

Editorial Editorial

Raúl Villafuerte-Segura ^{a,*}, Roberto Ávila-Pozos ^b

^a Área Académica de Computación y Electrónica, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 42184, Pachuca, Hidalgo, México.

^b Área Académica de Matemáticas y Física, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 42184, Pachuca, Hidalgo, México.

Apreciables lectores de Pädi

El 11 de marzo de 2020 la Organización Mundial de la Salud declaró al brote epidemiológico causado por el virus SARS-CoV-2 y denominado COVID-19, como pandemia por el alto número de contagios en diferentes países. Esto, como bien sabemos y padecemos, causó grandes cambios en eventos académicos/científicos y adecuaciones en todas nuestras actividades cotidianas.

A casi un año con cinco meses de ver modificadas nuestras vidas para salvaguardar la integridad y contener la enfermedad, en nuestro país se han concluido con las jornadas de vacunación de la Etapas 1 a la Etapa 3, correspondiente a personal de salud, adultos mayores a 50 años y personal del sector educativo. Esto augura un posible regreso a las aulas en modalidad híbrida y a bloques, perspectiva sugerida y difundida por las autoridades competentes al momento de escribir estas líneas. Aunque se podría ahondar más acerca de las acciones, quehaceres, consecuencias y de más, sobre este tema, en esta ocasión se dejará espacio en la editorial al *Dr. Roberto Ávila Pozos* que con su escrito titulado “*La modelación matemática durante la pandemia*” externará con más profundidad y profesionalismo al respecto.

Ahora bien y como es costumbre, el equipo editorial de Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, extiende un cordial agradecimiento a los autores que con sus contribuciones, cada vez más crecientes y demandantes, han logrado que las ediciones de nuestra revista no se detengan, más aún, nos complace anunciarles que a partir de esta edición, el número de manuscritos publicados asciende a 20. Esto sin duda nos llena de placer y nos incentiva a seguir trabajando para mejorar la calidad y la cantidad de manuscritos publicados. Asimismo, se continúa con la publicación inmediata de cada manuscrito aceptado en la página oficial de Pädi mediante un *post-print*, versión del manuscrito aceptada por árbitros y editores después de un proceso de revisión por pares a doble-ciego. Ahora, invitamos cordialmente a nuestros lectores y autores a citar los manuscritos ya publicados para seguir consiguiendo indizaciones de mayor envergadura e impacto que sin duda favorecerá a todos.

Sin más preámbulo y con base a la recepción de manuscritos para el Vol. 9 No. 17 de Pädi, es grato presentarles la reseña de los **20** manuscritos que conforman esta edición, esperando sea de gran interés para el lector e invitando a consultar el texto completo del manuscrito de su afinidad:

- **14** manuscritos de compañeros/colegas de diferentes Áreas, Institutos y/o Escuelas Superiores de la UAEH,
- **2** manuscritos en colaboración entre investigadores de la UAEH y de PEMEX,
- **1** manuscrito del Instituto Tecnológico de Orizaba,
- **1** manuscrito en colaboración entre investigadores de la UAEH y Tecnológico de Monterrey,
- **1** manuscrito en colaboración entre investigadores de la UAEH y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, así como
- **1** manuscrito en colaboración entre investigadores de la UAEH y la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

A continuación se describen de manera breve los manuscritos antes anunciados:

Esta edición comienza con el manuscrito titulado “*Medición de humedad en suelos: Revisión de métodos y características*”, donde se hace una revisión de las propiedades eléctricas del suelo a partir del uso de diferentes métodos e instrumentos para la medición de la humedad, (*Caicedo-Rosero, L. C., et al., 2021*).

Seguida de “*Sondas fluorescentes, una revisión general: propiedades, diseño y aplicaciones*”, donde los autores describen conceptos generales alrededor de las sondas fluorescentes: historia, propiedades químicas y físicas, equipos de detección, características estructurales para el diseño y síntesis, mecanismos de acción frente a los analitos y algunas aplicaciones en el área de polímeros, (*Briones-Vázquez, C. A., et al., 2021*).

En “*Nuevos Retos Operativos para la Industria de Refinación en México*” se describen los retos que enfrenta la industria de la refinación para implementar estrategias y metodologías de simbiosis industrial que permitan identificar interacciones entre procesos e industrias para un mejor aprovechamiento de recursos, brindando beneficios mutuos, (*Velázquez-Alonso, F., et al., 2021*).

