teniendo solo la Ingeniería Básica (completa) la probabilidad es más baja que un “volado”, el riesgo cambia si desarrollas el FEED, pues solo uno de cuatro puedes fallar. Así que ya tienes una herramienta que te puede ayudar a tomar decisiones más seguras. Te invitamos a que la pruebes, la sientes y podría ser una herramienta de caballito de batalla. El próximo artículo será Estimados de Inversión.





Semblanza

Ing. Erwin Fritz de la Orta

El Ing. Erwin Fritz de la Orta es Ingeniero Químico de la UNAM. Ha trabajado por cerca de 45 años en el campo de la industria petrolera tanto en el Instituto Mexicano del Petróleo, como en Petróleos Mexicanos, en diversidad de proyectos tanto de Refinación como de Petroquímica. Ocupó varios puestos como la gerencia de Proyectos en el IMP y la gerencia de Ingeniería de Plantas Industriales en Pemex. Fue jefe del proyecto del análisis de riesgo de los sistemas de transporte de hidrocarburos en México, como consecuencia de la explosión que se presentó en Guadalajara. Fue uno de los primeros miembros del Project Management Institute en México, así como del Consejo Nacional de Biogás A. C. Actualmente, es miembro del Consejo Internacional de Academias de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico.

La progresión tecnológica en el diseño de Materiales: Desde los materiales naturales a los innovadores Vita-Materiales

Dr. José Rubén Morones Ramírez

A medida que nos adentramos más profundamente en el siglo XXI, la innovación en materiales avanzados se está posicionando como una piedra angular en la evolución tecnológica global. En este contexto, la ingeniería de materiales emerge como una disciplina crítica que no solo impulsa los límites del conocimiento científico, sino que también cataliza transformaciones radicales en diversas industrias, desde la biomedicina hasta la energética y la manufactura sostenible. Este trabajo se sumerge en el universo de las nanopartículas y los vita materiales, dos fronteras de la ciencia de materiales que están forjando nuevas rutas para el desarrollo tecnológico [1, 2]. Aquí revelamos cómo estos elementos no solo están redefiniendo los paradigmas existentes en sectores clave como la salud y la energía, sino también cómo su aplicación consciente y estratégica podría resolver algunos de los desafíos ambientales más persistentes de nuestra era (Figura 1).

A través de este lente, este análisis no sólo captura la esencia de la innovación material, sino que también proyecta las implicaciones de su integración en el tejido de la sostenibilidad global, ofreciendo un compendio valioso de su potencial para remodelar nuestras realidades industriales y ambientales.



Figura 1. Representación evolutiva de materiales y artefactos humanos a través de las eras. A) Herramientas típicas de la Edad de Piedra, caracterizadas por su manufactura en sílex y otros materiales líticos. B) Ilustra objetos de la Edad de Bronce, destacando la aleación de cobre y estaño para crear utensilios y armas más duraderos. C) Expone implementos de la Edad de Hierro, período en el que se perfecciona la forja de hierro y acero, significando un avance significativo en tecnología y durabilidad. D) Exhibe una estructura nanoestructurada moderna, símbolo de la Era Nano, que representa la precisión y multifuncionalidad de los materiales avanzados en la actualidad.

Nanopartículas: Pioneros de la Miniaturización

Las nanopartículas, definidas por su tamaño inferior a 100 nanómetros, exhiben propiedades únicas que desafían los límites de los materiales convencionales (Figura 2). Su aplicación en la medicina transforma radicalmente las terapias convencionales, permitiendo tratamientos altamente específicos y efectivos con mínimos efectos secundarios [3, 4].

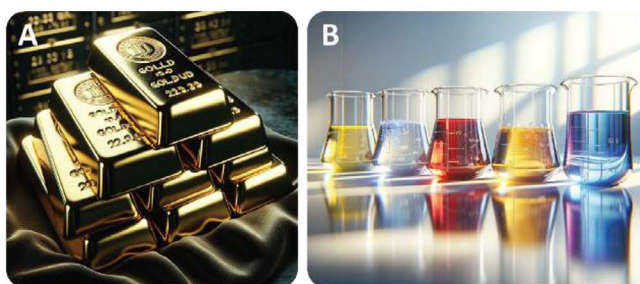


Figura 2. Comparación de Oro en Escalas Diversas. A) Representación del oro en su forma macroscópica, mostrando el característico brillo metálico y color amarillo. B) Cinco soluciones que contienen nanopartículas de oro, ilustrando cómo la reducción a escala nanométrica cambia la percepción visual del material, resultando en una variedad de colores que van desde tonos de rojo hasta púrpura, dependiendo del tamaño y la forma de las nanopartículas.



Las nanopartículas de plata, por ejemplo, se utilizan para crear superficies antimicrobianas que combaten infecciones sin promover resistencia a los antibióticos (Figura 3)[5]. En electrónica, estas partículas facilitan el desarrollo de dispositivos más pequeños y eficientes, impulsando avances en miniaturización y rendimiento.

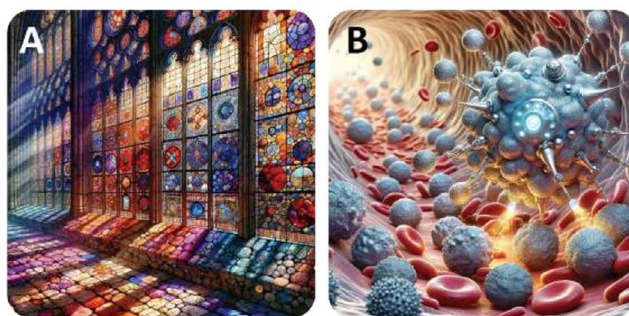
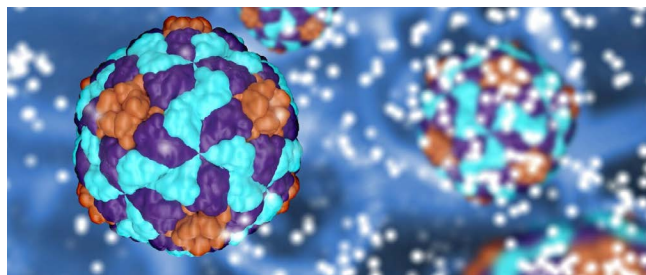


Figura 3. De la Antigüedad a la Medicina Moderna: La Versatilidad de las Nanopartículas. A) Vitrales de la antigüedad, cuya paleta de colores vibrantes se debe a la inclusión de nanopartículas en el vidrio, un testimonio temprano del uso inadvertido de la nanotecnología. B) Representación de nanopartículas en aplicaciones médicas contemporáneas, destacando su función como sistemas de entrega dirigidos, diseñados para localizar y atacar células cancerígenas de manera precisa, ilustrando el avance de la nanomedicina.



Materiales Híbridos: Combinación Estratégica de Propiedades

Los materiales híbridos, que integran polímeros y nanopartículas, son testimonio de la sinergia entre diferentes ciencias de materiales (Figura 4). Estos compuestos no solo mejoran las propiedades mecánicas y térmicas, sino también adaptan nuevas funcionalidades como la conductividad eléctrica y la respuesta a estímulos externos. Tal integración resulta crucial en la medicina regenerativa, donde estos materiales ayudan a desarrollar tejidos que imitan las funciones biológicas naturales, y en tecnologías ambientales, donde facilitan la creación de superficies que se limpian o reparan automáticamente [6].

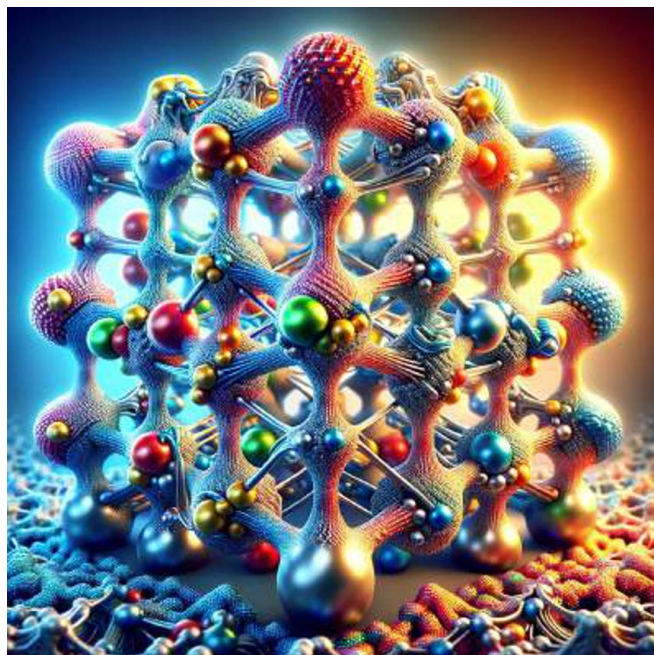


Figura 4. Representación de un material híbrido compuesto de material polimérico y de nanopartículas metálicas.

Vita Materiales: La Fusión de lo Biológico y lo Sintético

La sección más vanguardista del estudio aborda los vita materiales, que incorporan elementos biológicos y sintéticos para ofrecer soluciones tecnológicas a desafíos contemporáneos. Estos materiales son cruciales para proyectos de captura de carbono y descontaminación de recursos, alineando directamente con los objetivos de desarrollo sostenible global (Figura 5). En el ámbito de la energía, los vita materiales optimizan la producción de bioetanol y otros biocombustibles, revolucionando el campo de la bioenergía mediante la utilización eficiente de recursos biológicos [7].

