

COMUNICACIONES BREVES



# Una mirada a la Inteligencia Artificial frente a la COVID-19 en Cuba

*A View to the Artificial Intelligence Against COVID-19 in Cuba*

*Rafael Bello*

*rbello@uclv.edu.cu* • <http://orcid.org/0000-0001-5567-2638>

*María Matilde García Lorenzo*

*mmgarcia@uclv.edu.cu* • <http://orcid.org/0000-0002-1663-5794>

*Alejandro Ramón Hernández*

*aramon@uclv.edu.cu* • <http://orcid.org/0000-0003-0749-5977>

*Beatriz Bello García*

*bbgarcia@uclv.edu.cu* • <http://orcid.org/0000-0002-3943-5736>

*Marilyn Bello García*

*mbgarcia@uclv.edu.cu* • <http://orcid.org/0000-0002-8804-749X>

UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS, VILLA CLARA, CUBA

*Yaile Caballero*

*yaile.caballero@reduc.edu.cu* • <http://orcid.org/0000-0002-6725-5812>

*Julio Madera Quintana*

*julio.madera@reduc.edu.cu* • <http://orcid.org/0000-0001-5551-690X>

*Yanela Rodríguez*

*yanela.rodriguez@reduc.edu.cu* • <http://orcid.org/0000-0003-2232-2265>

*Yaima Filiberto*

*yaima.filiberto@reduc.edu.cu* • <http://orcid.org/0000-0003-2279-2953>

*Yoan Martínez López*

*yoan.martinez@reduc.edu.cu* • <http://orcid.org/0000-0002-1950-567X>

UNIVERSIDAD DE CAMAGÜEY

*Alfredo Simón Cuevas*

*asimon@ceis.cujae.edu.cu* • <http://orcid.org/0000-0002-6776-9434>

*Eduardo Sánchez Ansola*

*esancheza@ceis.cujae.edu.cu* • <http://orcid.org/0000-0001-5977-1633>

*Ana Camila Pérez Pérez*

*acperez@ceis.cujae.edu.cu* • <http://orcid.org/0000-0003-4190-1705>

*Alejandro Rosete*

*rosete@ceis.cujae.edu.cu* • <http://orcid.org/0000-0002-4579-3556>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA HABANA JOSÉ ANTONIO ECHEVERRÍA, CUJAE, CUBA

Recibido: 2020-09-23 • Aceptado: 2020-10-31

## RESUMEN

La pandemia global de la COVID-19 ha afectado a todo el mundo en el año 2020. Cuba no ha escapado de este azote, a pesar de que las afectaciones han sido notablemente menores con respecto a otros países, debido a la gran prioridad que le ha puesto el país a este tema. A tono con el esfuerzo de toda la ciencia mundial para enfrentar esta pandemia, la Inteligencia Artificial ha logrado aportes en varias dimensiones de esta batalla. En este trabajo, se describen algunos de los esfuerzos realizados en Cuba aplicando técnicas de Inteligencia Artificial en el enfrentamiento a la COVID-19, particularmente en tareas de diagnóstico médico, predicción de la pandemia y su gestión. Esta mirada permite entender lo que se ha podido realizar, pero también muestra lo que es posible hacer de cara a la sociedad post-COVID, en cuya transformación digital la Inteligencia Artificial puede jugar un papel importante.

**PALABRAS CLAVE:** inteligencia artificial; COVID-19; transformación digital.

## ABSTRACT

*The global COVID-19 pandemic has affected all the world in 2020. Cuba has suffered due to this pandemic, despite its reduced incidence with respect to other countries due to the national efforts against this situation. Aligned with the efforts of the global science, Artificial Intelligence has been used to face COVID-19. This paper describes some of the contributions of the Artificial Intelligence in Cuba, particularly for medical diagnosis, pandemic forecasting and management. This view is useful not only to understand what has been done, but also to understand what it is possible to make in order to foresee the post-COVID society where the Artificial Intelligence is a relevant element for the digital transformation.*

