

Revista de software, hardware, ciencia y tecnología

gaiabit[®]

<https://gaiabit.com>



10

Q4 | 2022

ENTREVISTA CON EL DR. KENNETH POLASKO

Leyendo la mente: Una aplicación más de la inteligencia artificial.

Ei Expo ingenierías.

E-tech Evolving Education.

Integración de energía solar en empresas mexicanas.

Contenido

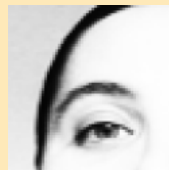
- 6 Evaluación del rendimiento y del impacto ambiental de los paneles solares.**
Ing. Antonio Carlos Rivera Corona, Dr. Pedro Ponce.
- 10 Integración de energía solar en empresas mexicanas.**
Ing. Citlaly Pérez Briceño, Dr. Pedro Ponce Cruz, Dr. Arturo Molina.
- 14 El robot NAO como método de protección ante personal de salud en México.**
Ing. Adan Yusseff Domínguez Ruiz, Dr. Edgar Omar López Caudana.
- 18 Leyendo la mente: Una aplicación más de la inteligencia artificial.**
MSc. Diego López Bernal, Dr. David Balderas Silva, Dr. Pedro Ponce Cruz.
- 22 Entrevista con el Dr. Kenneth Polasko**
Andrea Domínguez, Isabel Méndez y Pedro Ponce.
- 30 Ei Expo ingenierías.**
Andrea Domínguez | Luis Vázquez
- 34 Frédéric Vacheron representante de la UNESCO en e-Tech**
Klaus
- 36 Mujeres en la Ciencia**

Secciones

nuevas versiones
eventos

“Los artículos publicados en esta revista reflejan opiniones de la exclusiva responsabilidad del autor”

Gaiabit S.A. de C.V. | Edición Q3 - 2022 | Prohibida la reproducción total o parcial del contenido de esta revista por cualquier medio electrónico o magnético con fines comerciales sin el permiso previo de los editores. | Reserva de la Dirección General de Derechos de Autor: 04-2022-072111592600-102. Certificado de licitud de contenido en proceso. | Marca registrada ante el IMPI. |



Editor en jefe: Andrea Domínguez Medina
andrea@gaiabit.com

Colaboraron en este número:

Isabel Méndez Garduño | Luis Vázquez |
Claudia Dominguez “Klaus” |

Comité científico:

Dr. Pedro Ponce Cruz,
Tecnológico de Monterrey

Dr. Ricardo Ambrocio Ramirez Mendoza
Tecnológico de Monterrey

Dr. Edgar Omar López Caudana,
Tecnológico de Monterrey

Dra. Mariel Alfaro Ponce,
Tecnológico de Monterrey

Dr. Luis Ibarra Moyers,
Tecnológico de Monterrey

Dr. David Balderas Silva,
Tecnológico de Monterrey

Dr. José Rubén Fuentes Álvarez,
Tecnológico de Monterrey

Dr. Luis Arturo Montesinos Silva,
Tecnológico de Monterrey

Dra. Juana Isabel Méndez Garduño,
Tecnológico de Monterrey

Dr. Jesús Ricardo López Gutiérrez,
CINVESTAV

Dr. Hiram Eredín Ponce Espinosa,
Universidad Panamericana

Dra. Esther Lugo González
Universidad Tecnológica de la Mixteca

Dr. Manuel García López,
Instituto Politécnico Nacional

Comentarios a la publicación

e-mail: comentarios@gaiabit.com

Ventas de publicidad:

e-mail: info@gaiabit.com
móvil: 5531924347



Congreso Nacional de Control Automático 2022

12 - 14 de octubre, 2022

Tuxtla Gutiérrez CHIAPAS



FECHAS IMPORTANTES

- Inicio de recepción de artículos:
14 de marzo
- Límite para recepción de artículos:
27 de junio
- Publicación de resultados:
08 de agosto
- Envío de versiones finales:
22 de agosto
- Límite para inscripción anticipada:
12 de septiembre
- Congreso: **12 al 14 de octubre**

ÁREAS TEMÁTICAS:

- Modelado, estimación, identificación y control de sistemas lineales y no lineales.
- Control de sistemas ciber físicos.
- Control basado en eventos.
- Control de sistemas de potencia.
- Robótica y mecatrónica.
- Sistemas de orden fraccionario.
- Sistemas automotrices.
- Instrumentación electrónica.
- Control de VANTs.
- Sistemas biológicos y biomédicos.
- Sistemas con retardo.
- Control y diagnóstico de fallas.
- Dinámicas complejas y caóticas.
- Automatización de procesos.
- Innovación en sistemas de ingeniería.
- Sistemas de generación de energía a partir de fuentes renovables.
- Áreas afines al control automático y sus aplicaciones.

Primer llamado a artículos
www.amca.mx/cnca2022

Los autores están invitados a someter trabajos completos y originales a través del sistema **PaperCept**.

Los trabajos aceptados serán publicados en la revista digital **"Memorias del Congreso Nacional de Control Automático"** ISSN 2594-2492

Contacto: Ildeberto de los Santos Ruiz
ildeberto.dr@tuxtla.tecnm.mx



Tecnológico de Monterrey
Escuela de Ingeniería y Ciencias



5th Mexican Workshop on

Fractional Calculus

Campus Monterrey

Fecha:
Octubre 5-7, 2022

Hora:
9h00 – 18h00

5mwfc.com

#yoingenio



STATA®

Software de confianza. Análisis precisos. Resultados probados.

La ciencia de datos, más fácil



Rápido. Preciso. Fácil de usar. Stata es un paquete de software completo e integrado que proporciona todas las necesidades de la ciencia de los datos —manipulación de datos, visualización, estadística e informes automatizados.

Evaluación del rendimiento y del impacto ambiental de los paneles solares

Autores: Ing. Antonio Carlos Rivera Corona, Dr. Pedro Ponce Cruz.

Correo: A01337294@tec.mx, pedro.ponce@tec.mx

Departamento: Ingeniería Mecatrónica.

Grupo de Enfoque: Innovación de productos.

Escuela: Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Ciudad de México, México.

Palabras Clave: #Contaminación #Electricidad #Energía #EnergíasRenovables #IoT #MedioAmbiente #Monitoreo #PanelSolar #Sensores

La demanda eléctrica mundial ha ido aumentando con el paso de los años, pues tan solo entre 1980 y 2019 esta demanda se ha triplicado [12] y se estima que continúe creciendo en los años venideros debido al crecimiento del equipo industrial utilizado en las empresas y a los dispositivos de electrónica de consumo en el sector residencial y comercial. Para satisfacer estas demandas energéticas, las compañías generadoras de electricidad han utilizado durante varios años distintos recursos naturales para lograr este objetivo a los cuales se les conoce como combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón) y son la principal fuente de energía actualmente. Por poner solamente un ejemplo, durante el año 2021 el gas natural como fuente energética representó un 32% del total de la electricidad generada en los Estados Unidos, el carbón un 26%, la energía nuclear un 22% y el petróleo tan solo el 1% mientras que las energías renovables (tales como la solar, hidroeléctrica, eólica, geotérmica y biomasa) un 19% [11]. No obstante, el principal problema con el uso de los combustibles fósiles es que



son la causa principal de las emisiones de gas de efecto invernadero que provocan el calentamiento global, y por tal motivo, este es un camino insostenible a largo plazo.

Afortunadamente el desarrollo e investigación de energías limpias ha ido acrecentándose con el paso de los años, tanto así que en Estados Unidos se estima que para el año 2050 el petróleo ocupe el primer lugar como fuente de energía, seguido del gas natural y en tercer lugar se posicionarían las energías renovables dentro de las cuales, la energía solar se destaca [2], pues tan solo del año 2016 al 2026, se estima un crecimiento del 105% de instaladores de paneles solares en dicho país [10].

La energía solar es considerada como una energía no contaminante ya que cuando un panel se encuentra en funcionamiento, la generación de energía no libera contaminantes tal y como lo hace la quema de los combustibles fósiles, sino que solamente se requiere de la irradiancia del sol para producir electricidad. Sin embargo, esto no significa que todo el ciclo de vida de un panel solar esté libre de contaminación y sea completamente inofensivo al medio ambiente. En la etapa de fabricación, además de la generación de dióxido de carbono, se liberan componentes que son altamente tóxicos y que dañan al ecosistema, el principal de ellos es el tetracloruro de silicio; aunado a esto, si al final de la vida útil de un panel no es desechado ni reciclado correctamente, esta misma sustancia genera vapores que son nocivos a la salud y provocan daños en el suelo en donde éstos se desechan incorrectamente. Por otro lado, distintas modificaciones en el ambiente pueden ocurrir debido a la presencia de estos dispositivos, algunos de los cambios más destacados son la variación de la temperatura y de la humedad en el aire, alteraciones en la humedad del suelo y un aumento de calor en el área de instalación, lo cual puede afectar a la flora cercana del lugar y en algunos casos, a la fauna [3].

Los impactos en el ambiente dependen en gran medida del tipo de instalación utilizada; existen principalmente dos: El formato “Roof-Mounted”, que se muestra en la Figura 1, se coloca en el techo de una casa o de un edificio mientras que “Open-Rack”, ilustrado en la Figura 2, se encuentra en el suelo montado directamente en una estructura mecánica que eleva y sostiene el panel. [7].

El formato “Open-Rack” es utilizado cuando se desea instalar una granja solar (Ver Figura 3), es decir, grandes cantidades de celdas solares instalados en un extenso terreno y que generan grandes cantidades de energía debido a la alta concentración de luz solar en esta zona además de que no hay obstáculos que la bloquen.

No obstante, este tipo de instalación tiene mayores impactos ambientales debido a su cercanía con el suelo y a la gran cantidad de paneles que se colocan, por tal motivo, es más probable que haya alteraciones en el ambiente como las que se mencionaron anteriormente. Por otro lado, en el caso de la instala-



Figura 1. Formato “Roof-Mounted”
Fotografía tomada de pixabay [6].



Figura 2. Formato “Open-Rack”
Fotografía tomada de pixabay [4].



Figura 3. Granja solar.
Fotografía tomada de pixabay [5].



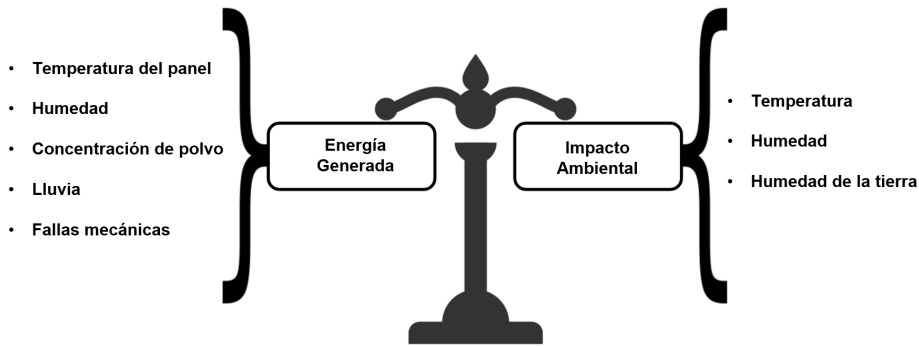


Figura 4. Variables involucradas en la generación de energía y en el impacto ambiental.

ción en los techos de los inmuebles, el impacto repercute principalmente en la construcción y en el propio techo debido a la alta concentración de calor que se acumula en esa área, lo cual puede provocar inconformidad a los usuarios además de poder provocar un aumento en la temperatura al interior de la casa [13].

Estos impactos en el ambiente y en las construcciones no son tomados en cuenta de manera primordial cuando se planea instalar tecnología solar en un determinado sitio, sino que se prioriza la cantidad de energía que el panel será capaz de entregar ya sea en el hogar o en una granja solar. Por un lado, se considera la irradiancia del sol a lo largo del día en esa región, las condiciones climatológicas de la zona, así como las estructuras que pudieran provocar sombra, tales como árboles, edificios, letreros espectaculares, entre otros [7].

Una vez instalados y cuando los paneles son capaces de transformar la energía solar en energía eléctrica, éstos tienen un seguimiento y supervisión constante con el fin de poder evaluar su rendimiento actual y así poder detectar fallas que podrían repercutir en la generación eléctrica con el objetivo de poder corregir los fallos lo más rápido posible [1]. Este monitoreo toma en cuenta distintas variables ambientales que son cuantificadas con ayuda de sensores que están incluidos en la instalación y cuyos valores se envían por internet utilizando técnicas de IoT para el futuro análisis del rendimiento del panel. Algunas de las principales variables que tienen un efecto son, por ejemplo, la temperatura, cuyo aumento provoca que el rendimiento y la eficiencia de la celda solar disminuya [9]. Lo mismo ocurre con el aumento de la humedad y con las altas concentraciones de polvo que pueden presentarse, así como la presencia de lluvia, la cual tiene un impacto positivo dado que ayuda a remover partículas que pudieran estar en la superficie de los paneles interfiriendo en la absorción de la luz solar.

Todos estos factores mencionados, están estrechamente relacionados con la cantidad de energía generada; no obstante, se requieren de otras mediciones que permitan cuantificar y dimensionar el impacto ocasionado alrededor. Para ello, se requieren de mediciones adicionales tales como la temperatura y la humedad del aire, así como la humedad en el suelo. Estas variables ambientales deben medirse en el sitio de instalación antes de colocar los paneles con el objetivo de establecer un punto de referencia inicial, de manera que, durante el funcionamiento normal de las celdas, se puedan medir continuamente estas mismas variables para así poder determinar si se ha generado o no un cambio considerable en el ambiente.

En resumidas cuentas, debe existir un equilibrio entre la generación de energía y el impacto ambiental que se tendría como consecuencia de ello (Ver Figura 4). Pudiera resultar fácil tomar un país como México, que es considerado como uno de los países con mayor potencial fotovoltaico [8], y cubrir la mayor parte de este territorio con paneles solares con el fin de generar enormes cantidades de energía que pudieran satisfacer las necesidades de los

ciudadanos, pero si esto sucediera, el término “energía limpia” ya no tendría sentido alguno, puesto que no se estaría considerando el impacto que se causaría al ecosistema, eso sin contar la gran cantidad de desechos tóxicos que se tendrían al cabo de unos años.