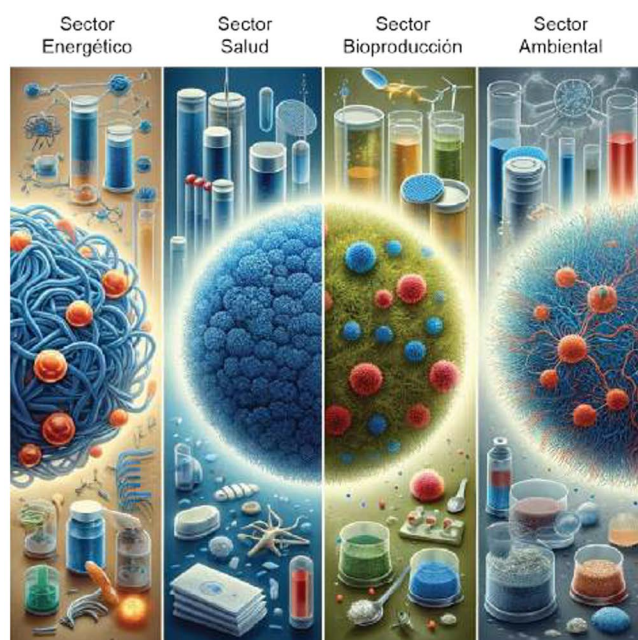
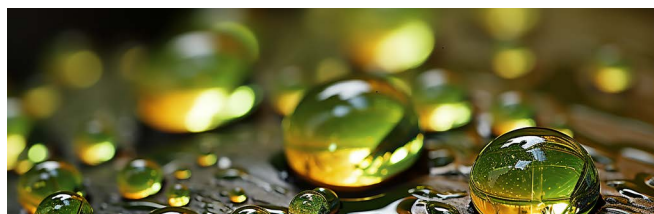


Figura 5. Integración de Sistemas Sintéticos y Componentes Vivos en Vita Materiales. Esta figura muestra en cuatro paneles distintos aspectos de los vita materiales, resaltando su fusión única de elementos sintéticos y componentes vivos: Panel 1: Enfoque en aplicaciones energéticas. Panel 2: Ilustra las aplicaciones en el sector de la salud, destacando su uso en la entrega dirigida de medicamentos, ingeniería de tejidos, y terapias regenerativas. Panel 3: Se centra en la bioproducción, demostrando la utilización de vita materiales en la mejora de procesos biotecnológicos para la producción de bioetanol, biogases, y otros bioproductos. Panel 4: Aborda el sector ambiental, mostrando cómo estos materiales pueden emplearse en la descontaminación de recursos naturales, el tratamiento de aguas residuales, y la captura de carbono, entre otros.

Impulso a la Ingeniería Mexicana

Este compendio de avances materiales no solo refleja el potencial de innovación en México sino que también destaca la necesidad de un enfoque estratégico en educación e investigación en ingeniería. La adopción y liderazgo en el desarrollo de estos materiales avanzados colocaría a México en una posición privilegiada en la vanguardia tecnológica global. Al promo-

ver una cultura de innovación y especialización técnica, México podría enfrentar efectivamente los retos ambientales y de sostenibilidad del futuro.

Un Futuro Forjado en Materiales Avanzados

La investigación en materiales avanzados, desde las fundamentales nanopartículas hasta los revolucionarios materiales, es más que una promesa tecnológica; es una necesidad imperativa para el progreso sostenible. Al liderar en este campo, México no solo avanzaría en su capacidad industrial y tecnológica sino también en su compromiso con un futuro sostenible y responsable. Estos materiales son la clave para nuevas tecnologías que transformarán industrias, mejorarán la calidad de vida y protegerán el ambiente para futuras generaciones.

Referencias

1. Chawla KK. Composite materials: science and engineering: Springer Science & Business Media; 2012.
2. Niemeyer CM. Nanoparticles, proteins, and nucleic acids: biotechnology meets materials science. *Angewandte Chemie International Edition*. 2001;40(22):4128-58.
3. Morones-Ramírez JR. Breaking New Ground: The Dawn of Nanopharmaceutics as Antimicrobials. *Medicinal Chemistry (Sharjah (United Arab Emirates))*. 2023.
4. Roduner E. Size matters: why nanomaterials are different. *Chemical society reviews*. 2006;35(7):583-92.
5. Morones JR, Elechiguerra JL, Camacho A, Holt K, Kouri JB, Ramírez JT, et al. The bactericidal effect of silver nanoparticles. *Nanotechnology*. 2005;16(10):2346.
6. Morones-Ramírez JR. Reflections on the 2nd International Congress on NanoBioEngineering 2020. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2021;9:648634.
7. Caamal-Herrera IO, Erreguin-Isaguirre MB, León-Buitimea A, Morones-Ramírez JR. Synthesis and Design of a Synthetic-Living Material Composed of Chitosan, Calendula officinalis Hydroalcoholic Extract, and Yeast with Applications as a Biocatalyst. *ACS omega*. 2023;8(14):12716-29.



Semblanza



Dr. José Rubén Morones Ramírez

El Dr. José Rubén Morones Ramírez, es Ingeniero Químico por la Universidad Autónoma de Nuevo León, posee una Maestría y Doctorado en la Universidad de Texas. Completó su postdoctorado en el Howard Hughes Medical Institute y en el Instituto Wyss de Harvard. Con una trayectoria reconocida por el Sistema Nacional de Investigadores, ha contribuido significativamente al ámbito científico a través de 70 artículos de investigación. Ha impactado en el sector con su labor en el NanoBiotechnology Research Group, orientando su investigación a la creación de terapias contra enfermedades infecciosas. El Dr. Morones Ramírez es miembro de la Academia de Ingeniería de México, de la Academia Mexicana de Ciencias, de la Sociedad de Honor Sigma XI. Además, se desempeña como editor en revistas científicas, las cuales incluyen la ingeniería química, nanotecnología y biología sintética, con un enfoque en el desarrollo tecnológico interdisciplinario. Actualmente es Profesor Investigador en la Universidad Autónoma de Nuevo León y dirige desde 2016 el Centro de Investigación en Biotecnología y Nanotecnología.

La fuente de luz del Gran Caribe: un proyecto de desarrollo de la ingeniería regional

V. M. Castaño¹, P. Fernández de Córdoba², J. A. Sans y G. Violini³

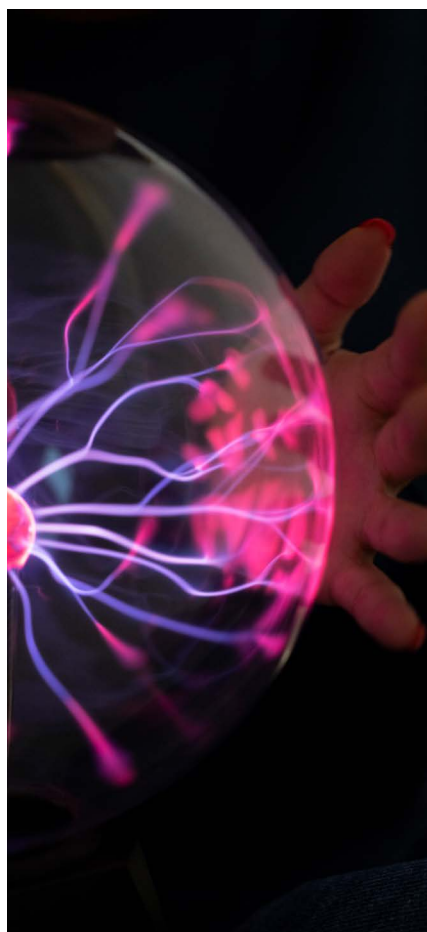
¹ Universidad Nacional Autónoma de México/Academia de Ingeniería de México, México

² Universitat Politècnica de València, España

³ Centro Internacional de Física, Colombia

Resumen

Durante alrededor de una década, el establecimiento de un sincrotrón en el Gran Caribe (México, América Central, las islas del Caribe, Colombia y Venezuela) ha sido el foco de discusiones y análisis de grupos de ingenieros y científicos en México y otros países, pero de forma prácticamente aislada en cada caso. Hace tres años, la idea cobró impulso cuando se presentó una nueva propuesta con un marco regional más amplio (Violini, 2021). La convergencia de estos esfuerzos fructificó en el proyecto *Fuente de Luz del Gran Caribe* (GCLS, por sus siglas en inglés) (Alvarado, 2023; Castaño, 2024; Del Río, 2023).



Sincrotrones y su distribución en el mundo

La radiación de sincrotrón es la luz emitida cuando partículas cargadas, como los electrones, son aceleradas y alteran sus velocidades y/o trayectorias. Este proceso, que se observa de manera natural, había sido detectado en 1947 en un laboratorio de la General Electric, marcando un hito importante en el campo de la física de partículas (Elder, 1947). En un primer momento, la producción de radiación de sincrotrón era un subproducto de su utilización como anillos de almacenamiento en los aceleradores de partículas. Posteriormente fuentes de radiación de sincrotrón permitieron realizar investigaciones centradas exclusivamente en ella. Los primeros

ejemplos de instalaciones dedicadas exclusivamente a su estudio fueron el Laboratorio de Radiación de Sincrotrón de Stanford y el HASYLAB en Hamburgo. Con el tiempo, se han realizado mejoras significativas en la luminosidad de la radiación, gracias al desarrollo de dispositivos de inserción que han optimizado las características de la luz emitida. Este avance de la ingeniería requirió anillos de almacenamiento con menor emitancia (dispersión de las partículas cargadas dentro de un haz) y secciones rectas más largas, lo que resultó en una mayor luminosidad y coherencia espacial de la radiación.

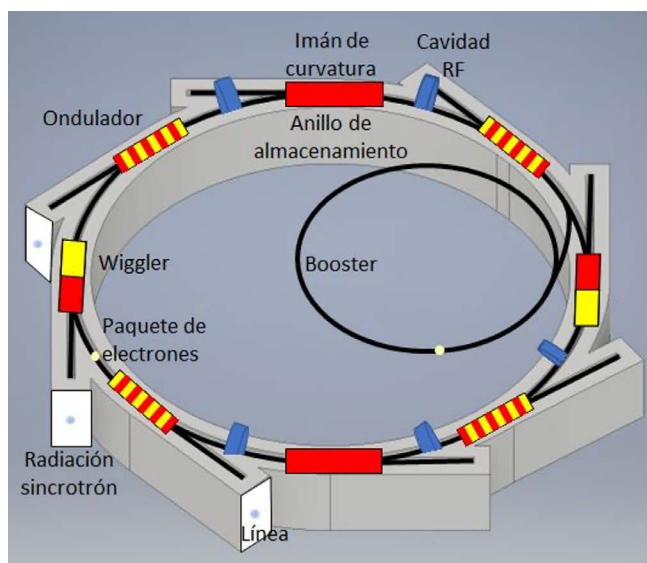
Esto condujo al desarrollo de los sincrotrones de tercera generación (a finales de la década de 1980 y principios de la de 1990), caracterizados por una alta intensidad y coherencia espacial de la luz generada, que son los predominantes en la actualidad. Más recientemente, la tecnología de “*multi-bend achromat lattice*” ha marcado el comienzo de una era prometedora (sincrotrones de cuarta generación). Esta innovación de la ingeniería de sincrotrones permite comprimir haces de electrones en paquetes más compactos, mejorando significativamente la luminosidad y la coherencia de la radiación emitida. MAX-IV en Suecia, SIRIUS en Brasil y ESRF-EBS en Francia han sido los pioneros en aplicar esta tecnología tan avanzada, que está siendo actualmente adoptada por varios sincrotrones de tercera generación, en un proceso de actualización que demuestra el avance científico y de la ingeniería en este campo.