**KEYWORDS:** *artificial intelligence; COVID-19; digital transformation.*

## INTRODUCCIÓN

A la Inteligencia Artificial (IA) le corresponde jugar un importante rol en el contexto de la actual batalla contra la epidemia de la COVID-19 (Ahuja, *et al.*, 2020; Vaishya, *et al.*, 2020), lo cual se ha reflejado en varias revisiones sobre este tema (Bullock, *et al.*, 2020; Sipior, 2020; Shaikh, *et al.*, 2020) y también en los análisis de su posible aporte en la reestructuración de la

sociedad post-COVID (Elavarasan y Pugazhendhi, 2020; Park, *et al.*, 2020). En este artículo, se presenta una breve mirada a algunos trabajos realizados en Cuba en esta temática. Estos solo muestran una parte de los que se han hecho, pero sirven fundamentalmente para mostrar ejemplos de las contribuciones que pueden hacerse. La sección *Metodología* explica la forma de organización seguida, mientras que en la sección *Resultados y Discusión* se presenta una mirada que resume los principales trabajos comentados.

## METODOLOGÍA

Este trabajo no pretende ser una revisión exhaustiva de todo lo realizado sobre la aplicación de la IA para enfrentar la COVID-19 en Cuba. Solo pretende mostrar algunas acciones que han sido posibles en estos meses. Para la organización de la presentación, se toman como referencia los cuatro temas fundamentales en los que se encuentran la mayores posibilidades de contribuciones de la IA (Ahuja, *et al.*, 2020; Vaishya, *et al.*, 2020; Bullock, *et al.*, 2020; Sipior, 2020; Shaikh, *et al.*, 2020; Elavarasan y Pugazhendhi, 2020; Park, *et al.*, 2020): diagnóstico médico, desarrollo de nuevos medicamentos, predicción de la pandemia y gestión de la misma. Particularmente, se presentan ejemplos en tres de esos temas, pues de la revisión realizada no se encontraron ejemplos en Cuba del uso de métodos de IA para el desarrollo de nuevos medicamentos.

Por supuesto, resulta esperanzador el pensar que se hayan podido desarrollar muchas otras aplicaciones de la IA y que sus autores las divulguen rápidamente como forma de entender el impacto que pueden tener estas propuestas en la Transformación Digital de la sociedad cubana frente a la pandemia.

Conviene destacar que en el contexto de la COVID, Cuba fue sede virtual en junio del 2020, de uno de los eventos internacionales de la IA más prestigiosos que se han desarrollado en Cuba en los últimos años: la *International Joint Conference on Rough Sets (IJCRS2020)* (Bello, *et al.*, 2020). Las técnicas que cubre este evento no aparecen entre las mencionadas en los aportes que se reportan por otros países, pues no se encontraron aplicaciones de Conjuntos Aproximados (RS: *Rough Sets*) para la COVID. A pesar de eso, entre los trabajos comentados en la sección siguiente sí aparecen ejemplos en Cuba de su posible uso contra la pandemia.

También resulta notable que la Academia de Ciencias de Cuba dedicara su segundo número del año 2020 al tema del enfrentamiento a la COVID-19. En ese número, se destaca un trabajo con la autoría del presidente cubano (Díaz-Canel y Nuñez-Jover, 2020) donde se describen las líneas generales de la gestión gubernamental y de la ciencia cubana en el enfrentamiento a la pandemia. Entre las principales líneas de trabajo descritas se incluyen algunas que tienen relación directa con las temáticas en que la IA puede ser de gran ayuda como son (Díaz-Canel y Nuñez-Jover, 2020):

- El desarrollo de modelos para el pronóstico y evaluación del desarrollo de la pandemia, incluyendo los análisis desde la perspectiva de la geolocalización y de la influencia de los factores climáticos.

- Estudio de métodos para la clasificación de la gravedad de los pacientes y pronósticos de su evolución.
- Evaluación de resultados en aplicaciones informáticas diseñadas para el escenario COVID.
- Estudios de movilidad basados análisis de grandes volúmenes de datos (*Big Data*).