*Autor para la correspondencia: villafuerte@uaeh.edu.mx

Correo electrónico: villafuerte@uaeh.edu.mx (Raúl Villafuerte-Segura), ravila@uaeh.edu.mx (Roberto Ávila-Pozos)

Mientras que en “*El sistema de drenaje de la Ciudad de México*” se presenta una evolución histórica sobre el sistema de drenaje, las constantes inundaciones y el hundimiento progresivo de la zona metropolitana de la Ciudad de México, así como el empleo de sus aguas negras vertidas en el Valle del Mezquital, al sur del estado de Hidalgo, para el desarrollo de la agricultura en esta zona semidesértica, pero con un gran costo ambiental, (Hernández-Espinosa, A. K., et al., 2021).

En “*Efecto de la deshidratación osmótica y convectiva en las propiedades fisicoquímicas, funcionales y sensoriales de Opuntia joconostle*” se estudian los cambios fisicoquímicos, funcionales y sensoriales generados durante la deshidratación del xoconostle, con el fin de evaluar su potencial como método de conservación para este fruto, (Gutiérrez-Salomón, A. L., et al., 2021).

Continuando con “*Algoritmo de compresión y descompresión de secuencias de ADN para su uso en traducción de proteínas*” se propone un algoritmo que reduce el tamaño de las secuencias de ADN, sin perder información, por lo tanto, reduce la complejidad de procesamiento y a su vez permite la traducción parcial de la secuencia de ADN, sin necesidad de descomprimir la secuencia completa, (García-Islas, L. H., et al., 2021).

En “*Escalamiento de prueba electroquímica para blanqueamiento de arcillas caoliníticas*” se presentan resultados del escalamiento del proceso electroquímico de blanqueamiento de arcillas caoliníticas para utilizarlo a nivel industrial, y se verifica con los análisis que los resultados sean coherentes entre sí. Se logró el depósito de Fe, Ti, Co y Se, entre otros de forma potencioestática, en un sistema de 2 electrodos, (Trujillo-Estrada, A., et al., 2021).

Mientras que en “*Aproximaciones Temáticas entre la Academia de Arquitectura en la UAEH, el Diseño Edificio Básico y el Colegio de Arquitectos de Hidalgo*” se presenta el mapa de relaciones temáticas establecido entre la Academia de Arquitectura en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, el diseño edilicio básico y el Colegio de Arquitectos de Hidalgo A.C., obtenido mediante la investigación con enfoque cualitativo de tipo transeccional no experimental de alcance exploratorio y axial, (Elizalde-Domínguez, C., 2021).

Seguido de “*Diálisis*” se aborda el proceso de diálisis como una técnica de superficies que se aplica como tratamiento de la insuficiencia renal, se muestran los equipos de purificación utilizados, así como los cuidados que requiere el paciente. Esto con el fin de difundir el conocimiento básico de esta técnica en aplicaciones médicas, (Salazar-Fuentes, G. I., et al., 2021).

En “*Puesta en operación y modelado de un cuadri-rotor: Matrice 100 de DJI*” se presenta la puesta en operación de un vehículo aéreo no tripulado conocido como Matrice 100 de DJI, además del empleo de las técnicas más recurrentes encontradas en la literatura para la obtención de su modelo matemático, (Maya-Gress, K. F., et al., 2021).

Continuando con “*Soluciones axial simétricas estáticas de sistemas binarios en 5D*” donde se propone una solución estática axial simétrica que describe un sistema binario de agujeros negros idénticos en un espacio-tiempo en cuatro dimensiones (4D), además se construye y estudia a través de la estructura de barras, una solución en cinco dimensiones (5D), que contiene tres parámetros libres y es una solución de vacío para las ecuaciones de Einstein con tres vectores de Killing que conmutan, (Cerón-Ángeles, V. E., et al., 2021).

La caracterización física y química del jengibre (*Zingiber officinale*) cultivado en la Sierra Norte de Puebla, para ser aprovechadas en el procesamiento de productos derivados saludables se realiza en “*Caracterización física y química de Zingiber officinale en diferentes estados de maduración para su uso potencial en la elaboración de bebidas saludables*”. Las propiedades físicas determinadas fueron: eje mayor, eje menor, espesor, peso, volumen y color. La composición proximal se realizó de acuerdo a la metodología de la AOAC, mientras que el contenido de minerales se determinó de acuerdo a la metodología establecida por la EPA, (Jaimez-Ordaz, J., et al., 2021).