La producción de radiación de sincrotrón implica una serie de etapas clave. La primera es la inyección de partículas a través de un acelerador lineal, seguida por su aceleración dentro del anillo, mediante cavidades de radiofrecuencia, hasta alcanzar velocidades cercanas a la de la luz. La trayectoria curva de los electrones induce la emisión de radiación de sincrotrón, que se canaliza a través de líneas de haz hacia montajes ópticos y experimentales específicos para la investigación que se quiera realizar.

La capacidad de los sincrotrones para generar rayos X de alta intensidad, ajustables en un amplio rango de longitudes de onda, ha revolucionado las técnicas espectroscópicas utilizadas en aplicaciones como la caracterización de materiales. La versatilidad de estos rayos X en términos de intensidad, tamaño de foco y energía los hace muy ventajosos para una amplia variedad de aplicaciones ingenieriles y científicas, confirmando la importancia de la radiación de sincrotrón en el avance

del conocimiento y la innovación tecnológica. Este desarrollo refleja el dinamismo y la evolución constante de la investigación e ingeniería en radiación de sincrotrón, permite afrontar desafíos científicos emergentes y explorar nuevos horizontes en la ciencia de materiales, biología estructural y otras áreas interdisciplinarias. Sin embargo, el costo de estas infraestructuras impide el progreso de la ciencia en regiones donde el financiamiento científico apenas alcanza el 0.5% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional. Se requiere un enfoque innovador y traslacional, no sólo para superar barreras entre distintas disciplinas, sino también para abordar el problema de las fronteras geográficas.

Figura 1. Esquema de un sincrotrón



Un análisis de las ubicaciones geográficas de los sincrotrones confirma su distribución desigual. Dos regiones están claramente infrarrepresentadas: África y la región andina-caribeña. La ausencia de infraestructuras de sincrotrón en África se está abordando mediante el avance del proyecto **African Light Source** (AfLS). Esta iniciativa ha avanzado de forma significativa en los últimos años, incluida la preparación de un Informe de Diseño Conceptual (Mtingwa, 2023) y, actualmente, de un Informe de Diseño Técnico, mientras que en

la región andina-caribeña la situación está menos avanzada. En Sudamérica, la historia de los sincrotrones tiene sus raíces en el esfuerzo de los investigadores brasileños. Hace unos treinta años, fue el Laboratorio Nacional de Luz Sincrotrón (LNLS) de Brasil, que se transformó en el actual sincrotrón LNLS-SIRIUS, ubicado en Campinas.

Figura 2. Representación de la localización de las principales instalaciones sincrotrón del mundo



Impacto de los sincrotrones en la ingeniería y la industria

A pesar de la percepción común de que la radiación de sincrotrón se limita principalmente al ámbito de la física y las ciencias fundamentales, esta noción es profundamente errónea. De hecho, la investigación aplicada, incluyendo enfoques ingenieriles e industriales, ha florecido en el entorno de los sincrotrones, con departamentos especializados dedicados a atraer y colaborar con propuestas provenientes de la industria.

Un ejemplo notable de esta colaboración entre la industria y los sincrotrones es el caso del sincrotrón japonés Spring8, con líneas específicamente diseñadas y construidas en colaboración con empresas líderes, como la línea BL33XU, propiedad de Toyota (Nonaka, 2016). Esta asociación ejemplifica cómo la investigación en ra-

diación de sincrotrón puede tener aplicaciones directas en sectores industriales de gran relevancia.

En el ámbito de la ingeniería, la radiación de sincrotrón ha demostrado ser muy valiosa para la industria aeroespacial. La comprensión de cómo los materiales responden a condiciones extremas es fundamental para el diseño y desarrollo de componentes aeroespaciales seguros y eficientes. La técnica de tomografía de rayos X basada en radiación de sincrotrón ha sido empleada con éxito para analizar las tensiones residuales en materiales aeroespaciales, proporcionando información detallada sobre su comportamiento mecánico a escala microscópica (Cernik, 2011).

Por otro lado, la espectroscopia de absorción de rayos X es una herramienta poderosa para el estudio de sistemas químicos complejos, como baterías y catalizadores (Aquilanti, 2017). Estos sistemas desempeñan un papel crucial en una variedad de sectores, incluyendo la industria automotriz, aeroespacial, civil y energética. La capacidad de caracterizar estos materiales a nivel atómico y molecular mediante técnicas de radiación de sincrotrón ha impulsado avances significativos en la comprensión de sus propiedades y comportamiento, permitiendo así el diseño y optimización de tecnologías más eficientes y sostenibles.

En resumen, la radiación de sincrotrón ha trascendido su papel inicial en la investigación fundamental para convertirse en una herramienta indispensable en el arsenal de la ciencia aplicada y la ingeniería. La colaboración entre los centros de sincrotrón y la industria continúa impulsando descubrimientos innovadores y aplicaciones prácticas en una amplia gama de campos, desde la exploración del espacio hasta el desarrollo de nuevas tecnologías energéticas.

Impacto de los sincrotrones en países en desarrollo

Los avances técnicos y sus aplicaciones han demostrado el impacto de las fuentes de luz de sincrotrón tanto en el progreso científico como en el desarrollo socioeconómico. Sus aplicaciones directas en diversas áreas críticas, incluidas vacunas, oncología, investigación climática, energía y agricultura, contribuyen al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU. El caso de Brasil es un ejemplo destacable, SIRIUS no solo ha sido un activo para la región, sino también un catalizador para el desarrollo de un segundo sincrotrón. Esta instalación es fundamental para mejorar la investigación de sincrotrón en la región del Gran Caribe. Promueve el intercambio y la capacitación de investigadores y aborda las brechas en técnicas o rangos de energía que pueden ser difíciles de cubrir en una sola instalación. Este enfoque ha sido adoptado por varios países, lo que ha llevado al establecimiento de múltiples sincrotrones dentro de la misma región. Por ejemplo, en los Estados Unidos operan 7 sincrotrones, en Alemania 5 y en Francia 2.

A su vez, el sincrotrón SIRIUS desempeñó un papel fundamental en el fomento de una industria farmacéutica robusta y condujo a avances colaterales en tecnología de vacío, electrónica de control y desarrollo de detectores. Las fuentes de luz de sincrotrón no sólo son cruciales para los países avanzados, sino que pueden tener aún mayor importancia para aquellos países donde los ODS abordan problemas y necesidades fundamentales (pobreza, desarrollo económico, cambio climático, seguridad alimentaria, salud). Sin embargo, los investigadores de los países en desarrollo a menudo afrontan obstáculos debido a la falta de equidad, que proviene de su acceso limitado a tecnologías de vanguardia (Violini, 2024).

Mapa de ruta para implementar el GCLS

Se necesitan tomar decisiones críticas para el establecimiento de una instalación de sincrotrón. En el caso de la propuesta del Gran Caribe, el estado de Hidalgo (México) ha ofrecido terrenos para su implantación. En términos energéticos, parece una buena opción la instalación de un sincrotrón de 1.5 GeV. Quedan cuestiones abiertas, tales como evaluar su viabilidad económica, garantizar una capacitación adecuada para el personal y los investigadores y asegurar el apoyo necesario de los actores políticos y de la sociedad civil.

En el simposio 'Megaproyectos: Aceleradores de Desarrollo e Integración Regional', desarrollado en el marco de la Semana de la Ciencia de la República Dominicana - 2022, se debatieron cuatro temas: la importancia de las oportunidades ofrecidas por la participación en grandes colaboraciones científicas, la necesidad de la cooperación Sur-Sur, la necesidad de fortalecer la integración regional y cómo mejorar el limitado financiamiento de la Ciencia. En los meses subsecuentes a la realización del simposio nació la propuesta de establecer una fuente de luz en el Gran Caribe (que acabaría conociéndose como GCLS), que condujo a su presentación conjunta con el proyecto africano en el Foro Científico Mundial 2022 de Ciudad del Cabo, citando a SESAME (**S**ynchrotron-light for **E**xperimental **S**cience and **A**pplications in the **M**iddle **E**ast) como caso de éxito.

Cooperación interregional

La cooperación Sur-Sur ha sido un tema recurrente, que ha sido impulsado por el Premio Nobel **Abdus Salam** y la institución que fundó, el Centro Internacional de Física Teórica (ICTP por sus siglas en inglés) de Trieste (Editorial Nature, 2010; Entrevista Nature, 2006). Esta visión debe

extenderse más allá de los límites regionales y continentales: de hecho, la idea de la cooperación africano-latinoamericana ha estado en el radar durante décadas (Violini, 1998) y en el reciente Foro Científico Mundial de Ciudad del Cabo, esta visión se ha convertido en realidad; AfLS y GCLS se apoyan mutuamente intercambiando experiencias, trabajando hacia objetivos comunes y compartiendo responsabilidades en la capacitación requerida para ambos proyectos. Así mismo, la reciente presentación en el marco de la Cumbre de la Ciencia en la Asamblea General de las Naciones Unidas (UNGA78) (Del Río, 2023) ha estado decididamente respaldada por Australia. Además, la conexión con los países árabes ya formó parte del programa del antemencionado simposio dominicano de 2022.