En la sección siguiente se comentan algunas investigaciones en las que han participado los autores de este trabajo, como una muestra de lo que se ha podido, y de lo que se puede hacer, pero sin intención de ser exhaustivos, ni de destacar estos por encima de otros que se hayan realizado.

Un ejemplo de los trabajos no descritos en esta sección, corresponde a (Pérez-Rodríguez, *et al.*, 2020), enfocado en la evolución de la pandemia en la provincia de Holguín. Este como muchos otros realizados en este tiempo refuerzan la esencia que puede sacarse de este trabajo: la IA puede y debe ser un elemento esencial en este combate en Cuba y en la reconfiguración de la sociedad post-COVID.

La intención está a tono con lo expresado en una de las directrices de gobierno (Díaz-Canel y Núñez-Jover, 2020) de cuidar la memoria histórica, y este trabajo tributa en esa dirección. También está alineado con la posición del Presidente de la Academia de Ciencias en el comentario editorial del número 2 del 2020, mencionado antes, en que dejaba claro que habrá un mundo diferente luego de la COVID-19 en que se impone unir esfuerzos y apoyarnos entre todos (Velázquez, 2020).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ANÁLISIS DE DATOS CLÍNICOS: DIAGNÓSTICO MÉDICO

Asociado al tema del diagnóstico médico, es interesante señalar el trabajo de (García-Lorenzo, *et al.*, 2020) enfocado en obtener patrones que permitan predecir la letalidad de la COVID-19 aplicando una combinación de técnicas de IA. Para ese estudio, se utilizaron los datos disponibles de México que incluyen una gran cantidad de rasgos sobre las personas que presentaron la COVID-19 (hasta el 20 de abril, incluye 16 rasgos físicos y clínicos, sobre cerca de 9.000 casos positivos y más de 700 fallecidos). Entre los rasgos están: la edad, el padecimiento de otras enfermedades, la obesidad, el tabaquismo, etc. Entre las técnicas de IA usadas por (García-Lorenzo, *et al.*, 2020) se encuentran algunas que coinciden con las técnicas de IA que marcan la tendencia mundial (Bullock, *et al.*, 2020; Sipior, 2020; Shaikh, *et al.*, 2020): (en las que tienen especial destaque las basadas en métodos de Aprendizaje Automático) como son las basadas en redes neuronales, la selección de características y los árboles de decisión. Sin embargo, es interesante el empleo de la Teoría de los Conjuntos Aproximados (Bello, *et al.*, 2020), lo cual no se ha encontrado entre los reportados para el tema del COVID-19 en el mundo. Otro aspecto que es interesante de este trabajo, es que no se usan varias técnicas para compararlas o para combinarlas, sino que se contrastan los resultados encontrados por cada una, para entender regularidades.

Las diferentes técnicas convergen en la obtención de patrones que muestran una fuerte relación entre varios rasgos de los pacientes en casos de letalidad, entre los cuales se destacan

la edad, la obesidad, la hipertensión, la inmunosupresión, la diabetes, los problemas renales y cardíacos. Este tipo de análisis puede ser muy relevante en el diseño de tratamientos tanto para la COVID-19 como para otras situaciones u otros países que cuenten con datos con estas características. En este sentido, la importancia de los datos es determinante y puede tanto impulsar como retardar la aplicación de la IA (Bullock, *et al.*, 2020; Vaishya, *et al.*, 2020).

Otra conclusión interesante de (García-Lorenzo, *et al.*, 2020) es el patrón etario: aunque el contagio no se concentra en las edades avanzadas, en el caso de la mortalidad hay una clara tendencia de mayor peligrosidad en los adultos mayores (ver figura 1). Esto se ha contrastado con la evolución más reciente de la COVID-19 y sus rebrotes.