Referencias

- [1] Aghaei, M., Kumar, N. M., Eskandari, A., Ahmed, H., de Oliveira, A. K. V., & Chopra, S. S. (2020). Chapter 5—Solar PV systems design and monitoring. In S. Gorjian & A. Shukla (Eds.), *Photovoltaic Solar Energy Conversion* (pp. 117–145). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819610-6.00005-3>
- [2] Annual Energy Outlook—U.S. Energy Information Administration (EIA). (n.d.). Retrieved 1 May 2022, from <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/index.php>
- [3] Armstrong, A., Waldron, S., Whittaker, J., & Ostle, N. J. (2014). Wind farm and solar park effects on plant–soil carbon cycling: Uncertain impacts of changes in ground-level microclimate. *Global Change Biology*, 20(6), 1699–1706. <https://doi.org/10.1111/gcb.12437>
- [4] Imagen gratis en Pixabay—Alternativa, Celda, Limpio. (n.d.). Retrieved 25 July 2022, from <https://pixabay.com/es/photos/alternativa-celda-limpio-ecol%C3%B3gico-21761/>
- [5] Imagen gratis en Pixabay—Granja Solar, Paneles Solares. (n.d.). Retrieved 25 July 2022, from <https://pixabay.com/es/photos/granja-solar-paneles-solares-6619504/>
- [6] Imagen gratis en Pixabay—Paneles Solares, Calefacción. (n.d.). Retrieved 25 July 2022, from <https://pixabay.com/es/photos/paneles-solares-calefacci%C3%B3n-1477987/>
- [7] Kumar, N. M., Chopra, S. S., de Oliveira, A. K. V., Ahmed, H., Vaezi, S., Madukanya, U. E., & Castañón, J. M. (2020). Chapter 3—Solar PV module technologies. In S. Gorjian & A. Shukla (Eds.), *Photovoltaic Solar Energy Conversion* (pp. 51–78). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819610-6.00003-X>

- [8] Mapas de recursos solares de Mexico. (n.d.). Retrieved 1 May 2022, from <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/mexico>
- [9] Rahman, M. M., Hasanuzzaman, M., & Rahim, N. A. (2015). Effects of various parameters on PV-module power and efficiency. *Energy Conversion and Management*, 103, 348–358. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.06.067>
- [10] Solar PV Installer & Wind Turbine Tech Are Fastest Growing Occupations in US - CleanTechnica. (n.d.). Retrieved 1 May 2022, from <https://cleantechnica.com/2019/01/26/solar-pv-installer-wind-turbine-tech-are-fastest-growing-occupations-in-us/>
- [11] U.S. energy facts explained—Consumption and production—U.S. Energy Information Administration (EIA). (n.d.). Retrieved 1 May 2022, from <https://www.eia.gov/energyexplained/us-energy-facts/>
- [12] World electricity consumption. (n.d.). Statista. Retrieved 28 April 2022, from <https://www.statista.com/statistics/280704/world-power-consumption/>
- [13] 4 Roof Damages Caused by Solar Panels (7 Ways to Avoid Them)—Electric Baron. (2020, November 1). <https://electricbaron.com/roof-damages-caused-by-solar-panels-ways-to-avoid-roof-damages/>

ANEXO

Resumen: Con el aumento de la demanda energética, distintas soluciones han sido propuestas para satisfacer las necesidades de los sectores de consumo energético. Una de estas propuestas es la implementación de la energía solar mediante el uso de paneles instalados en techos de casas o edificios, así como en extensos terrenos en campo abierto, también conocidos como granjas solares. Sin embargo, las preocupaciones fundamentales al instalar uno o varios paneles se basan primordialmente en las variables que pueden afectar la eficiencia y la cantidad de energía que puede entregar, de manera que el impacto ambiental no es tomado en cuenta prioritariamente al planificar una instalación de este tipo. El daño al ecosistema se observa en los cambios de temperatura y de humedad en el aire, así como en la alteración de la humedad de la tierra en donde se encuentran las celdas instaladas, lo cual provoca afectaciones en la flora y fauna cercana. Por lo tanto, para que el término “energía limpia” tenga sentido, es indispensable encontrar un punto de equilibrio entre la generación de energía y el impacto que se genera al medio ambiente.

Importancia de investigación:

Cuando se habla de energía solar o paneles fotovoltaicos, generalmente se piensa en una fuente 100% limpia que, a diferencia de los combustibles fósiles, no libera gases nocivos que contribuyen al actual cambio climático y al calentamiento global. Es en la fabricación de los paneles en donde se presentan notables emisiones de dióxido de carbono y en la liberación de un componente sumamente tóxico llamado tetracloruro de silicio. De igual forma, si al final de la vida útil de un panel éste no se deshecha correc-

tamente, contaminará principalmente el suelo y el agua en donde fue arrojado.

Si bien es cierto que durante el funcionamiento normal de los paneles no se generan contaminantes, es decir, en la transformación de energía solar a energía eléctrica, existen otros factores que provocan cambios en el medio ambiente causando daños a los seres vivos cercanos. Estos daños ocasionados a los ecosistemas usualmente no son mencionados cuando se habla de energía solar y se suele pensar que no hay riesgos al utilizar este tipo de tecnología, pero esto no es del todo cierto. Es por ello que se debe continuar investigando esta área, de manera que se pueda desarrollar tecnología o bien, metodologías que permitan tomar decisiones informadas sobre el uso de los paneles solares siempre tomando nuestra estrecha relación con la naturaleza.

Disciplina: Ingeniería y Ciencias

Área: Ingeniería, Energías Renovables, IoT

Industria: Sector residencial, industrial y comercial



Integración de energía solar en empresas mexicanas

Autores: Ing. Citlaly Pérez Briceño, Dr. Pedro Ponce Cruz, Dr. Arturo Molina.

Correo electrónico: A01336766@tec.mx, pedro.ponce@tec.mx, armolina@tec.mx

Departamento: Ingeniería Mecatrónica.

Grupo de enfoque (investigación): Innovación de productos.

Escuela: Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Ciudad de México, México.

Palabras clave (Hashtags): #EnergiaRenovable #EnergiaSolar #PanelSolar

“75% de la electricidad generada en el país proviene de combustibles fósiles, como gas natural, petróleo y carbón»

Actualmente, la economía mundial depende fuertemente de combustibles fósiles para satisfacer la creciente demanda de energía, la cual es la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) [1] y, por lo tanto, la principal causa del cambio climático y del calentamiento global. Debido al agotamiento de los combustibles fósiles y a su impacto negativo en el medio ambiente, en los últimos años se ha impulsado la búsqueda de fuentes de energía alterna sustentables y amigables con el ambiente [2].

Las fuentes de energía renovable, como la solar, eólica, hidráulica, biocombustibles, entre otras, son clave para la transición hacia un ecosistema energético menos intensivo en carbono y más sustentable [3]. La energía solar es una opción viable porque es una fuente de energía limpia, renovable y ampliamente disponible; pero a pesar de su abundancia, solo representa una pequeña porción de la matriz energética mundial, lo cual está cambiando rápidamente debido a los esfuerzos globales por mejorar el acceso a la energía, asegurar su suministro y combatir el cambio climático [2].

La mayor parte de la energía a nivel mundial es utilizada en procesos industriales; su importancia en el desarrollo industrial es crucial debido a la gran cantidad de electricidad utilizada en las tecnologías necesarias para la producción [4], [5]. Debido a esto, el sector industrial (incluidas la fabricación y la construcción) es responsable de alrededor del 18% de las emisiones globales de GEI, mientras que la producción de electricidad y calor representa el 31% de las emisiones totales [6].

De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe [7], en México la electricidad casi ha duplicado su participación en el sector industrial entre 1995-2015, esto debido, principalmente, a la sustitución de tecnologías, a la automatización de procesos industriales y al decrecimiento acelerado de industrias consumidoras de energía térmica. En 2019, en México, el sector industrial consumió casi el 60% de la electricidad producida [8]. Cabe mencionar que aproximadamente el 75% de la electricidad generada en el país proviene de combustibles fósiles, como gas natural, petróleo y carbón, y el resto es producido por fuentes alternativas, siendo la energía hidroeléctrica la de mayor participación con un 8.77% [9].

El gobierno mexicano ha establecido la meta de generar el 35% de la electricidad a partir de fuentes renovables para 2025 [10]. De acuerdo con la Secretaría de Energía [10], las fuentes alternativas con mayor potencial en el país son la energía eólica y la solar, con un potencial disponible de 15 GW y 11.6 GW, respectivamente. Sin embargo, la capacidad instalada actual de estas tecnologías es de 0.7 GW para la energía eólica y 0.006 GW para la energía fotovoltaica (FV) [11].

México tiene un enorme potencial para el aprovechamiento de la energía solar debido a los altos niveles de radiación recibida (un promedio diario de 6.36 kWh/m²) a lo largo y ancho del país [12]. En comparación con

peración de la inversión y los ahorros a largo plazo, hacen que la inversión en energía solar sea una buena decisión financiera para las empresas. Sin embargo, en México hay una falta de información acerca de los aspectos técnicos y sociales relacionados con las instalaciones de sistemas fotovoltaicos, lo cual no hace posible que las compañías analicen y evalúen datos e información relevante para tomar decisiones efectivas basadas en sus necesidades.

Es por lo anterior, que se propone un marco conceptual con los parámetros de sensado, inteligentes, sustentables y sociales (S4 por sus siglas en inglés: sensing, smart, sustainable y social) que una pequeña o mediana empresa debe considerar para instalar, operar y desechar un sistema FV

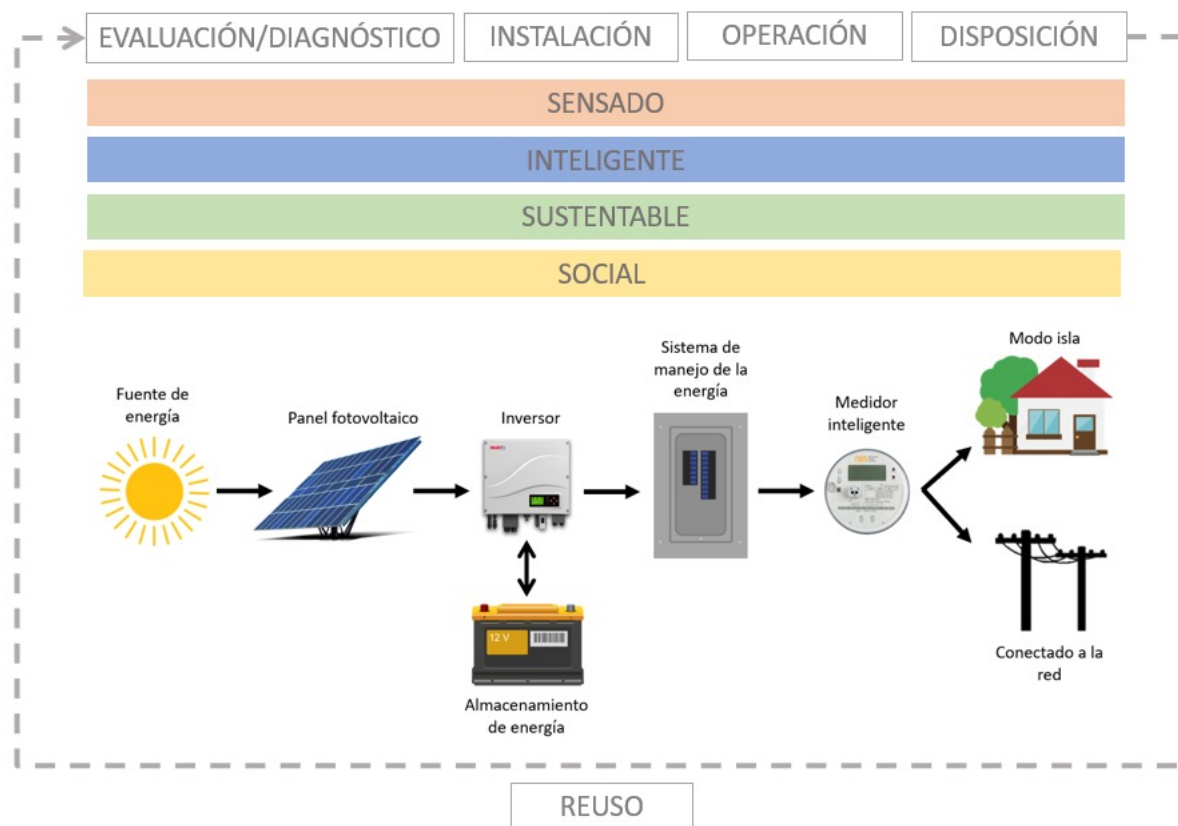


Figura 1. Marco S4 propuesto para instalar, operar y disponer de un sistema solar fotovoltaico

este potencial, el mercado de la energía solar fotovoltaica sigue siendo reducido, ya que la capacidad instalada actual corresponde a menos del 3.5% de la producción eléctrica total del país. No obstante, en los últimos años se ha producido un crecimiento exponencial en la instalación de nuevas plantas solares fotovoltaicas, tanto a gran escala como de generación solar distribuida, así como un crecimiento en la inversión para su investigación y desarrollo.

Actualmente, las empresas, y la industria en general, están comenzando a utilizar tecnologías solares, en especial paneles FV, para diversificar sus fuentes de energía, mejorar la eficiencia energética y ahorrar dinero. Por otro lado, los incentivos gubernamentales derivados de la Reforma Energética de 2013, combinados con la reciente disminución en los precios de los equipos solares, la rápida recu-

en México. La Figura 1 presenta un resumen del marco conceptual propuesto.

En la Figura 2 se puede observar un diagrama de flujo sobre el funcionamiento del marco S4. El marco empieza cuando se realiza un análisis de las necesidades técnicas (consumo de energía, área disponible para instalar el sistema FV y radiación solar que recibe el lugar) y las necesidades sociales (inversión considerando incentivos y restricciones gubernamentales). Una vez realizado este análisis, se seleccionan los elementos que mejor cumplen estas necesidades y posteriormente, se realiza la instalación del sistema y de los elementos S4. Se continua con la vida útil del sistema, la cual en promedio es de 25 años, y finalmente, se evalúa si hay elementos que se pueden reusar o reciclar, aquellos elementos que ya no se puedan reutilizar o reciclar deberán ser desechados de acuerdo con la normativa vigente.

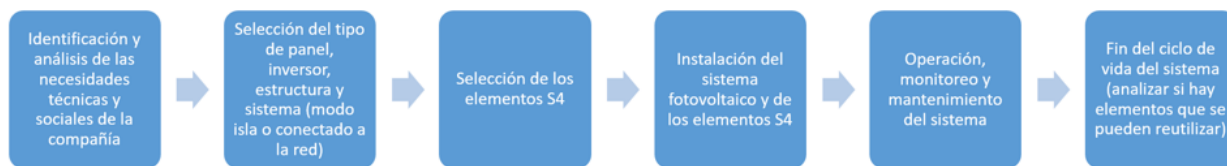


Figura 2. Marco conceptual S4 resumido para instalar, operar y disponer de un sistema solar FV

A continuación, se presenta una descripción de los elementos que se incluyen en cada una de las categorías del marco propuesto:

Sensado (Sensing) Los elementos de esta categoría ayudan a la recolección en tiempo real de datos e información relevante para la toma de decisiones y para realizar predicciones acerca del comportamiento del sistema [13]. En esta categoría se encuentran los sensores necesarios para instalar, operar y disponer de un sistema FV. Algunos de estos sensores miden variables meteorológicas (radiación solar, velocidad del viento, humedad, etc.), otros miden variables de potencia (voltaje y corriente) y otros pueden ser utilizados para el mantenimiento del sistema (sensores de polvo).


Inteligente (Smart) Estos elementos están basados en sistemas inteligentes que utilizan técnicas de inteligencia artificial, lo cual implica el uso de datos/información y un razonamiento automatizado para la toma de decisiones [13]. Algunos de estos elementos son: medidores e inversores inteligentes, rastreadores solares, sistemas meteorológicos avanzados, gemelos digitales, y análisis y almacenamiento de datos.

Sustentable (Sustainable) Esta categoría incluye un análisis del impacto de los componentes del sistema FV al medio ambiente, desde su manufactura hasta su disposición: uso de materiales peligrosos, emisiones de GEI en la producción y transportación de los elementos, uso de la tierra, ruido y alteraciones visuales, impacto en la flora y fauna del lugar y la correcta disposición una vez que los componentes terminan su ciclo de vida.

Social Esta categoría se divide en tres pilares. La primera es el marco legal y regulatorio para instalar, operar y disponer de un sistema FV en México.

Por el otro lado, se encuentra el pilar económico, el cual se refiere a la rentabilidad del sistema [13]. En este aspecto, se incluyen los incentivos gubernamentales disponibles, así como un análisis de la inversión y del retorno de ésta y el ahorro generado por producir energía solar en el lugar de consumo en lugar de tomarla de la red eléctrica. Finalmente, se incluye un análisis de la aceptación de los sistemas por parte de la población y del usuario.

Este marco puede ser utilizado como una guía para que las empresas puedan instalar, operar y disponer de sistemas fotovoltaicos en México, a través de la elección de elemen-

tos S4 que mejor cumplan sus necesidades, con el objetivo de obtener la máxima eficiencia del sistema y entender de mejor manera todo su ciclo de vida. Además de incrementar el uso de energía solar y disminuir la dependencia de combustibles fósiles. 

Referencias

- [1] M. Koengkan, L. D. Losekann, J. A. Fuinhas, y A. C. Marques, "The Effect of Hydroelectricity Consumption on Environmental Degradation – The Case of South America region", *TASJ*, pp. 46–67, jun. 2018, doi: 10.32640/tasj.2018.2.46.
- [2] J. Yu, Y. M. Tang, K. Y. Chau, R. Nazar, S. Ali, y W. Iqbal, "Role of solar-based renewable energy in mitigating CO2 emissions: Evidence from quantile-on-quantile estimation", *Renewable Energy*, vol. 182, pp. 216–226, ene. 2022, doi: 10.1016/j.renene.2021.10.002.
- [3] "Renewables - Fuels & Technologies", IEA. <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/renewables> (consultado el 22 de agosto de 2021).
- [4] S. Mekhilef, R. Saidur, y A. Safari, "A review on solar energy use in industries.", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, pp. 1777–1790, 2011, doi: 10.1016/j.rser.2010.12.018.
- [5] O. J. Olufemi, "The Effects of Electricity Consumption on Industrial Growth in Nigeria.", *Journal of Economics and Sustainable Development*, vol. 6, núm. 13, 2015.
- [6] H. Ritchie y M. Roser, "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions", *Our World in Data*, el 11 de mayo de 2020. <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector> (consultado el 31 de marzo de 2022).
- [7] Comisión Económica para América Latina y el Caribe, "Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de México, 2018.", CEPAL, México, 2018. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43612/1/S1800496_es.pdf
- [8] SEMARNAT, "Consumo final de energía eléctrica por sector (Petajoules)", SEMARNAT. http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D2_ENERGIA04_02&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREANIO= (consultado el 17 de noviembre de 2021).
- [9] H. Ritchie y M. Roser, "Energy: Mexico", *Our World in Data*, nov. 2020, Consultado: el 16 de noviembre de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://ourworldindata.org/energy/country/mexico>

- [10] Secretaría de Energía, “Prospectiva del Sector Eléctrico 2018-2032”, SENER, México, 2018. [En línea]. Disponible en: https://base.energia.gob.mx/Prospectivas18-32/PSE_18_32_F.pdf
- [11] Secretaría de Energía, “Sistema de Información Energética | Capacidad instalada por tecnología”. <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cveca=IIIA1C04> (consultado el 4 de abril de 2022).
- [12] Asociación Mexicana de la Energía Solar, A.C., “Análisis costo-beneficio de la generación solar distribuida en México.” 2018. [En línea]. Disponible en: https://asolmex.org/estudios/Analisis_Costo_Beneficio_GSD_Mexico_Asolmex_GLZ.pdf
- [13] A. Molina, P. Ponce, J. Miranda, y D. Cortés, Enabling Systems for Intelligent Manufacturing in Industry 4.0: Sensing, Smart and Sustainable Systems for the Design of S3 Products, Processes, Manufacturing Systems, and Enterprises. Cham: Springer International Publishing, 2021. doi: 10.1007/978-3-030-65547-1.

ANEXO

Resumen: El sector industrial consume más del 60% de la electricidad producida en México; de toda la electricidad producida en el país, aproximadamente el 75% proviene de combustibles fósiles, los cuales dañan enormemente al medio ambiente y a la salud del ser humano. Aunque México es considerado una posible potencia mundial en energía solar debido a la gran cantidad de radiación solar que recibe diariamente, menos del 4% de la electricidad producida en el país proviene de este tipo de energía. Asimismo, no se cuenta con un marco que guíe a las empresas interesadas en instalar sistemas fotovoltaicos acerca de los parámetros de sensado, inteligentes, sustentables y sociales necesarios para instalar, operar y disponer de dicho sistema.

Importancia de su divulgación: Se propone un marco que guíe a las pequeñas y medianas empresas sobre los parámetros de sensado, inteligentes, sustentables y sociales necesarios para instalar, operar y disponer de un sistema fotovoltaico en México. Este marco contiene varias opciones (niveles) que se adaptan a las necesidades del usuario con el objetivo de diversificar sus fuentes de energía, reducir la dependencia de combustibles fósiles y generar un ahorro monetario. Este marco puede expandirse a otras aplicaciones, como instalar sistemas de energía solar en comunidades que no están conectadas a la red eléctrica.

Disciplina: Ingeniería y Ciencias.

Área de aplicación: Ingeniería, Ciencias, Energía, Energía Renovable.

Industria: Sector industrial.





El robot NAO como método de protección ante personal de salud en México

Autores: Ing. Adan Yusseff Domínguez Ruiz, Dr. Edgar Omar López Caudana.

Correo Electrónico: adanydr@tec.mx, edlopez@tec.mx

Departamento: Ingeniería Mecatrónica

Escuela: Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Ciudad de México, México.

Palabras Clave: #SaludDeLosMedicos #PlataformaRobotica #RobotsMedicos

La enfermedad del coronavirus 2019 (COVID-19) llegó como una amenaza a todos los sectores de la humanidad, obligándonos a realizar cambios en nuestro día a día. Gracias a la Organización Mundial de la Salud (OMS) se ha esparcido información al respecto de este virus y como evitar propagarlo[1], tal como mantener sana distancia y desinfectar aquellos lugares en donde estuvieron personas presentes. Desafortunadamente, los trabajadores de salud, personal sanitario y sus familiares se encuentran constantemente en riesgo de contagio, debido a que son la primera barrera de defensa contra el COVID-19, con la responsabilidad de ayudar a enfermos o pacientes con síntomas[2] . Para el 2021, México se encontraba como uno de los países con mayor cantidad de trabajadores de la salud y personal sanitario afectados por esta enfermedad [3], con 259,413 casos confirmados y 4,188 muertes para agosto del mismo año [4].

La seguridad de dichos trabajadores ha generado la necesidad de buscar diferentes métodos de telemedicina y asistencia médica por medio de robots. Se han desarrollado métodos para determinar por medio de tomografías pec torales la presencia del virus y su afectación en el cuerpo humano con el 94% de efectividad [5]. El uso de robots como mecanismos de interacción para recaudar información de los pacientes, de tal manera que se pueda mantener

una distancia física segura mientras se mantiene una atención cercana entre el personal de salud y los pacientes [6].

Hoy día existe un gran boom para explotar el internet de las cosas (IoT) en todas las aplicaciones, creando casas o ciudades inteligentes [7], manteniendo nuestros dispositivos conectados en todo momento y con asistentes personales con grandes capacidades de interacción como lo son Siri, Alexa o Google.

Implementación de una Plataforma Robótica en México. El desarrollo y la aceptación de una plataforma robótica en un país como México conlleva a diferentes factores que hay que tener en consideración, debido a que no es una tecnología que se encuentre en todos lados. En la Tabla 1 se muestran factores tecnológicos, culturales y económicos [8].

En este proceso, es necesario definir el grado de aceptación de los pacientes ante la información recibida de una plataforma robótica tal y como vendría de personal médico humano. Se ha propuesto una plataforma robótica que actúe como un medio de interacción entre médico-paciente con capacidad de obtener información de cada paciente para el análisis posterior por parte de un médico, mediante sensores IoT. Como se muestra en la Figura 1, se tomarán de los pacientes, algunos signos vitales reconocidos como importantes para el COVID-19, tales como presión sanguínea, oxígeno, temperatura y ritmo cardiaco, con ayuda de sensores no invasivos con el fin de determinar la salud actual del paciente.

El robot y un sistema de WiFi actuarán en este caso como centro de procesamiento y envío de datos, con el fin de que se pueda determinar si son portadores de COVID-19 y crear un archivo histórico para su uso posterior por el sistema de salud al cual se encuentra acudiendo.

De esta manera es posible prevenir al personal de salud de los cuidados que se deben tener en dado caso que se necesite apoyo presencial [5].

Se espera entonces que el paciente llegue al consultorio, siendo recibido por el robot, el cual se encontrará liderando la sesión. El personal médico se encontrará de forma remota en otra habitación con visualización a la que se encuentran el paciente y el robot (Figura 2). Este último actuando únicamente como un avatar con el fin de evitar el contacto directo entre ambas personas. Todos los sensores para la toma de signos vitales se encontrarán cerca del paciente con el fin de que el robot pueda explicar cómo usarlos.

El robot estará frente al paciente, imitando el lenguaje corporal del personal médico por medio de señales corporales provenientes del mismo, con el fin de poder otorgar a cualquier paciente una sensación de interacción natural [9].

Gracias a la participación de voluntarios en el Instituto Nacional de Geriátría en México (INGER), fue posible realizar diversos experimentos en los cuales se les proporcionó terapias con el fin de conocer su estado emocional por medio de la plataforma robótica NAO.

Este robot ha sido utilizado ampliamente en investigaciones de educación e interacción con humanos ya sea en oficinas o inclusive en situaciones médicas [10]–[12], por lo que lo hace un gran método de evaluación en situaciones como la que presenta este escenario.

Tras realizar consultas con 35 diferentes voluntarios, en los cuales se les aplicó una prueba psicológica llamada “Prueba de peso Zarit” y cuestionarios de aceptación desarrollados por un equipo multidisciplinario entre geriatras e ingenieros, fue posible obtener resultados favorables ante la propuesta.

Para evaluar el uso de la plataforma robótica se usó un método conocido como Bland-Altman, usado en la industria médica con el fin de saber si diferentes métodos de evaluación pueden ser usados de forma similar.

Tabla 1: Factores cualitativos

Factor Tecnológico	Factor Cultural	Factor Económico
La interacción entre los pacientes y el robot	La comodidad de los pacientes con el robot	Pacientes necesitan el mismo costo de consulta
El nivel de eficacia por el uso de sensores IoT	El nivel de creencia de los pacientes hacia el robot	Los médicos requieren un costo aceptable al adquirir un robot
La interacción paciente-sensores	Aceptabilidad de los médicos al robot en vez de interacción directa	Invertir en nuevas tecnologías es un reto para los hospitales públicos
Los movimientos del robot en su interacción	Familiaridad del uso de robots en hospitales	Especialistas en la tecnología son necesarios
El control entre el médico y el robot	Familiaridad y creencia de la comunidad en un robot	Costo del mantenimiento del robot

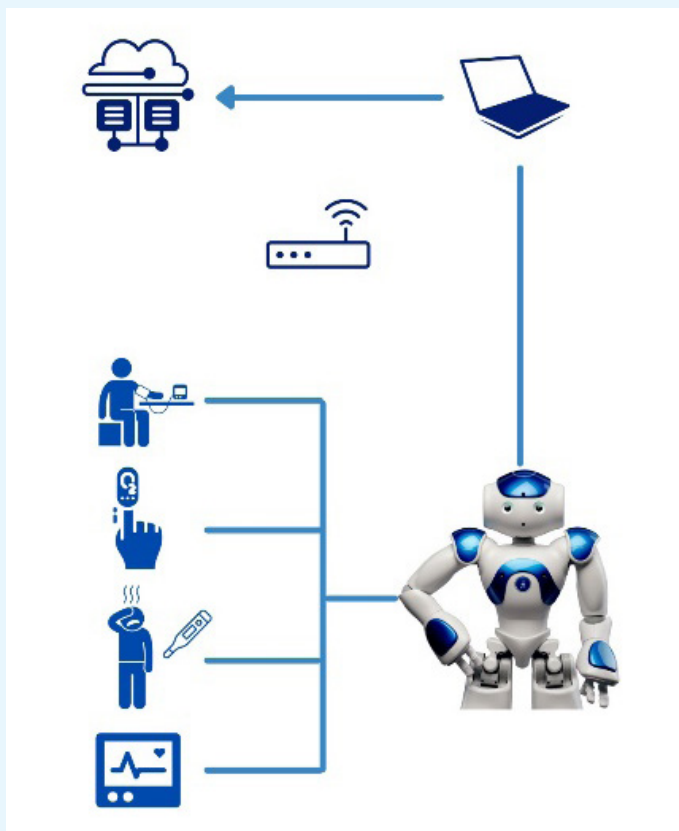


Figura 1. Plataforma robótica de captura de signos vitales. El robot fungirá de avatar y explicará el uso de los sensores.

En este caso, se realizaron las consultas con un médico humano y la plataforma médica, para conocer el grado de similitud. En ambos escenarios, se encontró que las respuestas obtenidas en ambas ocasiones entraban en un margen de aceptación, siendo la plataforma robótica una opción viable en el uso de terapias y consultas médicas.



Figura 4. Gráfica de similitud entre las consultas humanas y robóticas. Al encontrarse las respuestas dentro de los límites inferior y superior marcados por las líneas punteadas, ambas dos pruebas médicas pueden usarse indistintamente.