En el manuscrito “*El problema del agente viajero resuelto mediante agrupación en clústeres y algoritmos genéticos*” se encuentran soluciones factibles para el Problema del Agente Viajero, mediante una nueva forma de agrupar al problema en clústeres con la intención de crear subproblemas del Agente Viajero, las cuales se resuelven por el metaheurístico algoritmos genéticos, (Anaya-Fuentes, G. E., et al., 2021).

En “*Un Modelo de Cobertura de Conjuntos Modificado para la Ubicación de Centros de Distribución: Un Estudio de Caso en México*” se propone una modificación del modelo de cobertura de conjuntos (set covering) para relocalizar una central de abasto de víveres por medio de centros de distribución (CD's). Esto con el fin de considerar recorridos de ida y regreso desde las colonias de una ciudad, hasta los posibles centros de distribución, para que las distancias recorridas de ida y vuelta no sean mayores a una distancia predeterminada, (Delgado-Ávila, E. R., et al., 2021).

Un método basado en topología algebraica para el análisis de colecciones de series de tiempo simultáneas es propuesto en “*Un método topológico para el análisis de complejidad de series de tiempo*”. Para lo cual, cada serie de tiempo corresponde a una variable. Se construye la matriz de correlación de las variables y la red con pesos en las aristas asociada a dicha matriz. A través de variar un parámetro p entre 0 y 1, se obtiene una filtración de complejos simpliciales, (Rodríguez-Torres, E., et al., 2021).

En “*Medición y obtención de modelo de fluencia lenta en elastómeros*” se aplica la técnica de correlación digital de imágenes para la medición de deformaciones unitarias en un material de caucho. El material estudiado se sometió a experimentos de fluencia lenta o creep de corto plazo, con una duración de 10 minutos. Los resultados obtenidos demostraron que la técnica de correlación digital de imágenes es una herramienta poderosa para la evaluación de viscoelasticidad en los elastómeros, (Amador-González, E., et al., 2021).

Mientras que en “*Evaluación Rápida de Potencial de Riesgo Genotóxico (ERPRG) asociada a metales pesados en agua potable: Caso de estudio Zimapán, Hidalgo, México*” se presenta un método de análisis rápido para la evaluación de potencial de riesgo genotóxico asociado a metales pesados presentes en agua potable en una zona de Zimapán Hidalgo. Los resultados de la aplicación de la metodología ERPRG muestran que el cromo, cadmio, arsénico y plomo se encuentran en la categoría de potencial de riesgo alto; mientras que el mercurio en la categoría de riesgo intermedio, (Sánchez-Olivares, M. A., et al., 2021).

En “*Metodología basada en técnicas físicas y computacionales para la optimización de un tabicón elaborado con desecho industrial*” se propone una metodología para la reutilización de desecho como sustituto de

los agregados pétreos en la elaboración de tabicones de concreto ligeros con mejores características físicas. Los resultados obtenidos muestran que los prototipos modificados presentan una mejora en la resistencia a la compresión con un porcentaje menor de absorción y menor masa volumétrica que los tabicones convencionales, (Volpi-León, V., et al., 2021).

Mientras que en el manuscrito titulado “Material cerámico poroso obtenido de restos orgánicos de cocina, para adsorción de Plomo y Selenio en efluentes contaminados” se obtiene un material cerámico poroso para la adsorción de iones metálicos en soluciones acuosas, este material es elaborado con los desechos de una cocina doméstica, llevándolos a una carbonización controlada a 600 °C, este proceso es caracterizado por dejar la presencia de enlaces de carbono libres que permiten la adsorción de los iones metálicos en el material, (Trujillo-Estrada, A., et al., 2021).

Finalmente, en “Optimización de un portafolio con Python” se utiliza la teoría de optimización de portafolios de Markowitz para obtener mediante el lenguaje de programación abierto Python el portafolio óptimo sobre la frontera eficiente. Para ejemplificar los resultados, se propone una composición óptima de un portafolio que contiene Bonos Gubernamentales Mexicanos, ETF's y acciones de Wal-Mart de México. Dicha composición está determinada por un Sharpe ratio de 0.8; el portafolio tiene un rendimiento esperado del 16% con una volatilidad del 15%, (Martínez-Sánchez, J. F., et al., 2021).