Una ventaja del enfoque del trabajo es que pone énfasis en la posibilidad de interpretar los patrones obtenidos, como se exige en las tendencias actuales hacia una IA Explicable (XAI) (Barredo-Arrieta, *et al.*, 2020). Uno de los patrones es el siguiente, con una confianza de 0.71:

- si EPOC = sí and EDAD > 63 and OBESIDAD = sí and DIABETES = sí entonces letal= sí

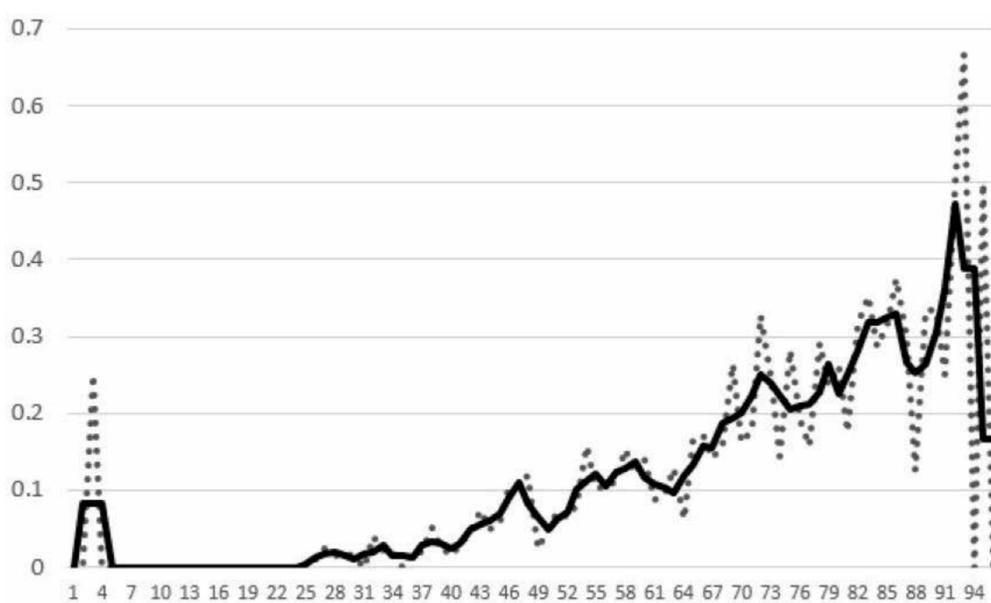


Figura 1. Mortalidad en los diagnosticados por COVID-19 según su edad (García-Lorenzo, 2020).

### ANÁLISIS DE ESCENARIOS: PREDICCIÓN DE LA PANDEMIA

Asociado al tema de la predicción de la pandemia es interesante señalar el trabajo de (Ramón-Hernández, *et al.*, 2020), donde se aporta una opción para predecir la difusión de la enfermedad basada en un enfoque de la IA.

La propuesta ofrece una alternativa para reducir la incertidumbre generada por el posible comportamiento de la propagación de la epidemia, mediante su modelación en diferentes escenarios. Para modelar cada escenario, se trabaja con variables seleccionadas y su interacción, definiendo cada escenario según factores claves o descriptores. Con este enfoque, se estudió el comportamiento de la COVID-19 en Cuba (en general) y en Villa Clara (en particular). Los factores claves empleados por (Ramón-Hernández, *et al.*, 2020) son: la máxima cantidad de casos confirmados (diagnósticos positivos) diarios, el número de días de duración de la epidemia y la cantidad total de diagnósticos positivos al final de la epidemia. Con esa información, se construyen tres funciones para cada escenario empleando modelos basados en conjuntos borrosos (*Fuzzy*) que son ajustados empleando metaheurísticas, particularmente PSO (*Particle Swarm Optimization*). Es muy relevante que los resultados derivados de los escenarios

construidos concuerdan en alto grado con otros modelos desarrollados, lo cual es importante y relevante en un contexto lleno de tanta incertidumbre como es la actual pandemia.