En este sentido, la iniciativa GCLS ha contribuido a fortalecer la conexión entre el Caribe de habla española e inglesa y se puede intuir que iniciativas de este tipo puedan representar contribuciones destacadas a un programa regional inclusivo de Educación, Ciencia y Tecnología (Violini, 2022). En nuestro mundo interconectado, el desarrollo científico de una región tiene implicaciones que se extienden más allá de sus fronteras. Las iniciativas

AfLS y GCLS han despertado un interés creciente en Estados Unidos y Europa. Ambos proyectos están trabajando actualmente para asegurar el respaldo de la UNESCO.

Esta cooperación sigue la estela que permitió el lanzamiento del proyecto SESAME, siguiendo una iniciativa liderada por **Herman Winick** (Einfeld, 2004), que recibió un apoyo decidido del CERN y de Estados Unidos, donde hubo incluso una deliberación de la Cámara (Informe 2022) en la que se establecía: *“Los fondos están destinados a promover la excelencia científica en la región de Medio Oriente y prevenir la pérdida de competencia científica que está frenando la educación e investigación científica en la región”*. Este caso quizás estuvo favorecido por la situación concreta de Medio Oriente, pero cualquier pronóstico razonable sugiere que África debe transformarse y que en América Central es esencial una actualización de su matriz económica que incorpore la industrialización y las tecnologías avanzadas.

El proyecto GCLS fue presentado en el Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley y en el Centro de Aceleradores Lineales de Stanford (SLAC). La integración de GCLS con el proyecto nacional de sincrotrón

mexicano y su sinergia con la iniciativa AfLS aumentan la esperanza de que se pueda producir una transformación similar a la historia de éxito de SESAME.

Respecto a Estados Unidos, un proyecto de esta naturaleza puede ser particularmente interesante, después de su reciente regreso a UNESCO y de su compromiso de abordar sus obligaciones financieras pendientes. En cuanto al CERN, fundado hace setenta años con el apoyo de UNESCO, su compromiso potencial con este proyecto no solo estaría alineada con su respaldo a SESAME, sino que también fortalecería su colaboración con América Latina. En este sentido cabe destacar que, hace ya cuatro décadas, un miembro del CERN, **Juan Antonio Rubio**, participó en una iniciativa liderada por el CIF (Centro Internacional de Física) de Bogotá, un Comité Directivo que abogaba por la participación de América Latina en la Física de Altas Energías (Aguirre, 1993). Años después fue uno de los colaboradores que lanzaron el programa HELEN, que aceleró significativamente la entrada de América Latina en un campo muy poco desarrollado en la región, exceptuando Argentina, Brasil y México. El resultado ha sido la presencia de múltiples grupos de investigación lati-

noamericanos en el Gran Colisionador de Hadrones del CERN, así como avances sustanciales en la física experimental de astropartículas en toda la región.

Figura 3. Cronología de los momentos claves del desarrollo del proyecto del GCLS



El simposio multisede de 2023

Después de la pandemia, los eventos virtuales se han vuelto muy comunes y, además, numerosas conferencias en formato híbrido se están desarrollando en la actualidad (Feder, 2023). En este contexto, nuestro proyecto ha dado pasos más allá llevando a cabo una modalidad de reunión científica única, según nuestro conocimiento. Esta reunión fue posible debido a su carácter regional, que sugirió la organización de una nueva forma de reunión híbrida, un evento multisede que tuvo lugar en seis países. El éxito de esta iniciativa se basó en el aprovechamiento del impacto de los esfuerzos colectivos; esto se logró al reunir a varios países en este proyecto y organizar sesiones separadas, lo que podría servir como un modelo para actividades similares en el futuro. Este enfoque permitió beneficiarse de una participación local de alto nivel y también numerosa, al tiempo que se compartían los resultados de cada sesión. En particular, se llevaron a cabo seis talleres de un día de duración, cada uno organizado en uno de los seis países participantes y centrándose en un tema común: la propuesta de sincrotrón GCLS, proyecto que inicialmente se conoció

como LAMISTAD - Latin American International Synchrotron for Technology, Analysis and Development - (Alvarado, 2023). El programa de cada taller se adaptó para alinear los intereses específicos del país anfitrión con diversas aplicaciones de las técnicas de radiación de sincrotrón. Sin embargo, el logro fundamental de esta experiencia se atribuye al éxito obtenido en la participación gubernamental y el fomento de la cooperación internacional.

El evento de seis días también demostró los esfuerzos colaborativos entre dos proyectos (el africano y el del Gran Caribe) destinados a fomentar el desarrollo científico y tecnológico en regiones en desarrollo. De hecho, entre los oradores destacados hubo algunos pertenecientes al AfLS. Sus intervenciones dibujaron un vívido panorama de cómo el proyecto de sincrotrón africano podría catalizar avances científicos, impulsar la innovación y propulsar el desarrollo socioeconómico en todo el continente. El taller ejemplificó el poder de la cooperación internacional en impulsar el progreso científico.

Conclusiones

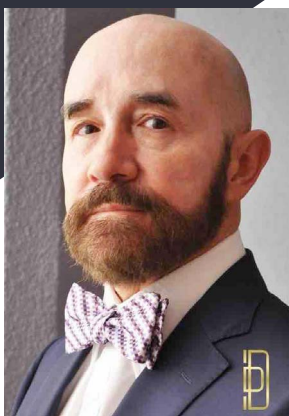
La organización de un evento multisede, como reunión regional coordinada en seis países, fue un gran logro y constituyó un hito importante en el inicio del proyecto GCLS. Esto refleja un esfuerzo conjunto y un compromiso compartido hacia el objetivo común de establecer una instalación de sincrotrón en la región del Gran Caribe. A medida que se avanza hacia la siguiente fase de implementación del proyecto GCLS, es crucial mantener este impulso y seguir fomentando la colaboración interregional y la cooperación Sur-Sur para hacer realidad esta visión compartida.

Referencias

- Aguirre, C.; Cresti, M.; Escobar, C.; García Canal, C.; Hoeneisen, B.; Lederman, L.; López, C.; Negret, J.P.; Rubio, Teitelboim, C.; Violini, G.; Vogt, E. (1993). Report of the Steering Committee for Fundamental Physics. Colciencias (Colombia).
- Alvarado, A.; Castaño, V.; Cid, D.; Delgado, C.; Fernández de Córdoba, P.; Garrido, H.; Rudamas, C.; Sans, J.-A.; Singh-Wilmot, M.; Violini, G.; (Coordinators). (2023). LAMISTAD Symposium, Synchrotron for Sustainable Development. <https://lamistad.energesis.es>
- Aquilanti, G.; Giorgetti, M.; Dominko, R.; Stievano, L.; Arçon, I.; Novello, N.; Olivi, L. (2017). Operando characterization of batteries using x-ray absorption spectroscopy: advances at the beamline XAFS at synchrotron Elettra. J. Phys. D: Appl. Phys. 50, 074001. <https://doi.org/10.1088/1361-6463/aa519a>
- Castaño, V.M.; Fernández de Córdoba, P.; Sans, J. Á.; Violini, G. (2024). Big science in Latin America: accelerate particles and progress. Nature, 627, 32 - 34. <https://doi.org/10.1038/d41586-024-00598-4>
- Cernik, R.J.; Hansson, C.C.T.; Martin, C.M.; Preuss, M.; Attallah, M.; Korsunsky, A.M.; Belnoue, J.P.; Jun, T.S.; Barnes, P.; Jacques, S.; Sochi, T.; Lazzari, O. (2011). A synchrotron tomographic energy-dispersive diffraction imaging study of the aerospace alloy Ti 6246. J. Appl. Cryst. 44, 150-157. <https://doi.org/10.1107/S0021889810050077>
- Del Río, V. (Convener). (2023). Frontier synchrotron technologies contributions to the implementation of the UN Agenda 2030. Science Summit at UNGA78, September 22
- Elder, F. R.; Gurewitsch, A. M.; Langmuir, R. V.; Pollock, H. C. (1947). Radiation from Electrons in a Synchrotron. Physical Review. American Physical Society. 71 (11): 829-830. <https://doi.org/10.1103/physrev.71.829.5>
- Einfeld, D.; Hasnain, S. S.; Sayers, Z.; Schopper, H.; Winick, H. (2004). SESAME, a third generation synchrotron light source for the Middle East region. Radiation Physics and Chemistry 71, 693-700. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2004.04.130>
- Feder, T. (2023). Hybrid scientific conferences: An ongoing experiment. Physics Today 76 (5), 23. <https://doi.org/10.1063/PT.3.5233>
- Mtingwa, S. K., Edtr. (2023). Conceptual Design Report. Motivation for an African Light Source. <https://www.africanlightsource.org/afls-roadmap-cdr>
- Nature Editorial. (2010). Development opportunity. Nature Physics 6, 825. <https://doi.org/10.1038/nphys1854>
- Nature Interview. (2006). Nurturing science in developing countries. Nature Materials 5, 843-845. <https://doi.org/10.1038/nmat1777>
- Nonaka, T.; Dohmae, K.; Hayashi, Y.; Araki, T.; Yamaguchi, S.; Nagai, Y.; Hirose, Y.; Tanaka, T.; Kitamura, H.; Uruga, T.; Yamazaki, H.; Yumoto, H.; Ohashi, H.; Goto, S. (2016). Toyota beamline (BL33XU) at SPring-8. Proceedings of the 12th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation – Sri2015. <https://doi.org/10.1063/1.4952866>
- Report 117-401 of the 117 th Congress 2 nd session House of Representatives. (2022)
- Violini, G. (1998). Possibilities of Cooperation Between Latin America and Spanish- and Portuguese-Speaking Countries in Africa. Workshop on "The Development of Science and Technology in Africa", Durban (South Africa).
- Violini, G.; Castaño, V.M.; Fuentes, J.; Gómez, P.; Medrano, G.; Posada, E.; Rudamas, C. (2021). A Synchrotron as Accelerator of Science Development in Central America and the Caribbean. <https://arxiv.org/abs/2109.11979>
- Violini, G. (2022). Un Plan Regional para Educación, Ciencia y Tecnología, Reflexiones de un neo- académico de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 46 (180), 834-842. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1766>
- Violini, G. (2024). Science; Science Policy vs. Political Science; Science Diplomacy vs. Diplomacy: A developing Countries Point of View, preprint. <https://drive.google.com/file/d/1EubC-CgXDIQRJXjwZ2CKvXKQKVCVJZLGV/view?usp=sharing>