Al analizar el grado de aceptación, se encontró que entre mayor edad de los pacientes, la interacción con el robot se volvía mas compleja, incluso llegando a tener problemas de fluidez en la conversación y la necesidad de un especialista de entrar en el consultorio para ayudar en la conversación. Este problema puede ser

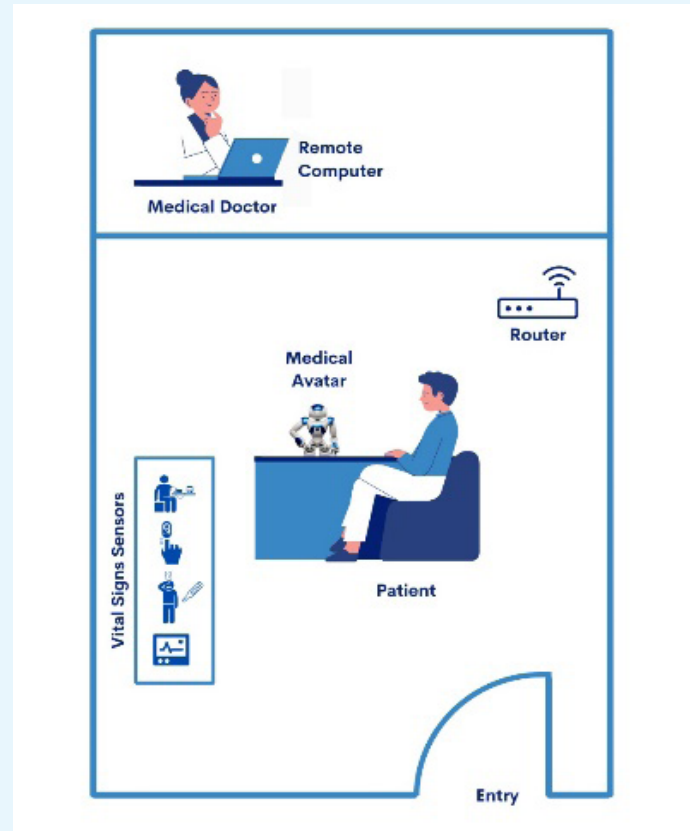


Figura 2. Organización del área de consulta. El doctor se encontrará en todo momento en el consultorio, controlando al robot a la distancia.

fácilmente superado al tener al robot como un sistema de interacción remota con el médico, eliminando el factor de conversación autónoma y por tanto problemas en la conversación con las personas de la tercera edad.

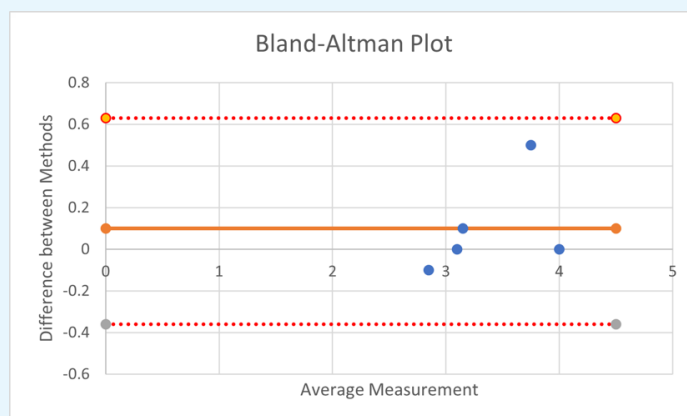


Figura 5. Gráfica de similitud entre los talleres realizados por personal médico y la plataforma robótica. Se puede observar como las variaciones en las respuestas se encuentran muy cercanas al promedio, el cual está representado por la línea naranja continua.

El proyecto. Esta plataforma es parte de una investigación constante por parte de los alumnos del Tecnológico de Monterrey para terapias con ayuda del robot NAO. Se presenta como una opción para brindar al personal de salud la oportunidad de seguir brindando apoyo de calidad a cualquier paciente, mientras su



Figura 3. Voluntarios presentes durante las pruebas con la plataforma robótica

salud se mantiene como una prioridad. Los médicos y trabajadores de salud en México se han enfrentado en los últimos años a una enfermedad de alto riesgo para ellos, debido a la poca información que se conocía al respecto, sin embargo, esta opción permitiría estar preparados para este y cualquier otro futuro riesgo por contacto. ^g

Referencias


- [1] 'Coronavirus disease (COVID-19)'. <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19> (accessed Apr. 29, 2022).
- [2] 'COVID-19 exposure risk for family members of healthcare workers: An observational study | Elsevier Enhanced Reader'. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1201971220305415?token=DAD86674D1DAC57B448803018127A08A2E064EE28E8435403D958B76991838EC289EC7AEE35422127D76470649279859&origi>

- nRegion=us-east-1&originCreation=20220430014453 (accessed Apr. 29, 2022).
- [3] Pan American Health Organization, 'Epidemiological Update: Coronavirus disease (COVID-19) (19 June 2021)', Pan American Health Organization, Epidemiological Update, Jun. 2021. [Online]. Available: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/54471>
- [4] S. de Salud, 'Informes sobre el personal de Salud COVID19 en México 2021', gob.mx. <http://www.gob.mx/salud/documentos/informes-sobre-el-personal-de-salud-covid19-en-mexico-2021> (accessed Apr. 29, 2022).
- [5] X. Mei et al., 'Artificial intelligence-enabled rapid diagnosis of patients with COVID-19', *Nat. Med.*, vol. 26, no. 8, pp. 1224–1228, Aug. 2020, doi: 10.1038/s41591-020-0931-3.
- [6] D. Feil-Seifer, K. S. Haring, S. Rossi, A. R. Wagner, and T. Williams, 'Where to Next? The Impact of COVID-19 on Human-

Robot Interaction Research', *ACM Trans. Hum.-Robot Interact.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–7, Mar. 2021, doi: 10.1145/3405450.

- [7] Md. S. Rahman, N. C. Peeri, N. Shrestha, R. Zaki, U. Haque, and S. H. A. Hamid, 'Defending against the Novel Coronavirus (COVID-19) outbreak: How can the Internet of Things (IoT) help to save the world?', *Health Policy Technol.*, vol. 9, no. 2, pp. 136–138, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.hlpt.2020.04.005.
- [8] P. Ponce, E. O. Lopez, and A. Molina, 'Implementing robotic platforms for therapies using qualitative factors in Mexico', *Lect. Notes Comput. Sci. Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinforma.*, vol. 12015 LNCS, pp. 123–131, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-54407-2_11.
- [9] P. Bremner and U. Leonards, 'Iconic Gestures for Robot Avatars, Recognition and Integration with Speech', *Front. Psychol.*, vol. 7, 2016, Accessed: Apr. 29, 2022. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2016.00183>
- [10] S. Łukasik, S. Tobis, S. Kropińska, and A. Suwalska, 'Role of Assistive Robots in the Care of Older People: Survey Study Among Medical and Nursing Students', *J. Med. Internet Res.*, vol. 22, no. 8, p. e18003, Aug. 2020, doi: 10.2196/18003.
- [11] 'An Internet of Robotic Things System for combating coronavirus disease pandemic (COVID-19) | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore'. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9329310> (accessed Apr. 29, 2022).
- [12] M. Podpora, A. Gardecki, R. Beniak, B. Klin, J. L. Vicario, and A. Kawala-Sterniuk, 'Human Interaction Smart Subsystem-Extending Speech-Based Human-Robot Interaction Systems with an Implementation of External Smart Sensors', *Sensors*, vol. 20, no. 8, p. E2376, Apr. 2020, doi: 10.3390/s20082376.





Leyendo la mente: Una aplicación más de la inteligencia artificial.

Autores: MSc. Diego López Bernal, Dr. David Balderas Silva, Dr. Pedro Ponce Cruz

Correo electrónico: lopezbernal.d@tec.mx, dc.balderassilva@tec.mx, pedro.ponce@tec.mx

Departamento: Ingeniería Mecatrónica

Grupo de enfoque (investigación): Innovación de productos

Escuela: Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Ciudad de México, México.

Palabras clave (Hashtags): #BCI #EEG #mente #IA

¿A quién no le gustaría tener el super poder de leer la mente? Tan solo imaginemos esa posibilidad. Ver a otra persona y tener la capacidad de averiguar que es lo que siente, que es lo que dirá a continuación o cual será su siguiente movimiento. Suena increíble, ¿no? Lamentablemente, para el ser humano per se, esto es imposible, y es que el cerebro es el órgano más complejo y fascinante que poseemos.

Esta estructura de tan solo 1300-1400 gramos es la responsable de producir e interpretar todo lo que nos rodea. Toda la información que recabamos a través de nuestros sentidos es decodificada e interpretada a través del cerebro y, a su vez, toda la información que emerge de nosotros ya sea en movimientos o en palabras, es primeramente originada en este mismo órgano. Sin embargo, a pesar de que el ser humano no es capaz de leer los complejos procesos que suceden en el interior del cerebro, sí ha sido capaz de desarrollar herramientas, como la inteligencia artificial (IA), que pueden acercarlo a lograr su objetivo.

Actualmente, la inteligencia artificial y, particularmente, el llamado “machine learning” (aprendizaje por máquina) es parte de nuestra vida cotidiana. Podemos observar diversas aplicaciones de esta tecnología en herramientas como Alexa de Amazon, Siri, automóviles autónomos y algoritmos de recomendación como los de Netflix e Instagram. Sorprendentemente y de manera muy simplificada, la base del proceso que le permite a Siri saber que es lo que estás diciendo es la misma base que nos está acercando cada vez más a ser capaces de leer la mente humana.

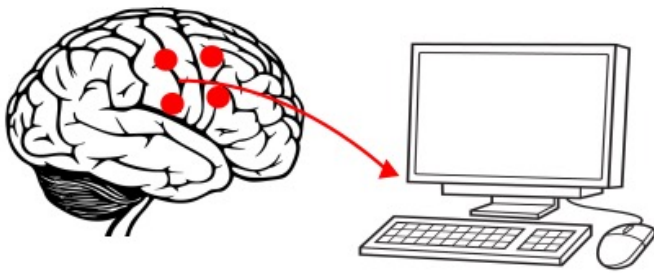


Figura 1. Comunicación entre la mente humana y computadoras.

Para que el ser humano sea capaz de producir algún pensamiento o acción debe darse una comunicación entre neuronas. Dicha comunicación produce una pequeña señal eléctrica, que, de ser medida y clasificada, nos podría indicar cuál es la acción que la persona en cuestión busca realizar [1]. La tecnología que nos permite realizar esta tarea se denomina Interfaz Cerebro Computador (BCI por sus siglas en inglés), la cual busca crear una conexión entre el cerebro humano y un equipo de cómputo, como se puede observar en la figura 1. Hay diversas modalidades de las BCI para medir estos pulsos eléctricos, las cuáles están principalmente clasificadas en dos tipos: invasivas y no invasivas [2].

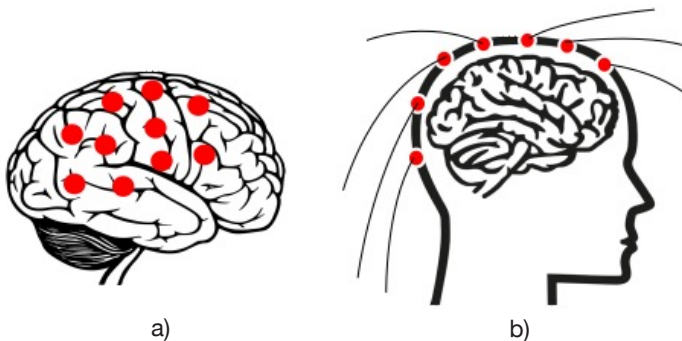


Figura 2. a) Proceso invasivo al poner electrodos en el cerebro. b) Proceso no invasivo al poner electrodos sobre el cráneo.

Las técnicas no invasivas (figura 2b) son aquellas que se llevarán a cabo sin procedimiento quirúrgico. Los dos procedimientos no invasivos más utilizados actualmente para la decodificación de señales cerebrales son la resonancia magnética funcional (fMRI por sus siglas en inglés) y el electroencefalograma (EEG por sus siglas en inglés). A través de la fMRI [3] se puede observar un mapa funcional del cerebro, localizando así las zonas donde la mayor actividad cerebral esté ocurriendo al momento de llevar a cabo una acción determinada. Por otro lado, el EEG [2] consiste en situar electrodos en puntos estratégicos por encima del cráneo para así detectar los pulsos eléctricos sincronizados de las neuronas que se activan en conjunto cuando se realiza una acción. No obstante, ambos métodos tienen ciertas desventajas. Por ejemplo, la fMRI requiere de equipo altamente especializado y costoso, mientras que el EEG, al ser un sistema que se coloca por encima del cráneo, puede llegar a captar mucho ruido dentro de la señal principal,

ocasionando así grandes complejidades al momento de interpretarla.

Más allá de estas técnicas, si se busca medir la actividad cerebral con mayor precisión, se puede optar por las técnicas invasivas (figura 2a). Estos procedimientos consisten en medir los pulsos eléctricos desde dentro del cráneo, lo cual conlleva un proceso quirúrgico que, además de ser costoso, implica mucho mayor riesgo que los procesos no invasivos. Actualmente, uno de los proyectos más conocidos dentro de esta rama es Neuralink, de Elon Musk [4], que busca formar una conexión directa entre el cerebro y dispositivos electrónicos externos a través de un implante cerebral.

Ya sea que se opte por técnicas BCI invasivas o no invasivas, dependiendo del riesgo y costo que se esté dispuesto a asumir, la adquisición de las señales cerebrales es solo el primer paso para decodificar nuestra mente. Una vez que se tiene la señal, se debe preprocesar para limpiarla y quedarnos únicamente con el componente principal de la misma, así como realizar un procedimiento de extracción de características que nos permitirá extraer las partes más representativas de la señal y descartar la información menos relevante.

Una vez que las características más relevantes de la señal se extraen, se pueden utilizar diversos algoritmos de aprendizaje de máquina para clasificarla y así conocer cuál es la acción en la que el sujeto pensaba. Algunos de los algorit-

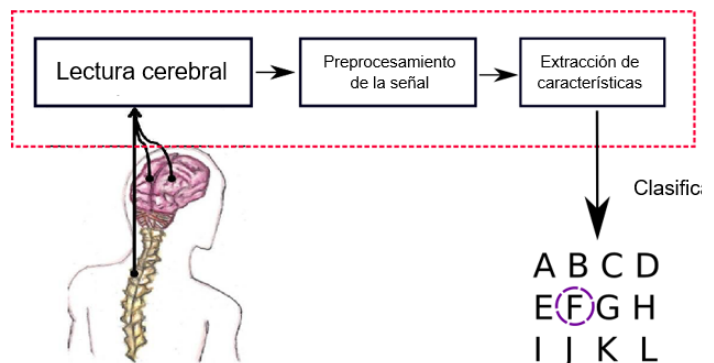


Figura 3. Componentes básicos de las Interfaces Cerebro Computadora

mos más utilizados son las máquinas de soporte vectorial, vecino más cercano, agrupamiento por similitud, redes neuronales, entre otros.