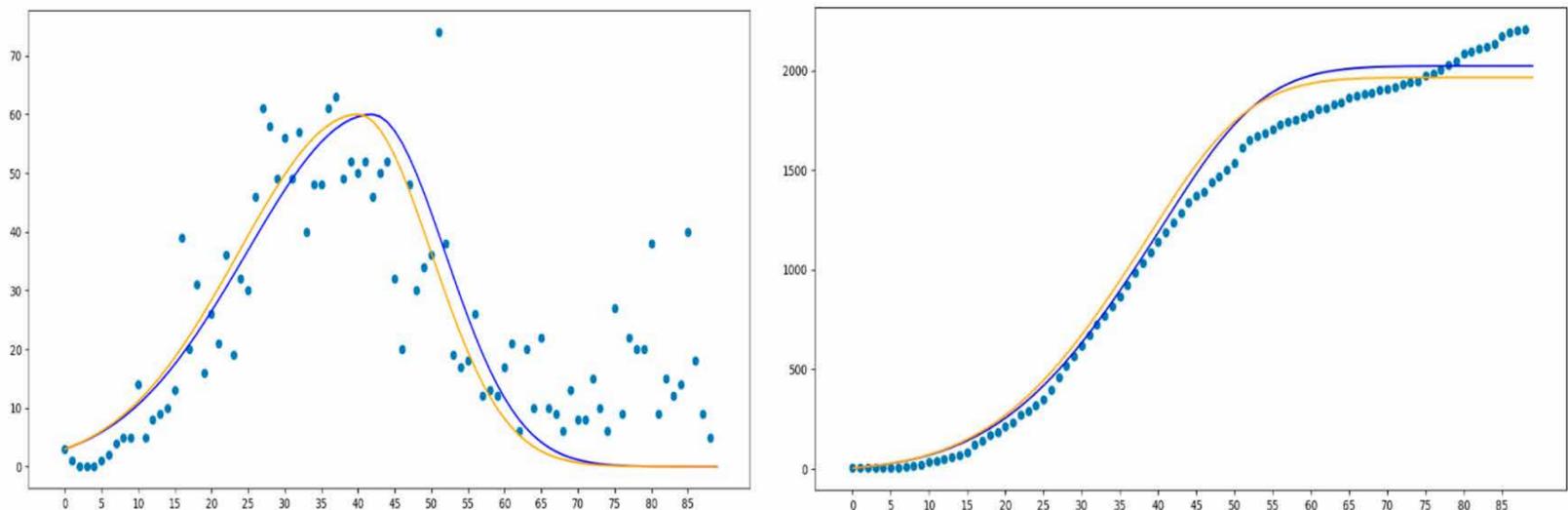


Figura 2. Cantidad estimada y real de pacientes confirmados (diarios y acumulados), previsión para 90 días.

La figura 2 muestra una versión actualizada de los modelos, incluyendo los datos de los días posteriores a la publicación de (Ramón-Hernández, *et al.*, 2020), bajos los mismos principios descritos. La figura 2 (izquierda) se corresponden con la predicción para 90 días de los casos positivos diarios y del valor acumulado de casos positivos (derecha). Los puntos corresponden a los valores reales mientras que las líneas corresponden a los escenarios pronosticados.

Es muy valioso para la toma de decisiones poder contar con modelos que confirmen y retroalimenten a otros estudios. Un aspecto interesante que se concluye es que el escenario más pesimista (con más contagios) es el que menos se ajusta a la serie de valores reales, lo cual hace pensar que es el menos probable.

### **APOYO A LA GESTIÓN LOGÍSTICA: GESTIÓN DE LA PANDEMIA**

Asociado al tema de la gestión de la pandemia es interesante reseñar dos trabajos con un enfoque hacia la gestión logística.

Por una parte, el trabajo de (Martínez, *et al.*, 2020) muestra la utilidad de emplear metaheurísticas para la optimización de las rutas de distribución. Particularmente, este trabajo se centra en la distribución provincial de insumos relacionados con el servicio asistencial a pacientes aquejados de la COVID-19 en Camagüey, como apoyo a la toma de decisiones por los directivos. Para esto, se comparan varias metaheurísticas (EDA: *Estimation Distribution Algorithms*; SA: *Simulated Annealing*; VNS: *Variable Neighborhood Search*) en una versión del problema de ruteo de vehículos (VRP: *Vehicle Routing Problem*) con una flota heterogénea y considerando ventanas de tiempo. Para obtener los datos necesarios, se partió de caracterizar los medios de transporte existentes en las empresas del territorio, así como las características de los productos a distribuir y los horarios de servicios, etc. Para el cálculo de distancias entre los municipios se empleó el servicio *BingMaps* de *Microsoft*. La figura 3 muestra dos ejemplos de rutas de distribución.