"Adaptarse o morir, ahora como siempre, es el mandato inexorable de la naturaleza"
(H. G. Wells)

Referencias

- Amador-González, E., Sotomayor-del Moral, J. A., Pascual-Francisco, J. B., & Farfán-Cabrera, L. I. (2021). Medición y obtención de modelo de fluencia lenta en elastómeros. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/7136>
- Anaya-Fuentes, G. E. (2021). El problema del agente viajero resuelto mediante agrupación en clústeres y algoritmos genéticos. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/7130>
- Brones-Vázquez, C. A., & Álvarez-Hernández, A. (2021). Sondas fluorescentes, una revisión general: propiedades, diseño y aplicaciones. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/7143>
- Caicedo-Rosero, L. C., Méndez-Ávila, F. de J., Gutiérrez-Zeferino, E., & Flores-Cuautle, J. de J. A. (2021). Medición de humedad en suelos, revisión de métodos y características. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/7035>
- Cerón-Ángeles, V. E., López-Suarez, L. A., Pedraza-Ortega, O., & Cabrera-Munguía, I. (2021). Soluciones axial simétricas estáticas de sistemas binarios en 5D. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/6994>
- Delgado-Ávila, E. R., Ramírez-Melo, L., & Montufar-Benítez, M. A. (2021). Un Modelo de Cobertura de Conjuntos Modificado para la Ubicación de Centros de Distribución: Un Estudio de Caso en México. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/7135>
- Elizalde-Domínguez, C. (2021). Aproximaciones Temáticas entre la Academia de Arquitectura en la UAEH, el Diseño Edificio Básico y el Colegio de Arquitectos de Hidalgo. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/6741>
- García-Islas, L. H., Franco-Árcega, A., & Fráncos-Sánchez, K. D. (2020). Algoritmo de compresión y descompresión de secuencias de ADN para su uso en traducción de proteínas. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/6450>
- Gutiérrez-Salomón, A. L., Hernández-Hernández, H. M., & Jaimez-Ordaz, J. (2020). Efecto de la deshidratación osmótica y convectiva en las propiedades fisicoquímicas, funcionales y sensoriales de *Opuntia joconostle*. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/6339>
- Hernández-Espinosa, A. K., Otaño-Sánchez, E. M., Román-Gutiérrez, A. D., & Romo-Gómez, C. (2021). El Sistema de drenaje de la Ciudad de México. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/7146>
- Jaimez-Ordaz, J., Contreras-López, E., González-Mesillas, F., González-Olivares, L. G., Onofre-Sánchez, J. E., & Ramírez-Godínez, J. (2021). Caracterización física y química de *Zingiber officinale* en diferentes estados de maduración para su uso potencial en la elaboración de bebidas saludables. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/7153>
- Martínez-Sánchez, J. F., Cruz-García, S., & López-Castillo, J. I. (2021). Optimización de un portafolio con Python. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/6807>
- Maya-Gress, K. F., Villafuerte-Segura, R., Romero-Trejo, H., & Bernal-Reza, M. Ángel. (2021). Puesta en operación y modelado de un cuatrieros: Matrice 100 de DJI. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/6462>
- Rodríguez-Torres, E., Itzá-Ortiz, B. A., Menéndez-Conde Lara, F., Tetlalmatzi-Montiel, M., & Villarroel-Flores, R. (2021). Un método topológico para el análisis de complejidad de series de tiempo. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/7137>
- Salazar-Fuentes, G. I., Vázquez-García, R. Ángeles, Estrada-Villegas, G. M., & Veloz-Rodríguez, M. A. (2021). Dialisis. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/6472>
- Sánchez-Olivares, M. A., Gaytán-Oyarzun, J. C., Prieto-García, F., & Cabrera-Cruz, R. B. E. (2021). Evaluación Rápida de Potencial de Riesgo Genotóxico (ERPRG) asociada a metales pesados en agua potable: Caso de estudio Zimapán, Hidalgo, México. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/7140>
- Trujillo-Estrada, A., Reyes-Cruz, V. E., Cobos-Murcia, J. A., Reyes-Morales, Q. L., Legorreta-García, F., & Juárez-Tapia, J. C. (2020). Escalamiento de prueba electroquímica para blanqueamiento de arcillas caoliniticas. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/6465>
- Trujillo-Estrada, A., Reyes-Cruz, V. E., Reyes-Morales, Q. L., Cobos-Murcia, J. Ángel, Juárez-Tapia, J. C., & Legorreta-García, F. (2021). Material cerámico poroso obtenido de restos orgánicos de cocina, para adsorción de Plomo y Selenio en efluentes contaminados. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/7147>
- Velázquez-Alonso, F., Otaño-Sánchez, E. M., Hernández-Juárez, M., Villagómez-Ibarra, J. R., González-Ramírez, C. A., & Vizcaíno-García, F. (2021). Nuevos Retos Operativos para la Industria de Refinación en México. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/7162>
- Volpi-León, V., Ortiz-Quiroga, C. H., Seck-Tuoh-Mora, J. C., & Medina-Marín, J. (2021). Metodología basada en técnicas físicas y computacionales para la optimización de un tabicón elaborado con desecho industrial. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 9(17). Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/7144>

La modelación matemática durante la pandemia Mathematical modeling during the pandemic

R. Ávila-Pozos ^a

^aÁrea Académica de Matemáticas y Física, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 42184, Pachuca, Hidalgo, México.

Resumen

Ha pasado más de un año, desde que el 11 de marzo de 2020, el doctor Tedros Adhanom Ghebreyesus, Director General de la Organización Mundial de la Salud anunció que la enfermedad por el coronavirus 2019 (COVID-19) se podía caracterizar como una pandemia. Desde entonces, la comunidad científica se ha volcado a estudiar tanto el virus, como la enfermedad, como los problemas sociales y económicos que la pandemia ha provocado.

Como sociedad, seguimos teniendo el reto de entender el mundo después de la pandemia. No solo modificar nuestras conductas personales de limpieza frecuente, sino nuestra actitud como comunidad. La propia Organización Mundial de la Salud emitió una serie de recomendaciones para que la población no haga caso sobre rumores acerca de las formas de propagación de la COVID-19, así como de supuestos tratamientos y curas para esta enfermedad. La misma OMS publicó una guía sobre cómo reportar información errónea que circula por las redes sociales.

El proceso de vacunación a nivel mundial sigue avanzando, pero el mundo aun tiene el reto de ser un lugar más justo, en donde todos los países tengan las mismas oportunidades para acceder a las vacunas.

Este debió ser un año de muchas enseñanzas.

Abstract

More than a year has passed, since on March 11, 2020, Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesus, Director General of the World Health Organization announced that the coronavirus disease 2019 (COVID-19) could be characterized as a pandemic. The scientific community has turned to studying both the virus and the disease, as well as the social and economic problems that the pandemic has caused.

As a society, we continue to be challenged to understand the world after the pandemic. Not only modifying our personal behaviors, but our attitude as a community. The World Health Organization itself issued a series of recommendations so that the population ignores rumors about the ways in which COVID-19 spreads, as well as alleged treatments and cures for this disease. The WHO itself published a guide on how to report erroneous information circulating on social networks.

The global vaccination process continues to advance, but the world still has the challenge of being a fairer place, where all countries have the same opportunities to access vaccines.

This must have been a year of many teachings.

1. A manera de introducción

En marzo del año 2020, la Organización Mundial de la Salud confirmó que el mundo se enfrentaba a una pandemia. Ya desde enero de 2020, la misma OMS había alertado sobre la propagación del virus SARS CoV 2. El mundo comenzó a reaccionar de maneras distintas. Algunos países decidieron cerrar sus fronteras, otros decidieron el confinamiento obligatorio mediante el uso de la fuerza pública (Sadeghi et al., 2021). En México, se llamó a la Jornada Nacional de Sana Distancia, que comprendió la suspensión temporal de actividades no esenciales desde el 23 de marzo y hasta el 30 de mayo. El propósito de esta Jornada era reducir la movilidad y el contacto masivo.

Desde entonces, la comunidad científica se involucró en el

estudio del virus causante de la COVID-19. Numerosos grupos de científicos comenzaron a trabajar en la investigación sobre el virus, posibles tratamientos, y en el desarrollo de una vacuna.