Semblanza

Dr. Víctor M. Castaño



El Dr. Víctor Manuel Castaño es Ingeniero físico por la Universidad Iberoamericana, maestro y Doctor en Ciencias por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Tuvo una estancia postdoctoral en el IBM Thomas J. Watson, Research Center, en Nueva York. Profesor de asignatura en la UNAM, la Universidad Autónoma de Querétaro, la Universidad Autónoma de Nuevo León, la Universidad Iberoamericana y el Instituto Tecnológico de Querétaro, entre otras. Es autor de más de 800 artículos en revistas internacionales, 260 memorias en congresos, 640 artículos de divulgación, 752 trabajos presentados en congresos y 62 reportes técnicos. Formación de grupos de investigación y posgrado en diversas instituciones, como la Universidad Autónoma de Puebla, la Universidad Autónoma de Nuevo León, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, el Doctorado en Ingeniería, el Doctorado en Gestión del Conocimiento e Innovación Tecnológica, la Maestría en Ética Aplicada y Bioética, de la Universidad Autónoma de Querétaro y el Doctorado en Ingeniería Física Industrial de la Universidad Autónoma de Nuevo León, la Licenciatura en Tecnología en el campus Juriquilla de la UNAM.

Dr. Galileo Violini



Galileo Violini es físico teórico de partículas elementales. Se desempeñó como profesor de Métodos Matemáticos de la Física en las Universidades de Roma y Calabria. Cofundador del Centro Internacional de Física de Bogotá. Posee el Premio John Wheatley de la Sociedad Estadounidense de Física y Premio Abdus Salam Spirit del Centro Internacional de Física Teórica "Abdus Salam". Es Miembro de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Miembro de la Sociedad Estadounidense de Física y de la Academia Mundial de Arte y Ciencia. Fue representante de la UNESCO en la República Islámica de Irán y director de la Oficina de Teherán. Es Doctor Honoris Causa de la Universidad Ricardo Palma de Lima, Consultor de los Gobiernos de Guatemala, República Dominicana y de organizaciones como la UNESCO, CSUCA, ICTP. Es autor de unas cuatrocientas publicaciones sobre política científica, física teórica y educación científica. Copresidente del Comité Ejecutivo de la Gran Iniciativa de Fuentes de Luz del Caribe, LAMISTAD.

Semblanza

Dr. Juan Ángel Sans



Juan Ángel Sans Tresserras es Doctor en Física de Materiales por la Universidad de Valencia, España. Su destacada investigación le permitió obtener una posición como investigador postdoctoral en el European Synchrotron Radiation Facility. Fue nombrado responsable de infraestructura de espectroscopia infrarroja en el proyecto MALTA-Consolider. Además de ser beneficiario de los programas Juan de la Cierva y el prestigioso Ramón y Cajal en la UPV. Ha publicado más de 120 artículos en revistas científicas, incluyendo trabajos destacados en Nature, Science, Nature Communications y Nano Letters. Su colaboración con equipos internacionales le premió con el Group Achievement Award de la NASA en 2013. Recibió el premio BBVA-RSEF al "Mejor artículo de enseñanza en publicaciones de la RSEF" y el galardón a la innovación en divulgación científica otorgado por la UPV. Actualmente, es Profesor Titular en la Universitat Politècnica de València.

Dr. Pedro Fernández de Córdoba



Pedro Fernández de Córdoba es Doctor en Física Teórica por la Universitat de València y Doctor en Matemáticas, por la Universitat Politècnica de València. Inició su carrera científica en la Universität Regensburg, en el Institut für Theoretische Physik, en el Joint Institute for Nuclear Research y en el Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, dando comienzo a más de 30 años de actividad investigadora. Estas experiencias le llevaron a fundar InterTech, un crisol para la generación de nuevas ideas de carácter traslacional. En la actualidad es catedrático de Matemática Aplicada en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la UPV e investigador del Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada. Es Doctor Honoris Causa en la Universidad de Pinar del Río (Cuba) y en la Universidad Santander (México). Es Profesor Visitante 'Ad Honorem' de la Universidad del Magdalena (Colombia). Además, fue vocal de la Junta Directiva de la Red Española Matemática - Industria

Hacia un nuevo enfoque de planeación para la Frontera Norte: Visión, Retos y Oportunidades

Dr. Reyes Juárez Del Ángel



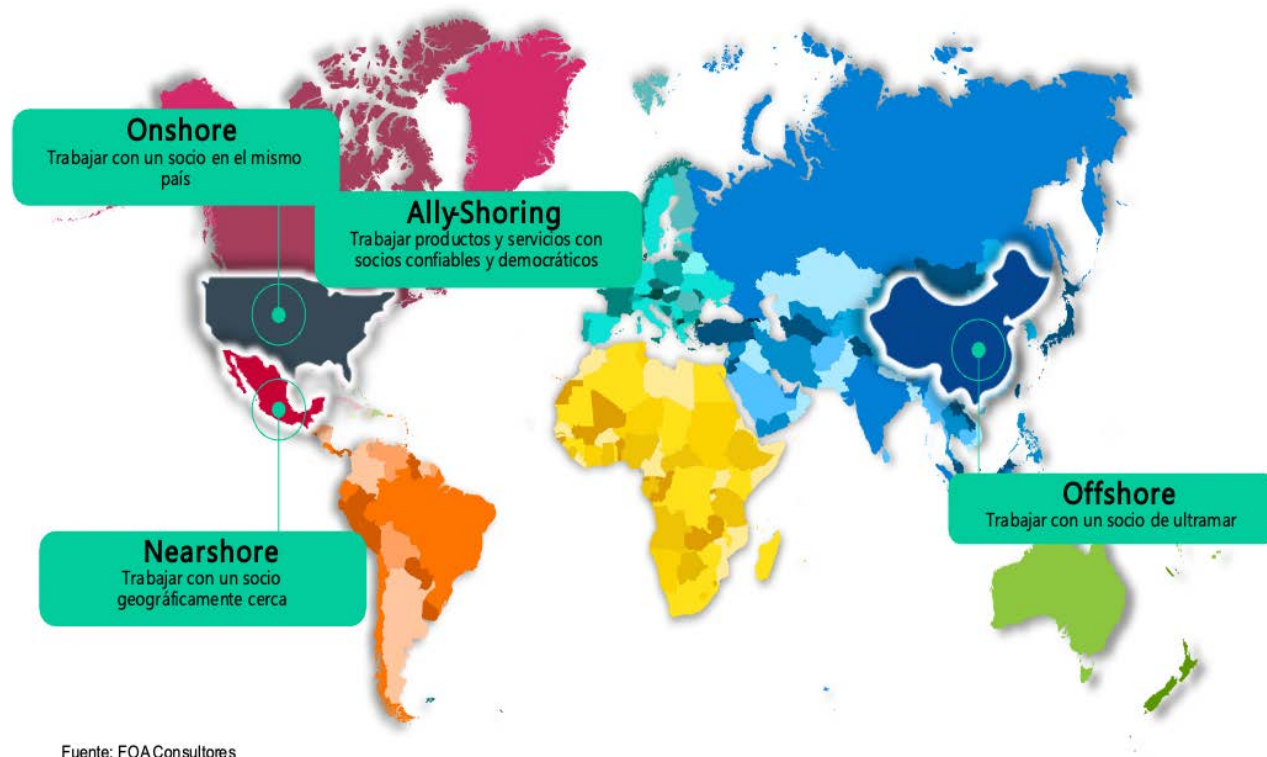
Motivación

En los últimos años, especialmente en la post-pandemia, el nearshoring o relocalización de cadenas de suministro global ha surgido como una estrategia prominente para las empresas, especialmente de los Estados Unidos de América, que buscan trasladar sus operaciones a países cercanos. Son múltiples las ventajas que tiene México sobre otros países en el mundo para aprovechar integralmente esta oportunidad histórica, producto de la conjugación de varios factores, donde el más relevante es la creciente tensión comercial entre China y los Estados Unidos. Son varias las regiones en México que tienen la capacidad para atraer inversiones por nearshoring, pero una de ellas en particular, la frontera norte, no solo constituye una sólida opción para relocalización de empresas, sino que tiene además la oportunidad de lograr con ello una transformación radical del territorio en beneficio de sus habitantes. Exploremos juntos esta visión, los retos y oportunidades, tema de esta nota.

El Nearshoring en cifras

El nearshoring ha surgido como una nueva estrategia para las empresas que buscan trasladar sus operaciones a países cercanos. Es el concepto opuesto al conocido offshoring que ha venido operando en los últimos 30 años. Otras variantes se conocen como on-shoring (fabricación en el mismo país) o ally-shoring (producción en países aliados). Ver Fig. 1.

Figura 1. Modelos de Outsourcing



Las ganancias por nearshoring para México se estiman en más de 155 mil millones de dólares¹. Banco Banorte en su informe Zoom Nearshoring en marzo del 2023 estimó ganancias cercanas a los 168 mil millones de dólares. Ambos estudios hicieron su estimación para los próximos 5 años. En general se destacan varias ventajas de México en este contexto:

- Mayor proximidad geográfica y menor tiempo de traslado de las mercancías
- Culturas que guardan mayor similitud
- Plantilla laboral "relativamente" calificada
- Costos más atractivos de la mano de obra
- Estabilidad macroeconómica
- Una integración de cadenas de valor ya consolidada en diversos sectores

¹ En el estudio "Mexico's Nearshoring Opportunity & Challenges Amid a New Era of Geopolitics" de Morgan Stanley (2021) se estimaron ganancias de 155 mil millones de dólares.

² Anuncios de nuevas plantas automotrices como Tesla en Monterrey o expansiones de BMW en San Luis Potosí para la electromovilidad, así como otras fábricas automotrices en el Bajío.

El proceso de relocalización es palpable ya en México² y ha desbordado los espacios disponibles en parques industriales en ambos lados de la frontera entre México y Estados Unidos. Se estima que la denominada “tasa de vacancia” (disponibilidad de espacios) es prácticamente nula, situándose en niveles de entre el 0 y 3% en la franja fronteriza y ligeramente superiores, del 3 al 5% en ubicaciones más al norte como Austin, Houston y Dallas, en Texas.

Retos para potenciar el Nearshoring

Son varios los retos a vencer para capitalizar integralmente las oportunidades que se derivan del nearshoring. Entre otros, la falta de energía limpia, de agua, de suelo industrial urbanizado, de seguridad jurídica, de mano de obra calificada y las implicaciones en nuevos procesos de logística en aduanas y puertos fronterizos, además de varios temas regulatorios con normas claras y transparentes. (Fig. 2).

Figura 2. Retos para potenciar el Nearshoring

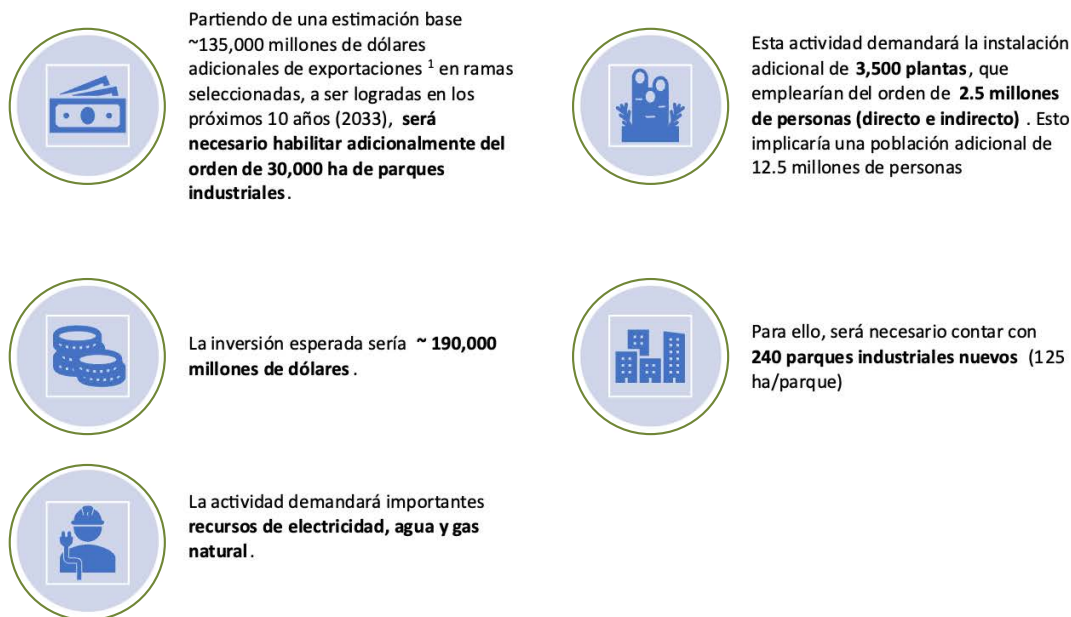


El nearshoring requerirá de expandir las capacidades logísticas del país en varios rubros, entre los que destacan: nuevas zonas industriales en el mercado inmobiliario, incremento en capacidad portuaria y zonas de almacenamiento logístico, modernización de corredores de transporte multimodal, libramientos carreteros y ferroviarios para mejorar convivencia urbana, la plataforma Logística del Corredor Interoceánico y la ampliación y modernización de cruces y puentes internacionales.

Un ejercicio preliminar ha identificado + 100 proyectos de infraestructura logística³, así como + 30 mil ha de nuevos parques industriales, que dimensionan el tamaño de este reto por resolver en los próximos años (Fig. 3).

³ Estudios de Preinversión para la formulación del Sistema Nacional de Planeación de Cadenas Intermodales, elaborado por FOA Consultores para la DGDF-SICT (2023).

Figura 3. Implicaciones del Nearshoring en el Mercado Inmobiliario Industrial de México



1/Estimaciones propias con base en información de "Servicios de Consultoría para la realización de los esquemas de contratación, planes de negocios y elaboración de los análisis costo beneficio, necesarios para la instrumentación de los Polos de Desarrollo para el Bienestar". CIIT

La Frontera Norte

Son varias las regiones de México que tienen la capacidad para recibir empresas para el nearshoring. Una de ellas es la frontera norte con los Estados Unidos. Este importante espacio territorial, otrora parte integral de la República Mexicana a principios de 1800s, constituye una vasta superficie binacional caracterizada por profundas transformaciones urbanas e industriales, cuya numerología indica que posee las siguientes características:

- Más de 3,150 km de longitud
- México es ya el primer socio comercial de Estados Unidos
- + 70% del intercambio comercial del país transita por la frontera norte
- En los 10 Estados Fronterizos viven + 100 millones de personas (30% Mex-70% EUA), con tendencias que indican que serán casi 125 Millones en 2040
- + 700 mil MDD de intercambio comercial
- + 100 mil MDD de inversiones transfronterizas
- + 20 mil camiones cruzando diario y 20 trenes de ferrocarril
- Diversificación de Industrias avanzadas: aeroespacial, automotriz, electrónica, de maquinaria, farmacéutica y de instrumentos de precisión, entre otras
- 4ª Economía mundial en forma conjunta y del mismo tamaño que todo el Mercosur
- El lado mexicano tiene un régimen tributario especial a partir de 2019

Este vasto potencial contrasta con la importancia que ambos países han asignado a esta zona de territorio binacional, teniéndose históricamente visiones discontinuas, no necesariamente homogéneas, que resultan en ocasiones contradictorias. En efecto, México y EE. UU. han implementado varias iniciativas que tienen como objetivo combinar esfuerzos para desarrollar la economía e infraestructura fronteriza. Entre otras iniciativas destacan las siguientes:

- Comité Conjunto de Trabajo México-EU (CCT)
- Alianza Aduana-Comercio contra el Terrorismo (C-TPAT)
- Alianza para la Seguridad y la Prosperidad de América del Norte (ASPAN)
- Frontera Siglo 21
- Diálogo Económico México-EU de Alto Nivel (DEAN), hasta 2016.
- Visión 2016-2020: Muro Fronterizo
- Iniciativa conjunta contra COVID-19, en 2020

De ellas, quizá la que planteaba una visión más homogénea entre ambos países es la plasmada en el denominado DEAN (Diálogo Económico de Alto Nivel), que funcionó hasta 2016 y se truncó con la entrada del Presidente Trump en los Estados Unidos. Consideraba una visión económica, social y de cooperación técnica y científica para abonar a la competitividad de la región. ¿Qué podría esperarse en el futuro próximo?

Hacia una nueva visión para la Frontera Norte

La gran oportunidad de retomar una nueva visión estratégica para la Frontera Norte la tenemos a la vista. Una nueva visión que tome como centro de atención a la población que habita en la frontera, para darle una mejor ca-

lidad de vida, a través de una nueva estrategia que busca aprovechar las oportunidades de la crisis generada por la pandemia y que se empiezan a materializar con la relocalización de las cadenas de suministro global.

El nuevo planteamiento se apoya en impulsar una “Economía del Conocimiento sin fronteras”. El planteamiento se apoya en la consolidación de clústeres basados en ramas económicas específicas, la vinculación entre el sector empresarial, la universidad y el gobierno, sin olvidar a la población local. Esto permitirá también atraer y retener corrientes migratorias por decisión más que por necesidad. El impulso a un nuevo programa de inversiones fronterizas para atender rezagos y necesidades de la población local se vuelve imperativo, así como un programa de inversiones logísticas para hacer más fluido y eficiente el comercio exterior entre ambos países.

La gran apuesta es **convertir a América del Norte en la Región Económica más competitiva del mundo**, atrayendo proveeduría cercana de México y Canadá basada en nearshoring. El planteamiento se apoya en convertir a las 10 principales zonas metropolitanas en **Ciudades del Conocimiento**, sustentada en principios de **smart cities**. Estas requerirán de una planeación integral de carácter binacional, para hermanar las fortalezas que existen en ambos lados de la frontera y afrontar sus desafíos. La gobernanza local es crucial para capitalizar las grandes oportunidades.

Se busca que a través de la economía del conocimiento se fomente un nuevo desarrollo urbano para el desarrollo humano, logrando así aumentar el nivel de bienestar de la población local. Este planteamiento reconoce la importancia de una **Planeación Integral Binacional de la Región Fronteriza México-EU**, que in-

cluya los siguientes componentes básicos en ambos lados de la frontera:

1. Competitividad y Economía del conocimiento
2. Planificación urbana, renovación y mejora en la imagen y desarrollo urbanos con visión integrada, financieramente sostenibles
3. Infraestructura, movilidad y transporte sustentable
4. Logística moderna (IT, Blockchain)
5. Medio ambiente, vulnerabilidad y riesgos
6. Gobernanza, sustentabilidad fiscal y gobierno digital

¿Qué se requiere?

Para ello, es importante que ambos gobiernos pongan atención a:

1. El diseño de un **nuevo Diálogo Económico de Alto Nivel** entre México, Estados Unidos y Canadá, que sienta las bases para un impulso económico renovado de la frontera norte, de amplia cooperación entre los 3 países.
2. La elaboración de un **Programa de Atracción de Industrias** para la frontera norte mexicana, que aproveche las ventajas del nearshoring, y que evolucione a nuevas etapas de diseño e innovación en ramas económicas probadas como electrónica, aeroespacial, automotriz, de maquinaria, farmacéutica y de instrumentos de precisión, entre otras.
3. La articulación de un **programa específico de colaboración**: Industria, Academia y Gobierno, de la mano con la población local, para fortalecer las redes locales de innovación.
4. La elaboración de un **Programa de Infraestructura Logística** que incluya:
 - La planificación de nuevos parques industriales, basado en el concepto de Distritos Económicos Inteligentes.