Figura 3. Dos ejemplos de rutas para distribución de insumos médicos en Camagüey (Martínez, *et al.*, 2020).

Otro de los modelos que ha mostrado su utilidad en el enfrentamiento a la COVID-19, es el modelo SBRP (*School Bus Routing Problem*) que fue inicialmente concebido para la recogida de niños para su traslado a la escuela (Ellewood, *et al.*, 2020), pero que puede emplearse en muchas situaciones similares. Este modelo incluye, entre otros aspectos, la optimización de la ubicación de las paradas. A partir de una solución presentada por (Pérez-Pérez, *et al.*, 2020) se pudo modelar la recogida de los estudiantes de la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (Cujae) que iban a dar su apoyo en los centros de aislamiento y atención de salud a los pacientes de COVID-19.



Figura 4. Dos ejemplos de rutas para recogida de estudiantes con 2 (izquierda) o 3 (derecha) ómnibus.

La solución del modelo se basó fundamentalmente en el empleo de un portafolio de algoritmos metaheurísticos, fundamentalmente *Búsqueda Tabú*, variantes del Escalador de Colinas y Recocido Simulado (Pérez-Pérez, *et al.*, 2020). La figura 4 muestra dos alternativas de solución, que permiten valorar si conviene usar dos o tres ómnibus para la recogida de los estudiantes y su traslado hacia el centro de salud donde iban a laborar por 15 días. Estas alternativas permiten evaluar requisitos de tiempo, combustible, medios a usar, etc.

### ANÁLISIS DE NOTICIAS: GESTIÓN DE LA PANDEMIA

También asociado al tema de la gestión de la pandemia, es relevante el análisis de las noticias. (Bullock, *et al.*, 2020) resaltaban tempranamente el importante papel de la IA en la detección



Más allá de las aplicaciones que aquí se comentan, este trabajo pretende convocar a considerar realmente a la Inteligencia Artificial como un elemento importante en la transformación digital de nuestra sociedad que no solo implica conectar y habilitar el uso de las tecnologías o recopilar informaciones, sino aprender de todo el conocimiento que los datos pueden aportar si se usan herramientas inteligentes para su análisis.