Al inicio de la pandemia, el Gobierno de México tomó la decisión de escuchar al consejo asesor de ciencia, y se conformaron diversos grupos de especialistas en distintas disciplinas para atender el problema de salud pública que representa una pandemia. Entre estos grupos, hay un equipo de colegas del Centro de Investigación en Matemáticas, A.C., que es un centro público de investigación integrado al Sistema de Centros Públicos CONACYT, dedicado a la generación, transmisión y aplicación de conocimientos especializados en las áreas de matemáticas, estadística y ciencias de la computación. Este grupo de matemáticos diseñó el modelo AMA, que le permitió al Go-

bierno de México planear la reconversión hospitalaria para la atención de pacientes con COVID-19 (Capistrán et al., 2020). Este modelo utiliza la información reportada por la Dirección General de Epidemiología. Asimismo, emplea un conjunto de ecuaciones diferenciales para describir la dinámica de las personas que llegarían a los hospitales. Para la estimación de los parámetros, hace uso de inferencia bayesiana. El modelo AMA ha sido aplicado para analizar más de 70 áreas metropolitanas y los 32 estados de la República Mexicana.

En todo el mundo, se comenzaron a utilizar modelos matemáticos (Batistela et al., 2021), en un intento de predecir el comportamiento de la propagación de la enfermedad. Se recurrió al tipo de modelos de Kermack y McKendrick (Kermack and McKendrick, 1927). Estos modelos son muy útiles para explicar la dinámica de lo que ocurrió. Sin embargo, no resultan tan eficientes para una epidemia en progreso. Esto propició que la gente comenzara a cuestionar el empleo de modelos matemáticos, porque pensaban que con certeza se conocería el día del pico máximo de contagios y el día del fin de la pandemia. Muchos medios hablaban sobre el fracaso en las predicciones de los modelos matemáticos, sin tomar en cuenta que cualquier modelo tiene ciertas hipótesis que determinan su capacidad de modelar cierto fenómeno.

Para el caso particular de la Ciudad de México, se construyó un modelo que también usa inferencia bayesiana. En este modelo, se utiliza la distribución posterior de los parámetros del modelo para generar las posibles curvas epidémicas; esta información se encapsula en distribuciones predictivas posteriores, y con esto, se puede extraer el peor escenario y estudiar el impacto de implementar planes de contingencia (Mena et al., 2020).

En otro trabajo realizado en México, se empleó la fase inicial de la epidemia para estimar las tasas de contacto, los periodos de infección y la tasa de mortalidad, a partir de la información de los casos confirmados y los decesos. Los decesos registrados después del 23 de marzo se utilizaron para estimar la tasa de mortalidad después de que se implementaron las medidas de mitigación (Acuña-Zegarra and Velasco-Hernandez, 2020). Sus resultados sugerían que la incidencia máxima se presentaría entre finales de mayo y principios de junio de 2020, bajo un escenario de cumplimiento de las medidas de emergencia sanitaria.

En otros Estados de la República también se realizaron estudios para evaluar el comportamiento de la propagación, así como del efecto de las medidas de distanciamiento social (Tocto-Erazo et al., 2020). Un grupo de la Universidad de Sonora realizó un estudio empleando el Método Montecarlo. Ellos encontraron que si el confinamiento se hubiera iniciado dos semanas antes, el acme de las hospitalizaciones podría haberse presentado a finales del mes de mayo de 2020. Por otra parte, sus resultados demuestran que los niveles de acme dependen de la proporción de personas que regresaban a sus actividades cotidianas.

La modelación matemática también ha sido utilizada durante esta pandemia para estudiar otros problemas relacionados con la pandemia. Se diseñó un modelo para representar las estrategias para emplear a los trabajadores de la salud, a fin de aumentar su productividad y disminuir los riesgos de contagio (Sánchez-Taltavull et al., 2021).

En México, la decisión de medidas de distanciamiento social, como el confinamiento, se tomó a mediados de marzo de

2020. El subsecretario de salud insistía en que esta medida debería posponerse puesto que es una medida que se desgasta pronto. En un país como México, donde más de la mitad de la población vive en la pobreza, estas restricciones que tienen un impacto negativo en la economía, se vieron acentuadas. Por lo tanto, la presión para relajar estas políticas de restricción de movilidad y actividades económicas fue creciendo con el paso de las semanas. Usando un modelo epidemiológico del tipo SEIR, un grupo de investigadores exploraron los costos y beneficios asociados con el relajamiento paulatino del confinamiento, de grupos específicos de la población, dependiendo de su edad y riesgo. Sus resultados sugieren que el regreso escalonado a las actividades podrían resultar una mejor estrategia de reactivación económica (Zhao and Feng, 2020).

En este sentido, se ha estudiado el papel del confinamiento en la mitigación de la COVID-19. En México, se propuso un modelo con ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales, que incluye a la población sintomática, a la asintomática, a la hospitalizada, a la recuperada y los decesos. En este modelo, las series de tiempo utilizadas incluyen la aplicación de distanciamiento social y otras medidas de intervención. En dicho estudio se contemplan dos sub poblaciones: jóvenes y adultos mayores, a fin de observar con mayor precisión el impacto observado en lo que respecta a los síntomas y el comportamiento en diferentes grupos de edad. El número reproductivo básico del modelo se calculó tanto para la variante de una población como para la de dos. Sus resultados comparan el impacto de un confinamiento parcial (que involucra solo a la población mayor) y un confinamiento total (que involucra a toda la población) en el número de muertes e infecciones acumuladas (Cuevas-Maraver et al., 2021).

Hasta antes de iniciar el mes de marzo, ni Estados Unidos ni Gran Bretaña habían comenzado a exportar vacunas. Esto puede explicar el lento avance en el porcentaje de vacunación a nivel mundial.

Las vacunas desarrolladas por Pfizer, Moderna, y el Instituto Gamaleya reportan una eficacia mayor al 90 %. Sin embargo, la inmunidad natural y la inducida por la vacuna aun no se entienden completamente. Hay una gran esperanza en las vacunas, pero las variantes del virus demandan seguir investigando si las vacunas proporcionarán inmunidad permanente o una gran protección. Además, el suministro de vacunas ha sido un problema, al grado que algunos países han tenido que postergar la aplicación de la segunda dosis que se requiere. Sumado a lo anterior, los problemas de logística, económicos y hasta políticos imponen un conjunto de retos para establecer una adecuada política de vacunación. Por lo tanto, los tomadores de decisiones requieren de herramientas para evaluar posibles escenarios y determinar las posibles políticas de salud pública. Acuña-Zegarra y colaboradores formularon un problema de control óptimo para describir esquemas de vacunación. Identificaron políticas de vacunación que minimizan la carga de COVID-19 en términos de los años de vida perdidos por discapacidad. Esta estrategia asegura la cobertura de la fracción de la población seleccionada y mantiene la ocupación hospitalaria por debajo del nivel de riesgo (Acuña-Zegarra et al., 2021).

En este sentido, entender más sobre la dinámica del SARS-CoV-2, así como mejorar la estimación de los parámetros de la infección viral, será determinante para actuar de mane-

ra eficiente. El trabajo desarrollado por Hernández-Vargas y Velasco-Hernández puede servir para la evaluación de enfoques teóricos de control para adaptar nuevos fármacos contra COVID-19 (Hernández-Vargas and Velasco-Hernández, 2020; Almocera et al., 2021).

El avance en el porcentaje de vacunación en la población, y la creciente necesidad de reactivar la economía, empujan hacia la reapertura de muchas actividades sociales, como la educación.



Figura 1: Campaña de vacunación en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Mayo de 2021.

El sistema educativo enfrenta desafíos únicos, puesto que los planes y programas de la mayor parte de la educación formal están diseñados para brindar instrucción presencial. Durante más de un año, las actividades docentes se han realizado a distancia. Las autoridades educativas se enfrentan actualmente a decisiones sobre si volver a clases presenciales, y qué modificaciones a sus operaciones normales serían necesarias para proteger a los estudiantes, padres de familia, profesores todo el personal que labora en las escuelas. Sin embargo, aun no hay mucha información sobre qué medidas pueden ser más efectivas y si las intervenciones existentes podrían contener la propagación de un brote en las escuelas. Un trabajo publicado en *Mathematical Biosciences* presenta un modelo estocástico a gran escala. Este es un modelo basado en agentes, para determinar si la educación presencial podría continuar de manera segura durante la pandemia y evalúa la necesidad de diversas intervenciones. Los resultados de ese trabajo indican que las pruebas aleatorias a gran escala, el rastreo de contactos y la cuarentena son componentes importantes de una estrategia exitosa para contener los brotes. Sin embargo, se requiere que las pruebas tengan alta especificidad, pues esto permitiría mantener manejable el tamaño de la población que tendría que regresar a la cuarentena (Gressman and Peck, 2020).

En el Estado de Hidalgo, entre el 12 y el 14 de mayo de 2021, se vacunó a la población que trabaja en el sistema educativo, desde educación inicial hasta educación superior, de escuelas públicas y privadas. Esta fase de vacunación se logró con la participación de muchos actores, desde el Gobierno Federal hasta el Gobierno Estatal y en nuestro caso, de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, ver Figura 1.

En memoria de todos los colegas de la UAEH que han perdido la batalla con la COVID.

En memoria de Salvador Cruz García y Alejandro Isidro Arrazola. Los vamos a extrañar.

Referencias

- Acuña-Zegarra, M.A., a. D.-I. S., Baca-Carrasco, D., and Olmos-Liceaga, D. (2021). Covid-19 optimal vaccination policies: a modeling study on efficacy, natural and vaccine-induced immunity responses. *Mathematical Biosciences*, page 108614.
- Acuña-Zegarra, M.A., a. S.-C. M. and Velasco-Hernandez, J. (2020). Modeling behavioral change and covid-19 containment in mexico: A trade-off between lockdown and compliance. *Mathematical Biosciences*, 325:108370.
- Almocera, A., Quiroz, G., and Hernandez-Vargas, E. (2021). Stability analysis in covid-19 within-host model with immune response. *Commun Nonlinear Sci Numer Simulat*, 5:105584.
- Batistela, C., Correa, D., Bueno, A., and Piqueira, J. (2021). Sirsi compartmental model for covid-19 pandemic with immunity loss. *Chaos, Solitons and Fractals*, 142:110388.
- Capistrán, M., Capella, A., and Christen, A. (2020). Forecasting hospital demand in metropolitan areas during the current covid-19 pandemic and estimates of lockdown-induced 2nd waves. *PLoS ONE*, 16(1):e0245669.
- Cuevas-Maraver, J., Kevrekidis, P., Chen, Q., Kevrekidis, G., Villalobos-Daniel, V., Rapti, Z., and Drossinos, Y. (2021). Lockdown measures and their impact on single- and two-age-structured epidemic model for the covid-19 outbreak in mexico. *Mathematical Biosciences*, 336:108590.
- Gressman, P. and Peck, J. (2020). Simulating covid-19 in a university environment. *Mathematical Biosciences*, 328:108436.
- Hernandez-Vargas, E. and Velasco-Hernandez, J. (2020). In-host mathematical modelling of covid-19 in humans. *Annual Reviews in Control*, 50:448–456.
- Kermack, W. and McKendrick, A. (1927). A contribution to the mathematical theory of epidemics. *Proceedings of the Royal Society*, 115(772):700–721.
- Mena, R., Velasco-Hernandez, J., Mantilla-Beniers, N., Carranco-Sapiens, G., Benet, L., and Pérez-Castillo, I. (2020). Using posterior predictive distributions to analyse epidemic models: Covid-19 in mexico city. *Physical Biology*, 17:065001.
- Sadeghi, M., Greene, J., and Sontag, E. (2021). Universal features of epidemic models under social distancing guidelines. *Annual Reviews in Control*.
- Sánchez-Taltavull, D., Castelo-Szekely, V., Candinas, D., Roldán, E., and Bel-đi, G. (2021). Modelling strategies to organize healthcare workforce during pandemics: Application to covid-19. *Journal of Theoretical Biology*, 523:110718.
- Tocto-Erazo, M., Espíndola-Zepeda, J., Montoya-Laos, J., Acuña-Zegarra, M., Olmos-Liceaga, D., Reyes-Castro, P., and Figueroa-Preciado, G. (2020). Lockdown, relaxation, and acme period in covid-19: A study of disease dynamics in hermosillo, sonora, mexico. *PLoS ONE*, 15(12):e0242957.
- Zhao, H. and Feng, Z. (2020). Staggered release policies for covid-19 control: Costs and benefits of relaxing restrictions by age and risk. *Mathematical Biosciences*, 326:108405.