- Plataformas logísticas en los principales corredores de comercio exterior en México,
 - La ampliación y creación de nuevos Cruces y Puentes Internacionales.
 - La modernización de corredores multimodales y puertos marítimos.
5. La **adopción acelerada de nuevas tecnologías en materia logística** y sus estándares de adaptación (binacional), aplicaciones I o T, big data, blockchain, inteligencia artificial, sensores de movimiento, incluyendo infraestructura de telecomunicaciones de última generación, que facilite el acceso a datos abiertos.
 6. Un programa de **formación de capital humano** con profesionales en las ramas de la ingeniería, I+D y nuevas Tecnologías.
 7. La **planeación integral de las 10 zonas metropolitanas más importantes de la frontera norte**, que integre los aspectos económicos, sociales, ambientales, de planeación urbana y ordenamiento territorial. Se pretende convertirlas en ciudades inteligentes.
 8. Un **programa de financiamiento** que privilegie el desarrollo de infraestructura sostenible, resiliente y de aceptación social, con la concurrencia y participación de la banca bilateral de desarrollo. Se buscará el ampliar el espacio fiscal gubernamental (recuperable vía aumento de impuestos por mayor actividad económica) y mayor participación de inversión privada.
 9. Estos esfuerzos serán liderados por una **Comisión Intersecretarial para la Rearticulación Regional**, para tomar ventaja de las oportunidades regionales.
 10. Así daremos un nuevo rostro a la región basado en una **Economía del Conocimiento** sin fronteras.

Comentarios Finales

- A lo largo de la historia han existido visiones distintas del desarrollo de la frontera norte por parte de ambos países. A pesar de ello, se ha consolidado una zona geográfica de gran importancia para la economía del país.
- Después de superar la amenaza de "aislar" el territorio con el muro de Trump, surge la gran oportunidad de retomar un crecimiento económico de la mano de la rearticulación de cadenas productivas con el nearshoring.
- La propuesta para no solo mitigar el riesgo de aislamiento sino capitalizar las nuevas oportunidades se apoya en la creación de Ciudades Fronterizas Digitales, apoyadas en una Economía del Conocimiento, que se anticipen al desarrollo futuro y lo conduzcan. El mejor ejemplo de ello ha sido la transformación del desarrollo de Berlín, a partir de la caída del Muro en 1989, y el impulso a Shangai, la Ciudad Inteligente del 2020 (Fig. 4).
- Se recomienda la elaboración de Planes Integrales que relacionen la economía y competitividad con el desarrollo urbano, infraestructura, nueva movilidad y transporte sustentable, agua, energía, medio ambiente, vulnerabilidad y riesgos, además de gobernanza, sustentabilidad fiscal y gobierno digital. Nuevo pacto sector público, privado, académico y social.
- Estos deben elaborarse con base en un Enfoque Integral de Sistemas, dada la complejidad, grado de interacción e impactos entre los diferentes subsistemas que lo integran. Será necesario además insistir elementos de planeación binacional con los Estados Unidos, y en un Nuevo Acuerdo de Cooperación Integral que materialice la visión de convertir la región en la zona de mayor competitividad del mundo, apoyado en la oportunidad del nearshoring.

Figura 4.



Semblanza



Dr. Reyes Juárez Del Ángel

El Dr. Reyes Juárez Del Ángel es ingeniero civil por la Universidad Autónoma de Tamaulipas y Maestro y Doctor en investigación de operaciones por la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Es Perito en Gerencia de Proyectos de infraestructura del Colegio de Ingenieros Civiles de México (CICM). Es profesor Fundador y Coordinador General del Diplomado en Asociaciones Público-Privadas en la Universidad Anáhuac desde 2013.

Fue Presidente de la Cámara Nacional de Empresas de Consultoría de México (CNEC 2007-2010), de la Comisión de Infraestructura de la CONCAMIN (2011-2012), Presidente la de Federación Panamericana de Consultores (FEPAC 2012-2016) y Miembro del Comité Ejecutivo de la Federación Internacional de Ingenieros Consultores (FIDIC 2016-2020). Actualmente es Embajador para México de la FIDIC, Miembro del Consejo Consultivo de la CNEC y Vicepresidente de Planeación y Prospectiva del CICM. Preside la Comisión de Ingeniería de Sistemas de la AIM. Consultor en activo con 45 años de experiencia profesional y participación en + 1,000 proyectos de consultoría en México, EU, Centroamérica, América Latina/Caribe en sectores estratégicos de infraestructura del sector de comunicaciones y transportes, agrícola, energía, minería, turismo, movilidad, desarrollo urbano, salud, educación e industria. Es experto en Megaproyectos de Infraestructura, donde ha aplicado el enfoque de Ingeniería de Sistemas a la Gerencia de Proyectos. Ha asesorado a organismos nacionales e internacionales como Banobras, Nafinsa, el Banco Mundial, el BID, el Nadbank y la CAF, entre otros. Actualmente es Presidente y Director General de FOA Consultores, Empresa Socialmente Responsable y adherida al Pacto Mundial de la ONU, primera firma de consultoría a nivel mundial Certificada en Integridad de Negocios y primera empresa mexicana certificada en la Norma ISO 37001 Antisoborno, receptora en 6 ocasiones del Premio Anual de Ética y Valores en la Industria y Responsabilidad Social Empresarial que otorga la CONCAMIN. Presentó en la AIM el trabajo "Hacia un nuevo enfoque de planeación para la Frontera Norte: Visión, Retos y Oportunidades" el 23 de abril de 2024. Mira la presentación en: https://www.youtube.com/live/74i8fhoz2_k?si=SCUOV3TVT59oc6Hz

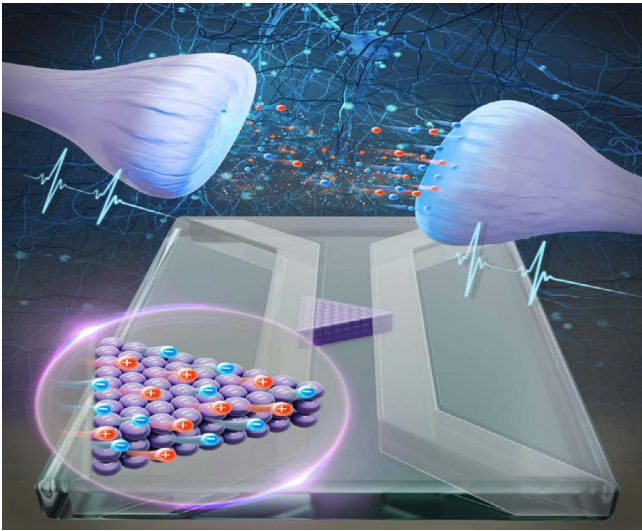


**SÓLO PARA
INGENIERO(A)S**

Primera prueba experimental de una computadora, similar a un cerebro, trabajando con agua y sal



El 25 de abril de 2024, en el boletín de la Universidad de Utrecht (UU), se publicó el presente artículo que nos compartió un querido colega y al cual traducimos para este espacio. Revisemos que nos informan...



Los físicos teóricos de la Utrecht University, junto con los físicos experimentales de la So-gang University en Corea del Sur, han logrado construir una sinapsis artificial. Esta sinapsis funciona con agua y sal y proporciona la primera evidencia de que un sistema que utiliza el mismo medio que nuestro cerebro puede procesar información compleja.

Los resultados aparecen en la revista Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS).

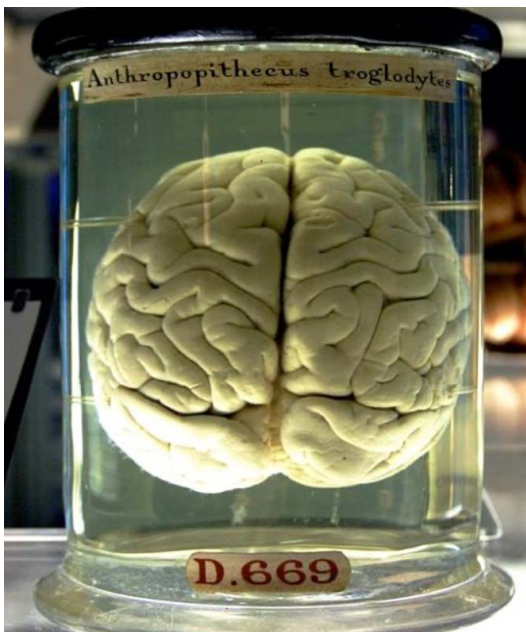
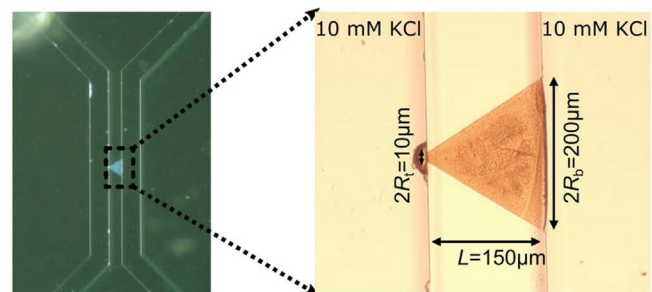
En la búsqueda de mejorar la eficiencia energética de las computadoras convencionales, los científicos han recurrido durante mucho tiempo al cerebro humano en busca de inspiración. Su objetivo es emular su extraordinaria capacidad de varias maneras.



Estos esfuerzos han llevado al desarrollo de computadoras similares a cerebros, que se apartan del procesamiento binario tradicional para adoptar métodos analógicos similares a nuestros cerebros. Sin embargo, mientras que nuestros cerebros funcionan utilizando agua y partículas de sal disueltas llamadas iones como medio, la mayoría de las computadoras actuales inspiradas en el cerebro dependen de materiales sólidos convencionales.

Esto plantea la pregunta: ¿no podríamos lograr una réplica más fiel del funcionamiento del cerebro adoptando el mismo medio? Esta intrigante posibilidad se encuentra en el corazón del floreciente campo de la computación neuromórfica iontrónica.

Sinapsis artificiales



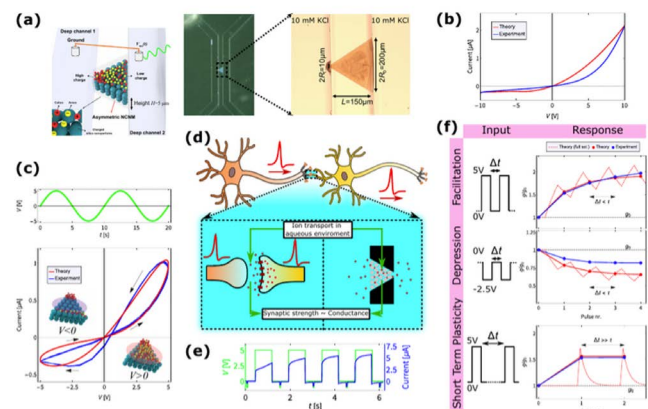
En el último estudio publicado en PNAS, los científicos han demostrado, por primera vez, un sistema dependiente de agua y sal que exhibe la capacidad de procesar información compleja, reflejando la funcionalidad de nuestro cerebro. Un elemento central de este descubrimiento es un dispositivo diminuto que mide 150 por 200 micrómetros, que imita el comportamiento de una sinapsis, un componente esencial del cerebro responsable de transmitir señales entre neuronas.



Tim Kamsma, candidato a doctor del Instituto de Física Teórica y del Instituto de Matemáticas de la UU y autor principal del estudio, expresa su entusiasmo y afirma: "Aunque ya existen sinapsis artificiales basadas en materiales sólidos capaces de procesar información compleja, ahora mostramos por primer vez que esta hazaña también se puede lograr usando agua y sal. Estamos replicando efectivamente el comportamiento neuronal usando un sistema que emplea el mismo medio que el cerebro".

Migración de iones

El dispositivo, desarrollado por científicos en Corea y denominado memristor iontrónico, consta de un microcanal en forma de cono lleno de una solución de agua y sal. Al recibir impulsos eléctricos, los iones dentro del líquido migran a través del canal, lo que provoca alteraciones en la concentración de iones.



Dependiendo de la intensidad (o duración) del impulso, la conductividad del canal se ajusta en consecuencia, reflejando el fortalecimiento o debilitamiento de las conexiones entre neuronas. El grado de cambio en la conductancia sirve como una representación que se puede dimensionar a partir de la señal de entrada.

Un hallazgo adicional es que la longitud del canal afecta la duración requerida para que se disipen los cambios de concentración. "Esto sugiere la posibilidad de adaptar los canales para retener y procesar información con base a duraciones variables, similar a los mecanismos sinápticos observados en nuestro cerebro", dice Kamsma.

La génesis de este descubrimiento se remonta a una idea concebida por Kamsma, quien co-

menzó no hace mucho su investigación doctoral. Transformó este concepto, centrado en la utilización de canales iónicos artificiales para tareas de clasificación, en un modelo teórico sólido.



"Por casualidad, durante ese período nuestros caminos se cruzaron con el grupo de investigación de Corea del Sur", dice Kamsma. "Acogieron mi teoría con gran entusiasmo y rápidamente iniciaron un trabajo experimental basado en ella".

Sorprendentemente, los hallazgos iniciales se materializaron apenas tres meses después, alineándose estrechamente con las predicciones esbozadas en el marco teórico de Kamsma. "Pensé ¡guau!" él reflexiona. "Es increíblemente gratificante ser testigo de la transición de las conjeturas teóricas a resultados tangibles en el mundo real, que en última instancia dan como resultado estos hermosos resultados experimentales".



Un importante paso adelante



Kamsma subraya la naturaleza fundamental de la investigación y destaca que la computación neuromórfica iontrónica, si bien está experimentando un rápido crecimiento, todavía está en su infancia. El resultado previsto es un sistema informático muy superior en eficiencia y consumo de energía en comparación con la tecnología actual. Sin embargo, en este momento sigue siendo especulativo si esta visión se materialice. Sin embargo, Kamsma considera que la publicación es un importante paso adelante.



"Representa un avance crucial hacia computadoras capaces no sólo de imitar los patrones de comunicación del cerebro humano sino también de utilizar el mismo medio", afirma. "Quizás esto, en última instancia, allane el camino para sistemas informáticos que reproduzcan más fielmente las extraordinarias capacidades del cerebro humano"

Fuente: <https://www.uu.nl/en/news/first-experimental-proof-for-brain-like-computer-with-water-and-salt>

Entrevista

Dra. Mónica Barrera Rivera: Construir el México que aún no existe *



Por. Daniel Villanueva

Bajo su liderazgo, la Academia de Ingeniería ha visto cambios significativos en la participación de las mujeres en la ingeniería, reflejando un aumento en la diversidad.

“[Los ingenieros] somos los que construimos y diseñamos el mundo que no se ha visto. Somos las y los profesionales que hacemos el patrimonio tangible de todas las naciones. Somos los que hacemos los activos duraderos en sus distintas especialidades”, así lo afirma la doctora Mónica Barrera, actual y primera presidenta de la Academia de Ingeniería de México.

Su liderazgo en la academia no sólo refleja su compromiso con la innovación técnica, sino también su dedicación en promover la diversidad y la inclusión dentro de un campo que históricamente ha sido predominantemente masculino.

Desde sus primeros pasos en la carrera de ingeniería electrónica y de comunicaciones en la década de los setenta, la doctora Barrera ha sido una pionera. Ella recuerda que en aquellos años las mujeres en ingeniería representaban menos del 9%. Desafíos de la ingeniería femenina
Mónica afirma que estudiar y ejercer la ingeniería representó un reto a vencer por los roles de género tradicionales, tanto con sus compañeros

de clase como en su entorno familiar. Sin embargo, tiene claro que el enfoque en la innovación y el trabajo en equipo —sin competir por género— son clave para superar obstáculos y avanzar en la ingeniería.

Afirma que el futuro de la ingeniería en México depende de nuestra capacidad para trabajar de manera inclusiva, de aprovechar la diversidad de perspectivas que hombres y mujeres pueden ofrecer. Por ello, su visión para la Academia de Ingeniería México y para el campo en general es de un ambiente donde la igualdad de género sea una realidad, y donde los desafíos del futuro puedan ser abordados eficazmente a través de la colaboración.

“La ciencia, la tecnología, las matemáticas, la ingeniería, la ciencia no tiene género[...] Tenemos a la puerta la quinta revolución industrial: o trabajamos juntos hombres y mujeres, o verdaderamente esto no saldrá adelante de manera adecuada”, sentencia la doctora.

• Esta entrevista fue publicada en la edición de abril de la revista Líderes Empresariales. <https://www.liderempresarial.com/monica-barrera-construir-el-mexico-que-aun-no-existe/>

Fortalecer el buen nivel de la Ingeniería en México, objetivo de alumnos de la UNAM en viaje a EU



Convencidos de que los ingenieros mexicanos tienen el nivel para destacar en el extranjero, dos estudiantes de la carrera de Ingeniería en Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ricardo López Becerra y Leonardo Míkel Cervantes Mateos, viajarán a finales de mayo a las prácticas laborales de verano que organiza la empresa Microsoft, en la sede del corporativo tecnológico en Redmond, Seattle.

El programa internacional recluta a jóvenes de todo el mundo para su estancia en diversas áreas de la empresa, con una duración de tres meses. “Y lo más importante es que nos entrenan para aplicar el conocimiento en nuestros países”, explica López Becerra, quien está a punto de graduarse.

Para Ricardo (originario de Xalapa, Veracruz, donde cursó el bachillerato), es el segundo año que queda seleccionado en el programa, que este 2024 recibirá también a alumnos de la Facultad de Ciencias y de otras universidades públicas y privadas del país.

El estudiante de 23 años de edad recomendó a sus compañeros de carrera “que no tengan miedo de participar pues en cuanto a habilidades técnicas, los ingenieros mexicanos estamos a la par de cualquiera que provenga de las mejores universidades de Estados Unidos. Por eso valoro las herramientas que mi carrera me dio para poder cumplir esta meta”.

Consideró que “la experiencia es muy amigable, no hay un ambiente de competencia entre los interns (como se les llama en inglés). La batalla, por así decirlo, es personal, para tener el mejor desempeño y aprender todo lo posible”.

El programa incorpora a los participantes a proyectos en curso como desarrollo de software, que es útil para adquirir experiencia y sumar al curriculum, consideró Cervantes Mateos, de 19 años, quien cursa cuarto semestre en la Facultad de Ingeniería.

El año pasado, Míkel representó a la UNAM en la 30 Competencia Internacional de Matemáticas para Estudiantes Universitarios que se realizó en Bulgaria y en la Competencia Iberoamericana Interuniversitaria de Matemáticas, realizada en Brasil. En ambas logró medalla de bronce.

Explicó: “mi idea era estudiar, precisamente, matemáticas, pero me gusta mucho la programación y me da la impresión de que en Estados Unidos es muy respetado el título de ingeniero, por eso me decidí por mi carrera. Materias como Estructura de Datos y Algoritmos, y Programación Orientada a Objetos, me ayudaron para hacer una buena entrevista y ser aceptado, pero también las actividades en el Club de Programación Competitiva de la Facultad”.

Punto de Encuentro

NUESTRA RECOMENDACIÓN



Queridos amigos y amigas: están invitados a explorar la última edición de nuestro boletín mensual, Punto de Encuentro, que explora una diversidad de temas desde innovaciones hasta reflexiones sobre sostenibilidad y su impacto. Este mes destacamos editoriales sobre el sector alimenticio, las diferencias entre fisión y fusión nuclear, y la relevancia de la metrología en la gestión ambiental. Esperamos que estos artículos enriquezcan su conocimiento y fomenten el diálogo en nuestra comunidad.

Te invitamos a conocerlo <https://bit.ly/Punto-De-Encuentro-E7>

Celebremos juntos



Academia
de Ingeniería
México

GACETA

de Ingeniería

Síguenos...



Contáctanos

DIRECCIÓN

Tacuba #5, Centro Histórico,
Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06000, CDMX
Palacio de Minería

TELÉFONOS

+ 01 55 5521-4404
+ 01 55 5521-6790

Email : contacto@ai.org.mx

HORARIOS

LUN – VIE: 09:00 – 19:00