Utilizando el proceso mencionado anteriormente (figura 3), el cual, en general, cuenta de 4 pasos principales (1. Lectura cerebral; 2. Preprocesamiento de señal; 3. Extracción de características; 4. Clasificación) se ha logrado leer la mente y decodificar el pensamiento en diversos experimentos [5]. Por ejemplo, miembros de la Universidad Médica de la Fuerza aérea en China han logrado clasificar señales de EEG para detectar patrones epilépticos [6]. También, investigadores en la Universidad de Toronto, a través del análisis de EEG, han logrado reproducir imágenes de lo que algunos sujetos vieron en determinados

momentos [7]. Por otro lado, tenemos al automóvil concepto Nissan IMx Kuro, el cual cuenta con un sistema de clasificación de EEG que ayuda a aumentar el tiempo de reacción del vehículo; así cuando el conductor piensa en frenar, el auto se adelanta a dicha acción aunque el conductor aún no haya pisado el pedal del freno [8]. Otro ejemplo es la decodificación del habla imaginada, cuyo objetivo es poder convertir los pensamientos en texto, así como ya se hace con los traductores de voz a texto [2]. Sin embargo, esta aplicación se ha encontrado con diversas complicaciones y aún está muy lejos de verse plasmada en la vida cotidiana.

La lectura de la mente a través de las Interfaces Cerebro Computadora tiene potencial para ser aplicada a diversas áreas. Ya sean aplicaciones médicas para la detección de enfermedades o aplicaciones ingenieriles para el control de dispositivos externos, entre muchas otras. No obstante, a pesar de ser una de las áreas de investiga-



Figura 4. Reconstrucción de imágenes a través de BCI realizada por la Universidad de Toronto y obtenido de [7].

ción de mayor interés actual, aún queda mucho camino por recorrer para lograr que el ser humano, con ayuda de esta tecnología, pueda ser capaz de leer e interpretar los pensamientos de manera cotidiana. 

Referencias

- [1] Graham, D. (2021). *An Internet in Your Head: A New Paradigm for how the Brain Works*. Columbia University Press.
- [2] Lopez-Bernal, D., Balderas, D., Ponce, P., & Molina, A. A State-of-the-art review of EEG-based imagined speech decoding. *Frontiers in Human Neuroscience*, 218.
- [3] Sorger, B., & Goebel, R. (2020). Real-time fMRI for brain-computer interfacing. *Handbook of clinical neurology*, 168, 289-302.
- [4] Fiani, B., Reardon, T., Ayres, B., Cline, D., & Sitto, S. R. (2021). An Examination of Prospective Uses and Future Directions of Neuralink: The Brain-Machine Interface. *Cureus*, 13(3).

- [5] Balderas, D., Ponce, P., Lopez-Bernal, D., & Molina, A. (2021). Education 4.0: Teaching the Basis of Motor Imagery Classification Algorithms for Brain-Computer Interfaces. *Future Internet*, 13(8), 202.
- [6] Zhou, D., & Li, X. (2020). Epilepsy EEG signal classification algorithm based on improved RBF. *Frontiers in Neuroscience*, 14, 606.
- [7] Nemrodov, D., Niemeier, M., Patel, A., & Nestor, A. (2018). The neural dynamics of facial identity processing: insights from EEG-based pattern analysis and image reconstruction. *Eneuro*, 5(1).
- [8] Karanasiou, A. (2020). *On Being Transhuman: Commercial BCIs and the Quest for Autonomy*. The Cambridge Handbook of the Law of Algorithms (CUP 2020).

Anexo

Resumen:

La inteligencia artificial es el siguiente gran paso para una revolución industrial. Dicha tecnología es actualmente utilizada por muchos dispositivos de la vida cotidiana, desde celulares y automóviles, hasta redes sociales. Dentro de esta área, las Interfaces Cerebro Computadora son consideradas de gran interés debido a que a través de ellas podemos leer y decodificar el pensamiento del ser humano. Esto abre la puerta a diversas aplicaciones, que pueden ir desde la rehabilitación de pacientes y detección de enfermedades hasta el control de dispositivos externos para simplificar y optimizar diversas actividades humanas.

Importancia de investigación:

La lectura y decodificación del pensamiento a través de las Interfaces Cerebro Computadora puede ser utilizada en la industria médica e ingenieril para optimizar y simplificar diversas tareas y aplicaciones.

Disciplina: Ingeniería y Ciencias.

Área: Ingeniería, Medicina, Ciencias, Matemáticas, Computación.

Industria: Médica e Ingeniería de Control.



Entrevista con el Dr. Kenneth Polasko

Doctor en Filosofía - Ingeniería Eléctrica Dirección y gestión de un fondo de investigación centrado en la solución de problemas estatales. Director de Investigación y Comercialización de Tecnología.

El Dr. Kenneth Polasko trabaja como investigador en Arizona State University, es un profesional informado, experimentado y ético en el ámbito de las patentes, las empresas de nueva creación y las asociaciones empresariales; además, forma parte de la Junta de Regentes de Arizona en donde entre varias de las actividades que se desarrollan se promueve el descubrimiento, la aplicación y la difusión de nuevos conocimientos; se extienden beneficios de las actividades universitarias a los ciudadanos de Arizona; y se maximizan los beneficios derivados de la inversión del estado en educación ⁽¹⁾.

La Junta de Regentes de Arizona proporciona liderazgo y una voz unificadora en temas clave de la educación superior e influye en la política pública a través de la promoción de iniciativas fundadas en la investigación basada en la evidencia. Las sinergias entre el sistema de educación superior desempeñan papeles clave como socios principales en el desarrollo económico del estado y el avance de la comunidad.

⁽¹⁾ <https://www.azregents.edu/>

Por: Andrea Domínguez, Isabel Garduño y Pedro Ponce.

Andrea: ¿Cómo se da la vinculación entre investigación y fondos gubernamentales?

Kenneth: Creo que una de las dimensiones clave es ¿Cómo comunicar este tipo de trabajo a la comunidad? Para que vean el valor que las universidades pueden aportar a la comunidad local. Creo que es bueno que te involucres en los aspectos de la comunicación de un programa como este para impactar en la comunidad, porque es absolutamente crítico.

Una de las cosas que hemos descubierto aquí en los Estados Unidos es que normalmente las universidades hablan de que estamos resolviendo grandes problemas. Como, por ejemplo, sobre el cáncer las universidades dicen: ¡Hey, hemos encontrado una cura potencial para el cáncer en una placa de Petri! y en los Estados Unidos, la gente ha escuchado eso tantas veces, que no genera ninguna emoción o motivación porque, puedes decir algo que mata las células cancerosas en una placa de Petri, pero se necesitan 30 años para conseguir un medicamento. Así que, cuando oyen cosas como que hemos encontrado el agujero negro, o que estamos resolviendo la crisis energética o la pobreza y... ¡está bien! no me malinterpreten, esos son temas importantes que las universidades deben buscar resolver, pero no tienen tanto impacto cuando los ciudadanos locales lo oyen.

En nuestro caso, la legislación de Arizona escucharía todo esto y después de cinco, diez, quince o veinte años, diría “bueno, lo mantendremos en nuestra agenda, pero no hay nada que termine con nuestras vidas que podamos ver en el día a día”. Y eso es lo que nos llevó a intentar averiguar cómo podemos tener más impacto en los ciudadanos, sus problemas específicos y la manera en que lo vamos a comunicar.

¿Cómo se supone que hay que hacerle con estos u otros problemas a largo plazo que el gobierno federal financia? Y no me malinterpreten, estos temas son importantes, las

universidades necesitan trabajar en ellos. Pero los problemas a largo plazo no tienen tanto impacto en los ciudadanos y lo que es más importante, la legislación del Estado de Arizona da a las Universidades una buena cantidad de dinero, no más que el gobierno federal, pero les da mucho dinero, por lo que realmente uno quiere ver que son capaces de decir las Universidades y cómo añaden valor en la resolución de los problemas del estado. Y quiero separar eso de los componentes educativos, así que ciertamente las Universidades proporcionan mucho valor al educar a los estudiantes. Y nuestra legislación reconoce eso, pero de lo que estoy hablando específicamente es de la investigación que es en donde tenemos un problema o algunos desafíos con la comunicación hacia la legislación. Así que ahí es donde me voy a enfocar en el objetivo de este programa.

Andrea: Desde su perspectiva ¿Cuáles son los 3 problemas de ingeniería más importantes que hay que resolver?

Kenneth: Hoy me centraré en el planteamiento de los problemas de Arizona. Plantear el problema es la clave porque ahí es donde los investigadores van a centrar su energía y su creatividad, en el planteamiento del problema, así que, para obtener el planteamiento del problema, acudimos a las personas que viven los problemas en el día a día, como son los organismos estatales aquí en Arizona, por ejemplo: El departamento de calidad ambiental de Arizona, el departamento de servicios de salud de Arizona. Estas agencias estatales de Arizona están trabajando en los problemas del medio ambiente: la cantidad y la calidad del agua, la calidad del aire porque tenemos problemas con las partículas de ozono, y están trabajando con el departamento de salud de Arizona, porque tenemos un problema muy localizado, llamado fiebre del Valle, no sé si probablemente conoces ese término, pero es algo que sólo ocurre en áreas muy secas como el desierto, así que dos tercios de la fiebre del Valle ocurren

en Arizona, y algunos en California, creo que también hay en México, tal vez se llama de otra manera, pero debido a que dos tercios de los casos están en Arizona el Gobierno Federal no financia nada de eso, así que para obtener la declaración del problema, vamos a las agencias estatales a plantear y preguntar ¿cuáles son sus mayores problemas?

Entonces las agencias estatales nos muestran los problemas que están enfrentando, la información que ha sido publicada, y algunos artículos de prensa en medios locales que hablan del problema.

La fiebre del valle fue uno de los problemas que dijeron que era un gran problema, asociado con el polvo, pues la fiebre del valle sucede por un hongo en el que las esporas son transportadas en el polvo que se levanta por el viento.

Otro problema es el ozono debido al tráfico y la temperatura en nuestro medio ambiente tenemos una gran cantidad de ozono que es muy malo para las personas que tienen problemas respiratorios. Otro problema es el agua contaminada.

Entonces estas declaraciones de los problemas vienen de la Agencia Estatal y es la forma en la que definimos lo que es importante para Arizona. Estamos utilizando esta experiencia en lugar de la Universidad tratando de llegar a los problemas. Acudimos a las personas que están a cargo y a las que se les paga día a día para que traten de resolver estos problemas.

Isabel: Tengo otra duda y está más relacionada con la parte del desarrollo tecnológico, el Dr. Ponce nos dijo que usted es un experto en toda esta parte de cómo se hace esto, y cómo se prueban estos desarrollos tecnológicos, en el cómo se consiguen las patentes y cómo se hace esta parte de la investigación. Entonces, en esa parte entiendo que la ética es algo relevante. En ese caso, ¿cómo se aborda la parte de la ética en estos elementos de los que usted está hablando y la financiación del Estado. ¿Cómo se aborda esa parte?

Kenneth: Es una muy buena pregunta, pues cuando financiamos estas cosas el beneficio es del estado, tienes toda la razón, si financiamos estas investigaciones sobre un problema del estado digamos que llegamos a una solución realmente buena que podemos patentar en cierto sentido hay un poco de problema ético si llegamos a una solución y la universidad la patenta, teóricamente tendríamos que pedir a quien la usa o comercializa o al estado que la está usando que nos pague un derecho, en ese caso, creo que se crearían problemas porque los políticos del estado pensarían que han financiado esta investigación y luego tienen que pagar una regalía por utilizarla. Así que, si se diera esa situación, sin duda, se llegaría a un acuerdo para utilizar la tecnología y no cobrar nuestra regalía para evitar el dilema de que el estado pagó por la investigación y luego se vuelve a pagar con la regalía por encima de eso.

Andrea: ¿Cuál sería un posible modelo para vincular este debate a mejores políticas públicas?

"Si me dieran una hora para salvar el planeta, dedicaría 59 minutos definiendo el problema y un minuto resolviéndolo".

— Albert Einstein

Kenneth: Una de las cosas, desde el punto de vista de la política, es que hemos salido de la comunidad. El estado de Arizona está formado por muchas comunidades pequeñas, como Buckeye, Flagstaff y otras, hemos acudido a los políticos y hemos profundizado en el pensamiento en términos de opciones políticas y así tenemos muchos políticos que dicen: Tenemos grandes problemas con el agua, ¿Cuáles son las opciones que nos pueden ayudar a resolver estos problemas que tenemos? Y a ellos les resulta valioso contar con especialistas universitarios innovadores que les indiquen las opciones que existen, por lo que han descubierto que esa es una forma en la que nosotros podemos aportar valor desde una perspectiva política.

Una de las cosas que tratamos de evitar son las recomendaciones políticas específicas y la razón por la que tratamos de mantenernos al margen de las cuestiones políticas, es que la política puede ser muy compleja y hay muchas partes interesadas. Debemos tener cuidado de que los políticos no utilicen a la universidad y lo que quiero decir es que un político podría decir: “Esto es lo que deberías hacer” por lo que, no podemos ponernos en esa situación de tener que tomar esa decisión tan difícil de acatar. Lo que queremos hacer es darles opciones, ellos son los políticos, ellos tienen todas las complejidades, esa es realmente su decisión. Las universidades aportan cuál sería la mejor manera de resolver porque en la mayoría de las veces no hay una mejor manera, depende de cómo se mire la solución del problema. Esto tiende a ser complejo en el ámbito de la política, por lo que para este programa tendemos a mantenernos alejados de cualquier proyecto en el que nos gustaría dar una recomendación política específica y decir, aquí están las opciones y aquí están las ventajas y desventajas de las diferentes opciones y dejar que el proceso político, tome una decisión.

Isabel: En esta parte del trabajo con las Universidades en el caso de México y Arizona ¿Cuáles son los principales retos? porque por ejemplo aquí en el Tec de Monterrey y Arizona sabemos que hay cierta colaboración entre las Universidades, pero hablando de manera más general ¿Cuál es el principal reto desde su perspectiva en cuanto a esta colaboración México y Arizona ¿A qué retos se enfrentan en la colaboración entre estas universidades?

Kenneth: Hablando de colaboración entre países creo que en Arizona estamos muy abiertos a la colaboración con México.

En Arizona tenemos tres universidades estatales: La Universidad de Arizona en Tucson, la Universidad del Norte de Arizona que está en Flagstaff y la Universidad del Estado de Arizona que está en Phoenix, esas universidades tienen presidentes diferentes y hay mucha competencia entre ellas, en muchos casos no les gusta trabajar en conjunto porque quieren todo el crédito exclusivo para obtener fondos. Sin embargo, en una buena investigación lo que tenemos que hacer, es juntar al mejor equipo de investigación, porque, volviendo a los problemas, no hay una solución única, o una bala de plata única.

Así que, ofrecemos incentivos financieros y establecemos que el equipo de investigación incluya investigadores de al menos dos universidades, idealmente, de las tres universidades, a través del proceso de financiación. Pensamos en esta solución, para poder atraer a la mejor gente, los mejores investigadores, la mejor infraestructura, equipo y laboratorio, porque las diferentes universidades, tienen diferentes conjuntos de equipos. Esto nos asegura atraer al mejor equipo para abordar los problemas.

Isabel: En ese caso, la forma de generar esta parte de la sinergia, es decir: ¿lanzas propuestas de colaboración entre universidades o cómo hacen estas colaboraciones entre universidades?

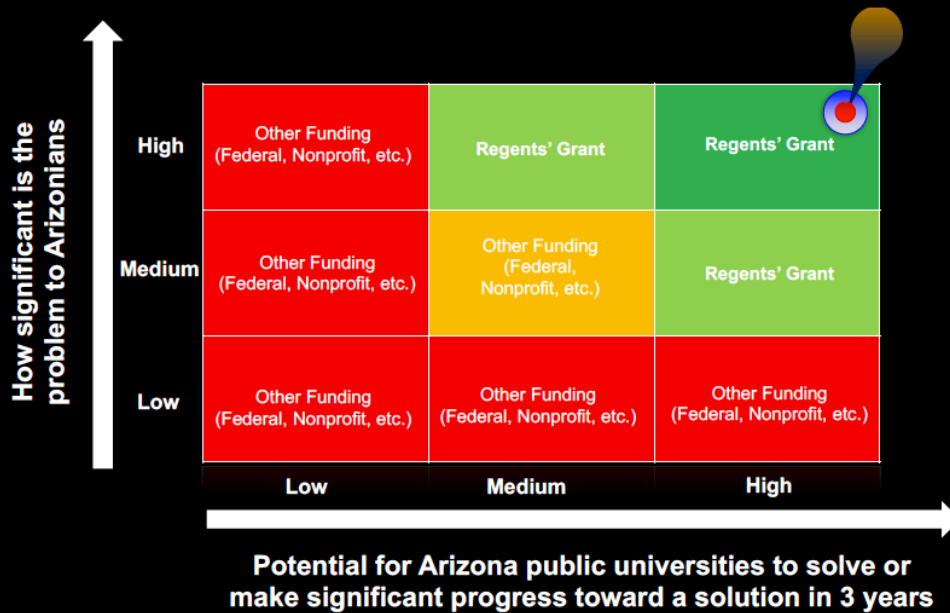
Kenneth: Vamos a cada universidad y asignamos a alguien de la oficina de vicesidencia e investigación. Porque siempre hay preguntas que la facultad tiene que hacer para entender la naturaleza de los problemas, nunca hay una comunicación perfecta, así que tenemos una sesión de preguntas y respuestas con las agencias estatales y la facultad administrativa. Una vez que se entiende lo que la agencia está pidiendo, el mandato de financiación establece que el equipo tiene que incluir al menos dos universidades, si no las tres, requisito indispensable. Si quieren obtener el dinero, tiene que ser un equipo que incluya a varias universidades y no puede ser una propuesta de investigación de una sola institución.

Entonces recibimos las propuestas de investigación y las revisamos, la revisión más importante la envío a la agencia estatal, así que la agencia estatal que propuso el planteamiento del problema califica las propuestas y luego me las devuelve, y se elige a la mejor calificada en la propuesta de investigación para financiar.

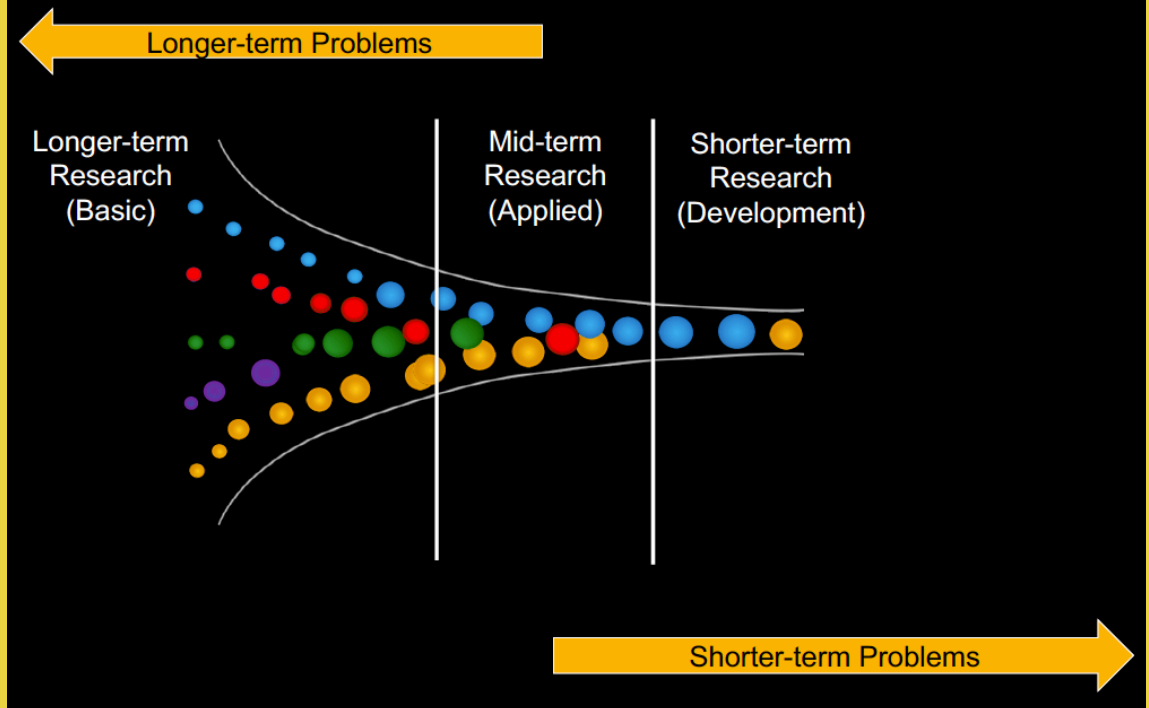
Alternatively: Maybe We Should Spend 70% of Our Time On Defining The Problem And 30% On What A Short-term Solution Might Look Like



Regents' Grants Problem Statement Matrix



Academic Research Pipeline



La otra cosa que quiero mencionarles sobre estas propuestas es ¿Cómo tener impacto? Aquí en los EE. UU. a muchos de los profesores les gusta pensar en problemas a largo plazo, ya saben, resolver la pobreza o conseguir una colonia en Marte, y nosotros les decimos a los profesores que queremos que propongan la solución a tres años, así que centramos su atención en una solución a corto plazo, en lugar de pensar en una solución de cinco o diez años.

Esta es una parte clave. ¿Cómo pensamos en una solución? La mayoría de las veces, cuando voy a la facultad en los Estados Unidos y digo, por ejemplo: La fiebre del valle es un hongo que se mete en los pulmones, y mata a la gente, mata a un buen número de personas, es una enfermedad realmente mala, pero es local aquí en Arizona, así que cuando voy a la facultad, y digo ¿Cuál es la solución para la fiebre del valle? Bueno, lo primero que piensan es, bueno, hagamos una vacuna que es una solución, ¿verdad? Pero las vacunas pueden tardar diez años, y no vas a conseguir una vacuna en tres años así que, aunque tengan la solución, no financiaremos eso, la mayoría de los fondos van a eso, pero ¿qué tal un diagnóstico? Podemos detectar la fiebre del valle antes o más rápido, de nuevo eso va a llevar más de tres años, la tercera que se les ocurrió también, fue crear un anti-hongo para matar el hongo dentro de tus pulmones, de nuevo estas son

soluciones a largo plazo que deben ser perseguidas pero va a llevar mucho tiempo para que lleguen al mercado, así que cambiamos la forma en que nuestros investigadores piensan en las soluciones en lugar de pensar en el largo plazo, los tenemos pensando en la solución a corto plazo.

Si este hongo está en el desierto, en la tierra, entonces ¿qué es posible? Podemos cercar el área, esa es una solución a corto plazo, no dejar que la gente camine en el área, pero cuando el viento se levanta todavía recoge las esporas y el polvo, y la gente seguirá entrando, es una especie de solución, pero no realmente. Lo que se nos ocurrió en ingeniería fue llamar punto caliente al área que tenga la fiebre del valle, en ese punto caliente rociamos una fina capa de cemento sobre la zona y cuando el viento sopla, no recoge las esporas, por lo que es una solución a corto plazo que podemos realizar en tres años. Así tratamos de comunicar a la facultad lo que realmente estamos buscando. Tal vez no sea la solución perfecta para el problema, pero es una solución en tres años que el periódico local puede publicar, pues tenemos datos. Creo que una parte crítica en el proceso de tener impacto es conseguir que tus investigadores se centren en una especie de soluciones prácticas a corto y medio plazo en lugar de una especie de soluciones ideales a largo plazo.

Andrea: Me gustaría saber si se está trabajando en un proyecto de transferencia de tecnología con México.

Ahora mismo no tenemos proyectos de transferencia de tecnología. Me gustaría poder trabajar sobre este punto. Lo que hacemos actualmente en los EE. UU. para mantener el polvo abajo en los sitios de construcción es que tomamos un gran camión de agua y rociamos agua cada hora sobre estos sitios hasta que baja el polvo, esto no es un buen uso del agua, entonces si ya tenemos la tecnología para poner una capa delgada de cemento sobre el polvo y que se quede ahí por semanas, repliquemos la tecnología a otras áreas de interés. Si algo bueno sale de todo me encantaría imaginar que esta solución, de la fiebre del valle, se replique en sitios de construcción hasta que no haya polvo. También tenemos monitoreo de ozono, estamos armando un muy buen modelo de radar por satélite, aquí está el ozono, aquí está cómo se está moviendo, nos encanta tener estos resultados y averiguar cómo podríamos compartirlos con México de alguna manera. Es un poco prematuro hacer conexiones, pero no tenemos la solución a corto plazo.

Andrea: ¿Y cuáles serían las reglas básicas para fomentar esta transferencia de tecnología? Si el gobierno de Baja California tuviera el problema de esta fiebre del valle y quiere ponerse en contacto con ustedes, ¿Cuáles serían las reglas básicas para ponerse en contacto?

Kenneth: Esta es una buena pregunta porque se trata de un tema relacionado con la salud, y hay un componente ético suponiendo que tenemos una solución para la fiebre del valle. California podría cobrar, así que aquí hay un pequeño dilema ético. Y es nuestra responsabilidad dar la tecnología a donde sea que ayude a la gente, eso es lo correcto, y es algo que aún no hemos resuelto. Mi tendencia para las cosas relacionadas con la salud es regalarlo. Es por el bien de la sociedad. Ese será mi punto de vista, tal vez le cobremos un diez por ciento en regalías. Ahí es donde vendrá el dilema ético. Habrá gente que dirá, no debemos hacer dinero de esto, pero creo que se puede hacer de una manera diferente. Mostrar que la gente de Arizona está haciendo una cosa buena para otra gente fuera del estado.

P.Ponce: Todo el tiempo los investigadores están acostumbrados a crear investigaciones a

largo plazo, tú te propones crear soluciones en sólo tres años. Es una estructura y organización muy diferente a la que hay que hacer para conseguir una solución en tres años. ¿Cómo lo están haciendo y cómo están involucrando a otros investigadores?

Kenneth: Es algo en que tenemos que trabajar mucho. Muchas universidades piensan en las soluciones ideales a largo plazo, el gobierno federal financia mucho de eso aquí en Estados Unidos, así que realmente tenemos que cambiar la forma en que el profesorado piensa en los problemas. Puedes pasar de cinco a diez años trabajando en una vacuna, eso es bueno y es importante, pero para llamar la atención del legislador estatal (porque diez o cinco años no les impactan) tenemos que decir que tenemos una solución en tres años, porque la palabra solución tiene muchos significados diferentes. Hay una solución a corto plazo, una solución a medio plazo y una solución a largo plazo. Y creo que una universidad debe trabajar en todas ellas simultáneamente. Las soluciones a corto plazo son cosas sobre las que podemos escribir artículos en los periódicos, y luego podemos ir al legislador y decirle: mira el valor de la Universidad. Podemos resolver estas soluciones a corto plazo. Entonces, ellos pueden decir: -Vamos a dar más dinero para ayudar a mover ese tipo de soluciones. Tienes toda la razón, hay un reto, las encuestas que recibo del profesorado, es que gustan de estos programas a corto plazo, porque les gusta hacer investigación que va a impactar en la comunidad local, realmente les gusta. Así que pusimos una muy buena financiación en ello. Tres años de financiación garantizada para ayudar a los estudiantes de doctorado o postdoctorado. Aunque muchas veces estos proyectos no son del tipo que consigan una gran publicación o aparecer en revistas de renombre, porque tienden a ser de más corta duración. También solicitamos programas de diez años para el profesorado.

P.Ponce: Estaba leyendo esta noticia sobre la fiebre del valle y la solución que propusiste para mí fue sorprendente. Ver cómo están conectando los problemas reales con los investigadores, y cómo están creando en un periodo muy corto de tiempo soluciones reales que pueden ser desplegadas, así que mi pregunta es: ¿Cómo es la reacción de la comunidad cuando leen este tipo de noticias? ¿Y cómo perciben a la universidad en términos de investigación?

Kenneth: Aquí en Arizona si dices fiebre del valle casi todos la han tenido o algún familiar de ellos la ha tenido también. Es un término con el que están familiarizados, lo conocen en Arizona, saben que puede ser malo, así que lo reconocen de inmediato, así que se preguntan ¿Cómo se deben gastar mis impuestos? Y se responden Ah esa es una buena manera de gastar mis impuestos. Cuando vas a la persona promedio y ve que se va a comprar una supercomputadora con sus impuestos, lo ven inútil. No ven el impacto que tiene en sus vidas, es muy especializado por lo que no tiene ese impacto con la comunidad. Es muy importante, pero es muy difícil transmitirlo al ciudadano promedio, así que nos mantenemos alejados de ese tipo de cosas. Tiene que ser un problema con el que el ciudadano medio pueda relacionarse, que entienda la terminología, y que sea algo con lo que esté familiarizado, y que sea una buena forma de gastar sus impuestos.

P.Ponce: Me imagino que los investigadores sienten una recompensa diferente cuando realizan este tipo de trabajos. Están ayudando a personas reales que pueden utilizar de forma masiva la solución.

Kenneth: Hicimos una encuesta y ahí la facultad responde que le gusta este programa, no porque nos den una buena cantidad de dinero, no porque sea una financiación garantizada por tres años, dicen que les gusta mucho porque sienten que están ayudando a su comunidad, y el prestigio que reciben, porque siempre se realizan entrevistas a la facultad, aparecen en el periódico local, y eso les encanta, porque sus vecinos leen sobre ellos y les preguntan. Eso es un verdadero incentivo para el profesorado, aunque se trate de una investigación a corto plazo, no es algo con lo que van a ganar el Premio Nobel, pero les proporciona valor desde una dimensión diferente. Están haciendo algo que va a tener un impacto durante los próximos tres años. No es algo que se pueda hacer a diez años.

P.Ponce: ¿Cuántos proyectos llevan a cabo al año?

Kenneth: Estamos financiando cinco proyectos, mencioné las dos agencias estatales, el departamento de calidad ambiental de Arizona y el departamento de servicios de salud de Arizona. Y ahora fui al departamento de gestión de incendios y bosques de Arizona y les pregunté cuáles son sus problemas, porque el ciudadano promedio entiende de incendios

y verán que sus impuestos están bien gastados. Así que esa es la siguiente agencia con la que estamos trabajando. También estamos trabajando en la calidad del agua de Arizona y los recursos hídricos.

Tratamos de mantenernos alejados, por ejemplo, del departamento que se ocupa de las prisiones, porque eso ocupa una dimensión política.

Ha habido algunos legisladores que han pensado en esto, y nos consideran como un grupo de reflexión para las agencias, así cuando una de las agencias estatales tiene un problema y no sabe qué hacer, porque no tiene la experiencia técnica, esto va a las universidades, se propone el problema y se puede financiar, así que somos una especie de grupo de reflexión para los problemas del estado.


Andrea: Un mensaje de futuro para las próximas generaciones de ingenieros

Kenneth: Los ingenieros tienden a ser muy cuantitativos en los números y cosas así. Pero si se les da la oportunidad, todo el mundo quiere ayudar a sus conciudadanos, creo que eso es un verdadero motivador para la gente. Dar la oportunidad de encontrar soluciones a medio plazo es un verdadero motivador y es algo que a los ingenieros y científicos les encantaría tener. El problema suele ser la financiación, nosotros hemos tenido la suerte de contar con el dinero que viene del Estado. Nuestras regiones están muy contentas con el programa.

Acudimos a la agencia estatal y le pedimos que asigne un mentor o un experto en el área, como mentor del equipo de investigación. El mentor proporciona retroalimentación, conocimiento o responde preguntas que surgen, así cuando llegamos a la revisión anual, o revisión del proyecto, les hago saber a los investigadores que voy a volver al mentor y le voy a preguntar cómo los van a calificar, para asegurar que mantienen una buena relación con la agencia estatal.

Te daré otra dimensión de esto para que lo sepas. Nuestro mayor problema cuando pusimos en marcha este programa fue la presidencia de las universidades, porque lo normal era darles el dinero y ellos lo gastaban como querían. No les gustaba que tuviéramos el control de ese dinero. Nuestro argumento era que todos estamos trabajando con la comunidad y las universidades están trabajando con

la comunidad, pero están trabajando a un nivel diferente, en el que no están seguros de saber cómo comercializarlo, y eso fue un gran problema. Puedo decir que los profesores más veteranos que participaron en este programa dijeron que estamos añadiendo valor. No estamos duplicando proyectos o programas que ya existen en la universidad.

Al principio tuvimos mucha resistencia por parte de los administradores o dirigentes de este tipo de programas. Nosotros somos la universidad, somos los expertos en investigación, deberías darnos el dinero y dejarnos hacer la investigación, nuestra respuesta fue que llevaban más de 20 años haciendo eso y nosotros creemos que se están perdiendo de algo con la financiación de los problemas locales, creo que las universidades entendieron que se estaban perdiendo de algo, se estaban perdiendo del valor que podían añadir a la comunidad local, se dieron cuenta de eso. 

Más información

Andrea Dominguez: andrea@gaiabit.com

J. Isabel Méndez Garduño: isabelmendez@tec.mx

Pedro Ponce: pedro.ponce@tec.mx

Imágenes propiedad de Dr. Keneth Polasko.

Ei Expo ingenierías 2022

Ciudad de México, a 26 de mayo de 2022 –Con el propósito de inspirar e impulsar el desarrollo de proyectos de estudiantes del Tecnológico de Monterrey, la Escuela de Ingenierías y Ciencias realiza Expo Ingenierías, evento en el cual se presentan los mejores proyectos realizados durante el último semestre con posibilidad de transformarse en emprendimientos empresariales.

La exposición suele realizarse de manera presencial en diferentes campus del Tec pero no de manera simultánea.

Tiene cuatro iniciativas: Bio, Nano, Cyber y Nexus, mismas que están presentes en los diferentes programas académicos de la escuela.



Bioprocesos y Biología Sintética
NutriOMICS
Tecnologías Emergentes
Ingeniería Biomédica



Nanociencias y Nanotecnología
Nanomateriales
Nanosensores y Dispositivos



Aprendizaje Computacional
Manufactura avanzada
Innovación y Ciencias de datos
Optimización y Ciencia de Datos



Aprendizaje Computacional
Manufactura avanzada
Innovación y Ciencias de datos



**Robot Transportador de
Materiales Peligrosos
o Radioactivos**



MCs. Miguel Ramirez Cadena
Director Regional del
Departamento de Mecatrónica
Tecnológico de Monterrey,
Campus CCM



Dr. Martín Rogelio Bustamante
Coordinador del Posgrado en
Ciencias de la Ingeniería de la Región
Ciudad de México

Tratamos de hacer un círculo virtuoso con profesores, alumnos, empresas e institutos. “La idea principal es que los alumnos demuestren todo lo que han aprendido durante su carrera y a través de su profesor y la vinculación con los institutos u otros organismos gestores se puedan desarrollar proyectos valiosos para la comunidad”.

Por ejemplo en el área biomédica, aquí cerca del campus tenemos una gran cantidad de Institutos Nacionales de Medicina como: Cardiología, Nutrición, Enfermedades Respiratorias, Pediatría y con casi todos estos Institutos se están trabajando proyectos asociados.

Las carreras que aquí están representadas son: Ingeniero Biomédico, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero en Telecomunicaciones y Sistemas Digitales, Ingeniero Mecánico Eléctrico, Ingeniero en Desarrollo Sustentable y también hay proyectos tanto de Campus Santa Fe como de Campus Estado de México.

Se contó con la presencia del NAO TEAM CCM. El Dr. Edgar Omar López Caudana nos platicó sobre la creación de este equipo que comenzó en Agosto de 2014 con 6 alumnos y al día de hoy está conformado por más de 24 alumnos de Maestría y Doctorado de distintas carreras.

El equipo está involucrado en proyectos de investigación e innovación.

Los alumnos usan los robots para su interacción e implementación en diferentes contextos. Entre los objetivos que este equipo busca están: Acompañar a niños y adultos mayores en terapias de rehabilitación motora y ocupacionales, desarrollar innovaciones para y con el uso de robótica humanoide (no androide) y establecer estrategias de colaboración con instituciones de educación y salud en beneficio de audiencias diversas, entre otros. Han colaborado con el Fondo de Ayuda al Debil Mental, estableciendo esto como parte del servicio social que pueden realizar los alumnos.



Algunos de los Proyectos Destacados

Generación y Monitoreo de Trayectorias 3D sobre superficies regulares para Cobots UR.

Asesor: Dr. David Navarro Durán

Danya Ortega Cabrera / danyaortega@gmail.com

Hugo René Pérez Cabrera / hugo.rpc9@gmail.com

A. Adrian Toledano García / adrian.toledano@gmail.com


¿Qué herramientas de Software utilizaron para su proyecto? Utilizamos el lenguaje de programación del robot, *URScript*, lo que hicimos fue llevar a cabo una conversión de las poses (Posición y orientación que tiene que tener el efector), algunas de las áreas de aplicación son: la soldadura. Hay que recalcar que en este proyecto no se programaron las trayectorias individuales, nosotros hicimos un programa que convirtiera la información de un modelo CAD donde planeamos la trayectoria y la seleccionamos sobre una malla, para que eso lo convierta al código que entonces ejecuta el robot. Del modelo CAD exportamos a MATLAB, sobre ese lenguaje de programación dibujamos la trayectoria como si fuera un lienzo y de ahí lo pasamos a un simulador, una vez que sale bien la simulación lo exportamos a un *Parser*.

Además de MATLAB se utilizó Python y C entre otros. Un número aproximado de las horas dedicadas a este proyecto ronda las 600 hrs de trabajo.



Diseño de una Ortesis de Robótica Blanda para la asistencia en rehabilitación de dedos.

Asesor: Dr. Rubén Fuentes / joru.fua@tec.mx
 Alexis Martínez Esperón:
 María José Arellano Colombres
 Ingrid Genis Alvarez

Se capturan datos de distintos tipos de movimientos de rehabilitación con una banda que se coloca en la mano saludable (recolección de señales electromiográficas). La banda cuenta con 8 electrodos, posterior al procesamiento estos datos se meten a una red neuronal que es la encargada de categorizar tanto movimiento como velocidad, se utilizaron 2 redes neuronales para obtener los parámetros, todo esto se pasa a un sistema de control para que controle el guante. Las 4 diferentes poses de la mano que se tomaron son: flexión, extensión, abducción y reposo. Estas son las 4 salidas de la red neuronal. El proyecto se basa en la robótica blanda que se enfoca en usar materiales suaves para poder hacer movimientos como en los robots. Lo interesante es que el cuerpo de los actuadores está programado con el movimiento no con una computadora. Al recibir una señal de actuación los actuadores se mueven y se comportan de la manera que nosotros queramos. La robótica blanda es una tecnología muy vanguardista. En terminos de software se utilizó *Solidworks* para los actuadores y para la simulación de materiales hiper elásticos *Ansys* entre otros así como *Python*. Se usa un polímero flexible e impreso en 3D. 



Rubén Fuentes
 Director del Programa
 de Ingeniería Biomédica



Aplicador de Copa Menstrual
 Utiliza métodos de manufactura aditiva
 en conjunción con materiales
 flexibles y rígidos.



Proyecto Copa Menstrual
 Proyecto en colaboración con el
 Instituto Nacional de Pediatría
 e Instituto Nacional de Perinatología.



Frédéric Vacheron representante de la UNESCO en México, en e-tech

El señor Frédéric Vacheron desde hace 30 años trabaja en las Naciones Unidas, en el 2018 fue designado jefe de Oficina y representante de la UNESCO en México, es docente en Derecho e imparte clases en diversas Universidades.



Puebla de los Ángeles, a 07 de julio de 2022 –En el marco del evento de tecnología educativa e-Tech, tuvimos el honor de formular la siguiente pregunta al representante de la UNESCO en México.

Klaus: ¿Cómo se está abordando el tema de la ética y la inteligencia artificial en México y en el mundo?

FV: El tema de la Inteligencia Artificial y la ética ha sido recientemente un asunto muy relevante en la agenda de la UNESCO, porque el 25 de noviembre de 2021 se adoptó por consenso, una nueva recomendación sobre inteligencia artificial y ética que abarca a casi todos los campos del mandato de la UNESCO, es decir la ciencia, la educación, la cultura y la comunicación. Pero para concentrarnos un poco más en el tema de la educación, que es el de mayor relevancia de este importante evento, el e-Tech, podemos decir que la IA es una manera de mejorar los procesos de aprendizaje en el sentido en que la educación puede ser más personalizada y permita una instrucción más adaptada a cada estudiante, es aquí donde la IA prodiga una contribución muy importante.

Otro punto a tomar en cuenta es que es una nueva manera de introducir sistemas motivacionales para los alumnos, porque las herramientas digitales permiten realmente utilizar formas innovadoras de aprendizaje donde la motivación juega un papel crucial debido a que una de las causas del abandono escolar proviene de una falta de motivación y pertinencia o la percepción que se tiene de que la educación no va a servir y en eso también la IA ayuda mucho y finalmente también mejora los procesos de evaluación otro aspecto importante a destacar.

Inclusión Digital


Por otro lado, se debe evitar que en el uso de la IA no exista inclusión digital para apoyar a la población en general, porque en este sentido la IA crea nuevas brechas y aumenta las ya existentes. Es muy importante que exista una regulación y una relación ente políticas educativas y el desarrollo tecnológico de la IA. Quiero destacar, otro aspecto que es el de género porque en la arena científica no hay suficiente presencia de niñas y mujeres formadas académicamente en el área de ciencias y eso es justo lo que aumenta la brecha digital. Fomentar algoritmos que no solamente concentren sus esfuerzos en el hombre blanco privilegiado, que exista una política donde la IA fomente la presencia de las mujeres y sobre todo en la ciencia.

Debemos evaluar el manejo de los datos personales con los que hay que tener mucho cuidado para que no se haga un uso indebido de ellos especialmente con fines comerciales. La IA debe fomentar una ciencia abierta donde los conocimientos no se concentren en algunas instituciones o empresas, debe existir una política de conocimientos abiertos donde la IA acreciente el derecho a la ciencia que es un derecho básico.



Un aspecto muy preocupante son las noticias falsas o *fake news*, *fake science* o ciencia falsa que se difunde. Ahí la IA tiene una fuerza, pero también un riesgo importante sin un control, que en la mayoría de los países no existe. Para lidiar con este fenómeno, debemos tomar en cuenta la regulación que a veces es compleja porque no debemos poner en peligro la libertad de expresión, ya que puede ser un pretexto para controlarla y al mismo tiempo, debemos considerar la alfabetización mediática, para que las personas sean más conscientes de los riesgos y protegerse de esos algoritmos porque finalmente los creadores de algunos de ellos pueden difundir discursos de odio, patrones de discriminación y aquellos que no sean inclusivos, por lo que hay que tener mucho cuidado.

En cuanto a políticas de reclutamiento la IA excluye a un modelo de personas/candidatos porque no corresponden al modelo que es dominante y no inclusivo, en consecuencia, potencia la discriminación que debemos evitar a toda costa. Existen otros muchos desafíos en esa recomendación que les invito a leer pero bueno, son algunos de los que se van a discutir en e-Tech que agrupa a más de 60 empresas que están invirtiendo en educación y tecnología a las que debemos convencer de que inviertan también en la inclusión digital, aunque la rentabilidad de estas empresas es una cuestión básica de sobrevivencia y una prioridad, es importante que entiendan que sin la responsabilidad social, sin un enfoque de inclusión social pueden tener un problema de sostenibilidad que no solamente es económica, es también social por lo que vamos a convencer a las empresas participantes para que nos ayuden a reducir esas brechas digitales. Para ilustrar lo anterior mis colegas que trabajan en el área de educación me mencionaron cómo trabajan con las comunidades indígenas que tienen acceso a dispositivos digitales o de cómputo pero no cuentan con Wifi, pese a ello, buscan a toda costa lograr una conexión. El fenómeno de la migración ha hecho que estas comunidades tengan acceso a dispositivos tecnológicos lo que

ha generado que ellos tengan la voluntad de pertenecer al mundo digital y a la revolución digital, pero sin acceso a wifi, por lo que a veces tienen que pasar horas caminando para captar señal e incluirse en el mundo digital. Yo creo que con un poco de apoyo a esas comunidades podemos contribuir más a la educación universal, a la revolución digital y de esta forma ofrecer nuevas oportunidades a empresas que participen. 

Por Klaus.

Más información

Claudia Dominguez: claudia@gaiabit.com



L'Oréal y la UNESCO premiaron a las mejores científicas de México

En el marco de su 60 aniversario en México, L'Oréal sigue impulsando la ciencia y el empoderamiento femenino de las mujeres al reconocer a ocho científicas como parte del programa "Para las Mujeres en la Ciencia". A través del cual busca impulsar la representación de mujeres en el sector científico, además de premiar su talento y aportación al progreso del mundo.

Con la firme convicción de que el mundo necesita ciencia y la ciencia necesita mujeres, L'Oréal lleva a cabo esta iniciativa en el país desde hace 16 años en conjunto con la Oficina en México de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y la Comisión Mexicana de Cooperación con la UNESCO (CONALMEX). A la fecha se ha reconocido el trabajo de 92 científicas en el país.

"En L'Oréal buscamos consolidar la igualdad de género y con el programa Para las Mujeres en la Ciencia impulsamos a que más investigadoras sean reconocidas, porque su participación aún es baja en comparación con las de los científicos. Con esta iniciativa queremos darles mayor visibilidad a ellas, quienes con su trabajo contribuyen a resolver los principales desafíos del mundo", comentó Kenneth Campbell, presidente y CEO de L'Oréal México.

Por su parte, Frédéric Vacheron, Representante de UNESCO en México, enfatizó que "para resolver los grandes retos a los que se enfrenta el mundo actualmente, desde la COVID-19 hasta el cambio climático, necesitamos nuestras mentes científicas más brillantes. Sin embargo, sólo uno de cada tres científicos es mujer. Esta flagrante disparidad no sólo dificulta nuestra capacidad para encontrar soluciones a nuestros retos comunes, sino que nos impide también construir las sociedades que necesitamos."

En la categoría "Talentos Nacientes" se entregaron cinco becas por \$110,000 MXN cada una, para mujeres con grado doctoral que están trabajando en estudios científicos en instituciones de educación superior o centros de investigación mexicanas. Las premiadas en esta edición fueron:

Alma Nayeli Rodríguez Vázquez, del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara.

Proyecto: "Mejora de contraste en imágenes infrarrojas basado en un algoritmo metaheurístico para sistemas de vigilancia en ciudades inteligentes".



Ana Laura Ramírez Ledesma, del Departamento de Ingeniería Metalúrgica de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Proyecto: "Diseño y fabricación de precursores de "stents" base Zn biodegradables a partir de la técnica de extrusión a alta temperatura para aplicaciones biomédicas".

Diana Leticia Salcedo Oropeza, del Instituto de Biología de la UNAM.

Proyecto: "Evaluación de la capacidad de micromicetes de ventilas hidrotermales para degradar petróleo crudo: modelos potenciales en procesos de biorremediación".

Elizabeth Bautista Rodríguez, de la Facultad de Biotecnología de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.

Proyecto: "Aislamiento, identificación y caracterización de los componentes de postbióticos con actividad neuro-inmunomoduladora, promotores de la diferenciación y supervivencia neuronal".

Gabriela Hurtado Alvarado, del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM.

Proyecto: "Retrasar el inicio de la fase de sueño altera el metabolismo de la glucosa: la participación del reloj biológico".

Por otra parte, en la categoría "Trayectorias Consolidadas", el premio otorgado fue de \$200,000 MXN para cada una y se reconoció a:

Elisa Leyva Ramos, de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Disciplina: Química.

Rachel Mata Essayag, de la Facultad de Química de la UNAM.
Disciplina: Química.

Rosa de Guadalupe González Huerta, de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional. Disciplina: Electroquímica.

Para L'Oréal, la UNESCO, la Academia Mexicana de Ciencias y CONALMEX, es prioritario incentivar la participación de la mujer en el quehacer del desarrollo científico y tecnológico.

Mediante este programa, L'Oréal consolida su compromiso con el empoderamiento femenino e impulsa el papel de la mujer en la sociedad.





2022 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTROMOBILITY (ISEM)

October 17-19
Puebla, Mexico

KEYNOTE SPEAKERS

Dr. Martin Schulz

(online) – Global
Principal Application
Engineer, Littelfuse
Europe GmbH



Prof. Jacques Laeuffer

(online) - Affiliated Professor
at ENSTA Paris (Paris
Polytechnic Institute), teacher
at Centrale Supélec
Paris-Orsay University



Prof. Philippe Ladoux

(online) – Professor at the
“Institute of Engineering
“ENSEEIH” in Toulouse.
Laboratory of Plasma and
Energy Conversion (LAPLACE)
University of Toulouse



Prof. Prasad Enjeti

(face to face) - TI Jack Kilby
Chair Professor, Department
of Electrical & Computer
Engineering, College of
Engineering at Texas A&M
University





Aspectos destacados de Q-Chem 6.0.1

Cambios en el comportamiento por defecto

- > Se ha restaurado la compatibilidad con IGDESP utilizada por CHARMM (John Herbert)
- > Implementación de un algoritmo GOSTSHYP de memoria eficiente (Felix Zeller)
- > Habilitado el blindaje químico de campo finito y los cálculos de magnetizabilidad utilizando orbitales atómicos independientes de la galga (GIAOs) para HF y MP2 (Jonathan Wong, Brad Ganoe, Tim Neudecker, Adam Rettig, Xiao Liu, Joonho Lee)

Dinámica molecular, dinámica no adiabática, incrustación y solvatación

- > Implementación de PCM de estado específico con RAS-SF (Bushra Alam, Hanjie Jiang, John Herbert, Paul Zimmerman)

Análisis de descomposición de fragmentos y energía

- > Se han resuelto los problemas de los cálculos de incrustación basados en la proyección en los que los orbitales ocupados congelados (entorno) no se ordenan en función de las energías (Yuezhi Mao)

Varios

- > Añadidos comentarios a los cálculos DFT SOC para identificar el progreso del trabajo (Saikiran Kotaru)
- > Se ha añadido una advertencia sobre la falta de Hessians analíticos para algunos trabajos de optimización
- > Añadida la impresión para distinguir CPCM1 de CPCM2

Más información: <https://www.q-chem.com/>

Todas las imágenes aquí mostradas son propiedad de Q-Chem y se muestran aquí solo con fines informativos.

EViews® 13

Eviews 13

EViews es un paquete econométrico, estadístico y de previsión que ofrece potentes herramientas analíticas dentro de una interfaz flexible y fácil de usar.

Ofrece a las instituciones financieras, las empresas, los organismos públicos y los académicos acceso a potentes herramientas estadísticas, de series temporales, de previsión y de modelización a través de una interfaz orientada a objetos innovadora y fácil de usar.

Podrá realizar análisis econométricos y estadísticos, generar previsiones o simulaciones de modelos, y producir gráficos y tablas de alta calidad para su publicación o inclusión en otras aplicaciones.

La interfaz de usuario de EViews simplifica cada paso del proceso, desde la entrada e importación de datos, hasta la visualización de datos, el análisis estadístico, la estimación, la previsión y la resolución de modelos, y la salida de presentaciones de calidad para su publicación.

Arrastre su archivo de Excel a EViews y los datos se importarán automáticamente. ¿Necesita producir un histograma de sus datos? Un par de clics y listo. ¿Quiere enlazar su tabla con formato personalizado en PowerPoint? Simplemente copie y pegue la tabla y dígame a PowerPoint que la actualice cuando sus datos de EViews también.

EViews 13 ofrece más potencia y facilidad de uso que usted espera. Las mejoras incluyen:

- Autoregresión vectorial bayesiana de coeficientes variables en el tiempo
- Estimación ARDL no lineal
- Estimación por diferencia
- Pruebas de cointegración y mejoras en la estimación
- Diagnóstico ARDL y PMG
- Ajuste estacional diario.
- Motor de escritura de Excel mejorado.
- Múltiples conexiones nuevas a bases de datos en línea.
- Interfaz de usuario alternativa de paneles y pestañas.
- Depuración del lenguaje del programa.
- Soporte para Jupyter Notebook.

Más información:

<https://www.eviews.com/home.html>

Wolfram Alpha explica ahora problemas matemáticos paso a paso en español: Inteligencia computacional para enfrentar la creciente crisis educativa

Wolfram|Alpha es el único motor de conocimiento computacional del mundo. Sus capacidades profesionales ayudan a estudiantes, docentes y familias a revisar problemas de clase y aprender con explicaciones detalladas y guiadas, en todas las áreas y niveles de las matemáticas: desde la factorización de polinomios o resolución de integrales, hasta equilibrar ecuaciones y realizar la representación gráfica de funciones, entre muchos otros temas.

La pandemia de la Covid-19 ha significado un gran reto educativo, el cual ha agudizado la crisis del aprendizaje de las matemáticas particularmente, pues los y las estudiantes podrían haber experimentado una reducción sensible de sus avances de aprendizaje, entre un 50% y 70% menor, al nivel necesario para emprender su siguiente año de estudios. Más de 1,000 millones de estudiantes se vieron obligados a dejar sus salones de clase, sin contar en muchos casos, con plataformas tecnológicas y educativas adecuadas. La UNESCO, la UNICEF y el Banco Mundial en su informe Dos años después: Salvando a una generación, estiman que la generación actual de estudiantes corre el riesgo de dejar de percibir, en valor presente, \$17 mil millones dólares en ingresos a lo largo de sus vidas, el equivalente al 12% del PIB global, esto debido a cierres y choques económicos relacionados con la COVID-19.

El lanzamiento de Wolfram|Alpha en español, con soluciones paso a paso a problemas matemáticos, es una clara expresión del compromiso de Wolfram Research para brindar apoyo en esta área de formación crucial para la vida y el campo profesional.

Realizar operaciones, ya sea con el teclado extendido o mediante palabras propias, con notación matemática o calculadoras en línea para estudiar derivadas e integrales, Wolfram|Alpha en español es una plataforma indispensable en comunidades educativas para recuperar los aprendizajes perdidos, y avanzar con éxito hacia el estudio de las matemáticas, pues facilita:

- Generar respuestas directas a preguntas en tiempo real y explorar temas relacionados.
- Aumentar la comprensión y habilidades de las y los estudiantes para resolver problemas, con la ayuda de explicaciones paso a paso, guiadas y detalladas, en todas las áreas y en todos los niveles educativos de las matemáticas.
- Ayudar a enfocar el valioso tiempo de los y las docentes en temas de alto nivel, ahondar en soluciones y avanzar en grupo en los programas de clase.
- Acceder desde cualquier dispositivo con mínima conectividad a Internet sin necesidad de instalación

Mediante el lanzamiento de Wolfram|Alpha, con soluciones matemáticas paso a paso en español, Wolfram busca también contribuir al establecimiento de nuevos nodos de desarrollo intelectual y tecnológico, en el marco de la red internacional de desarrollo del conocimiento. El talento se encuentra en todas partes del mundo, y por muchos años, indagar el universo computacional le ha permitido a Wolfram llevar a cabo muchos y sofisticados proyectos, a menudo, trabajando remotamente desde muy distintas geografías.

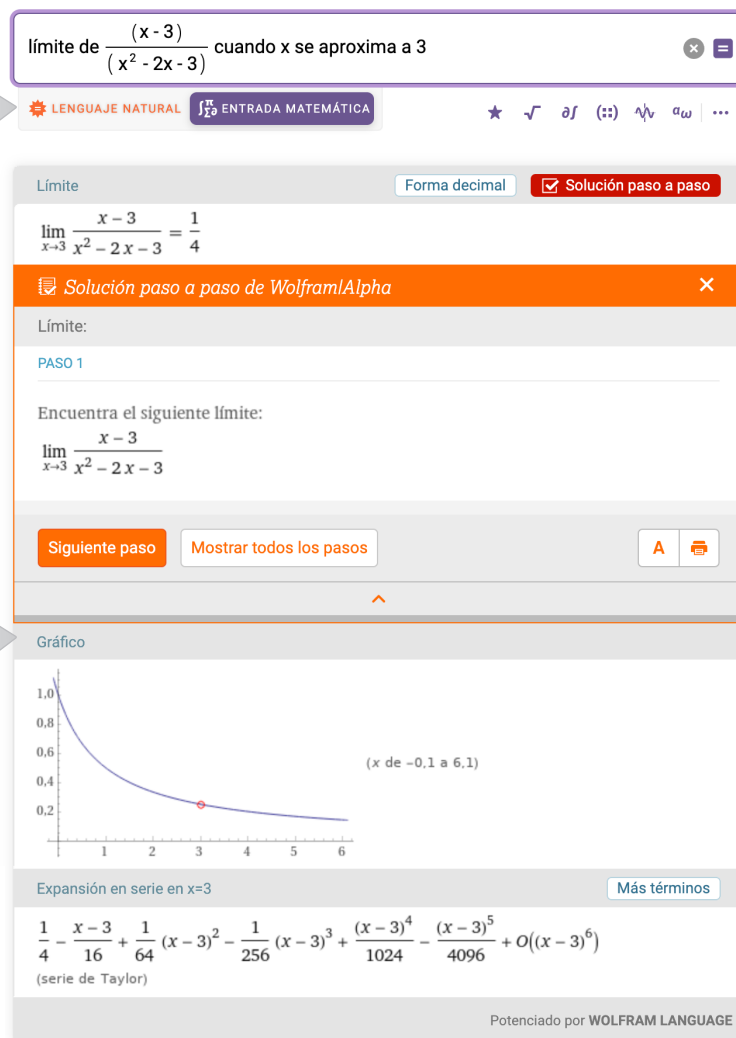
Para conocer más pongase en contacto con:



Luis Franco
Ejecutivo Software Diverso
lfranco@multion.com
MultiON Consulting, S.A. de C.V
Cómputo Científico y Técnico: Software y Hardware para
México y América Latina
(Tel: +52 (55) 5559-4050 Ext. 118



Ahora con matemáticas explicadas en español.



Use sus propias palabras o la notación matemática usada en libros de texto para ingresar su entrada.

Wolfram|Alpha Pro
utiliza conocimiento
incorporado
y potencia
computacional
para averiguar la
respuesta y crear un
informe sobre
su tema.

Con Wolfram|Alpha Pro, los estudiantes aumentan su comprensión y mejoran sus habilidades para resolver problemas mediante soluciones guiadas paso a paso.