## REFERENCIAS

- Ahuja, A.S., Reddy, V.P. y Marques, O. (2020). Artificial intelligence and COVID-19: A multidisciplinary approach. *Integrative Medicine Research*, 9(100434). doi:10.1016/j.imr.2020.100434
- Barredo-Arrieta, A., Díaz-Rodríguez, N., Del-Ser, J., Bennetot, A., Tabik, S., Barbado, A., García, S., Gil-Lopez, S., Molina, D., Benjamins, R., Chatilaf, R. y Herrera, F. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, 58, 82–115. doi:10.1016/j.inffus.2019.12.012
- Bello, R., Miao, D., Falcon, R., Nakata, M., Rosete, A. y Ciucci, D. (Eds.) (2020). *Rough Sets, Proceedings of the International Joint Conference IJCRS 2020, Havana, Cuba, June 29 – July 3, 2020*. Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 12179, [versión electrónica de Springerlink] <https://www.springer.com/gp/book/9783030527044>
- Bullock, J., Luccioni, A., Hoffmann-Pham, K., Nga-Lam, C. S. y Luengo-Oroz, M. (2020). *Mapping the Landscape of Artificial Intelligence Applications Against Covid-19*. arXiv:2003.11336v1 cs.CY.
- Díaz-Canel, M. y Núñez-Jover, J. (2020). Gestión gubernamental y ciencia cubana en el enfrentamiento a la COVID-19. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 10(2, especial COVID-19)
- Elavarasan, R.M. y Pugazhendhi, R. (2020). Restructured society and environment: A review on potential technological strategies to control the COVID-19 pandemic. *Science of the Total Environment* 725 (138858). doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138858
- Ellegood, W.A., Solomon, S., North, J. y Campbell, J.F. (2019). School bus Routing Problem: Contemporary Trends and Research Directions. *Omega*. doi:10.1016/j.omega.2019.03.014
- García-Lorenzo, M.M., Rodríguez, Y., Ramón-Hernández, A., Bello-García, B., Filiberto, Y., Rosete, A., Caballero, Y. y Bello, R. (2020). Adquisición de conocimiento sobre la letalidad de la COVID-19 mediante técnicas de Inteligencia Artificial. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 10(3)
- Martínez, Y., Oquendo, H., Caballero, Y., Guerra, L., Junco, R., Benítez, I., Rodríguez, A. y Madera, J. (2020). *Aplicación de la Investigación de Operaciones a la Distribución de Recursos Relacionados con la COVID-19 en Cuba*. SciELO. Scientific Electronic Library Online. doi: 10.1590/SciELOPreprints.988
- Park, Y., Casey, D., Joshi, I., Zhu, J. y Cheng, F. (2020). Emergence of New Disease: How Can Artificial Intelligence Help? *Trends in Molecular Medicine*, July 26(7), 627-629. doi:10.1016/j.molmed.2020.04.007

- Pérez-Pérez, A.C., Sánchez-Ansola, E., Rosete, A. (2020). Una Solución al problema de planificación de rutas de autobuses escolares con flota homogénea y selección de paradas. *Revista Ingeniería*, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, (aceptado, próxima publicación).
- Pérez-Rodríguez, R., Curra-Sosa, D.A, y Almaguer-Mederos, L.E. (2020). Análisis preliminar de modelos SIRD para la predicción de la COVID-19: caso de la provincia de Holguín. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 10(2, especial COVID-19)
- Raju Vaishya, R., Javaid, M., Khan, I. H. y Haleem, A. (2020). Artificial Intelligence (AI) applications for COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* 14, 337-339. doi:10.1016/j.dsx.2020.04.012
- Ramón-Hernández, A., Bello-García, B., Bello-García, M., García Lorenzo, M. M. y Bello-Pérez, R. (2020). Análisis de escenario utilizando técnicas de inteligencia artificial para estudiar el posible comportamiento de la COVID-19. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 10(2, especial COVID-19)
- Ramón-Hernández, A., García-Lorenzo, M.M. Simón-Cuevas, A., Arco, L. y Serrano-Guerrero, J. (2019). A semantic approach for topic-based polarity detection: a case study in the Spanish language. *Procedia Computer Science*, 162, 849–856. doi:10.1016/j.procs.2019.12.059
- Shaikh, F., Brun-Andersen, M., Sohail, M. R., Mulero, F., Awan, O., Dupont-Roettger, D., Kubassova, O., Dehmeshki, J., y Bisdas, S. (2020). Current Landscape of Imaging and the Potential Role for Artificial Intelligence in the Management of COVID-19, *Current Problems in Diagnostic Radiology*, 000, 1-6, doi: 10.1067/j.cpradiol.2020.06.009
- Sipior, J.C. (2020). Considerations for development and use of AI in response to COVID-19. *International Journal of Information Management*. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2020.102170
- Velázquez-Pérez, L. (2020). La COVID-19: reto para la ciencia mundial, Editorial. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 10(2, especial COVID-19)

Copyright © 2020 Bello, R.; García-Lorenzo, M. M.; Ramón Hernández, A.; Bello-García, B.; Bello-García, M.; Caballero, Y.; Madera-Quintana, J.; Rodríguez, Y.; Filiberto, Y.; Martínez-López, Y.; Simón-Cuevas, A.; Sánchez-Ansola, E.; Pérez-Pérez, A. C.; Rosete, A.



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional.