

El transporte marítimo inteligente: Big Data y Optimización Combinatoria



ING. JORGE HERRERA FRANKLIN
Investigador Agregado
franklin@cimab.transnet.cu

ING. DAINIEL MIRANDA CHÁVEZ
Investigador Agregado
dainiel@cimab.transnet.cu

Resumen

En la actualidad, los avances tecnocientíficos sobre transporte marítimo de cargas se han enfocado en aumentar la rentabilidad de los servicios que las entidades involucradas en la actividad brindan, y a la vez, lograr mayores beneficios para los receptores en el intercambio comercial por esta vía. En este sentido, desde la Inteligencia Artificial se han abordado aspectos concernientes a la optimización y el manejo eficiente de grandes volúmenes de información. Por la importancia que reviste la tecnociencia en estos aspectos, en el presente trabajo se realizó un análisis no restringido a los procesos de innovación tecnológica o producción científica sobre transporte marítimo.

El objetivo principal se enfocó en la intersección de las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones con dos ramas de la Inteligencia Artificial aplicados en la planificación y distribución de los recursos involucrados en la transporte marítimo de mercancías. De esta forma se brindó, mediante un enfoque sistémico, las formas en que debe potenciarse su aplicación para maximizar los beneficios tanto para navieras como para la población. La principal contribución, por tanto, radica en la identificación de los aspectos que suponen un impacto social de los avances en materia de las plataformas para el procesamiento de grandes volúmenes de información y Optimización Combinatoria.

Abstract

Nowadays, the techno-scientific advances of maritime cargoes transport, has been focused on increasing the profitability of the services that the entities involved in the activity offers, and, at the same time, to achieve higher benefits for the receivers in the commercial exchange by this way. In this sense, from Artificial Intelligence, many aspects regarding optimization and efficient management of high volumes of data has been studied. According to the importance that has the technoscience in these matters, in this paper it was made a non-restricted analysis to technological innovation processes or scientific production about maritime transport.

The principal goal focused in the intersection of Information Technologies and Communications with two branches of the Artificial Intelligence applied in the planning and distribution of the involved resources in the maritime transportation of cargoes. By this way, it was exposed by means of a systemic approach, the ways of potentiating its application in order to maximize the benefits, both for the shipowners as for the population. The main contribution is the identification of the topics that represent a social impact of the advances in terms of the Platforms for processing Big Data and Combinatorial Optimization.

Introducción

La poderosa influencia de los procesos que suceden en el

sector marítimo-portuario sobre la economía mundial es innegable desde la antigüedad, cuestión que se acentúa en la actualidad como efecto propio de la globalización. Adicionalmente, los avances tecnológicos, signados por el aumento de la conectividad entre «las cosas», son la piedra angular para el desarrollo de la transportación marítima; sin embargo, debe notarse que cada elemento está respaldado por importantes descubrimientos científicos. Luego, para aunar los conceptos de ciencia y tecnología, no solamente en el Transporte Marítimo sino en cualquier rama del conocimiento, se acude a la llamada *tecnociencia*. Esta, constituye el término apropiado para encausar el estudio sobre sus repercusiones sociales en un solo sentido, donde convergen las novedades en materia de artefactos inanimados y la ciencia que los produce.

Aunque la producción mundial no tiene un comportamiento estable, el intercambio internacional por vía marítima ha experimentado un desarrollo creciente, evidenciado en la mayor parte de la literatura científica de la rama. Hay cuatro tendencias: 1) intercambio de mercancías a nivel global considerando todos los medios de transporte (*World Merchandise Trade*), 2) intercambio de mercancías por transporte marítimo a nivel global (*World seaborne trade*), 3) promedio del Producto Interno Bruto a nivel global (*World Gross Domestic Product*, GDP) y 4) índice de producción de los países en vías de desarrollo (*OECD Industrial Production Index*). De esto puede deducirse el importante impacto sobre la economía global de la transportación marítima de cargas y, en consecuencia, lo imprescindible de profundizar los estudios sobre estos temas para aumentar el conocimiento sobre las condicionales menos obvias y su perfeccionamiento progresivo.

Existen numerosas entidades internacionales dedicadas al estudio del comportamiento del tránsito de mercancías entre orígenes y destinos diversos, dedicándosele especial interés a las operaciones comerciales relacionadas con la flota mercante. Los sondeos realizados son utilizados por los agentes que intervienen en la cadena logística, para efectuar operaciones acordes al comportamiento en un momento dado del mercado marítimo internacional. Por otro lado, los propietarios o arrendatarios de embarcaciones enfrentan con regularidad el problema de realizar la distribución de la carga minimizando costos o maximizando los beneficios según sea el caso del servicio que se esté utilizando.

Si bien la literatura científica sobre problemas de transporte marítimo no es tan abundante como en transporte terrestre, existen importantes estudios que proponen métodos para abordar diversas aristas que van desde la automatización de la planificación de rutas e itinerarios hasta el análisis de grandes volúmenes de datos para aumentar la rentabilidad y efectividad de la actividad. Esto se revierte en innegables beneficios sociales por la disponibilidad de productos en menos tiempo y a menor costo, por lo que la negación de estos avances supondría un aislamiento del mercado internacional de consecuencias incalculables. Sin embargo, persisten otros dilemas que enfrentan los más entusiastas defensores de la tecnología en el transporte marítimo: ¿Hasta qué punto puede sustituir la máquina al hombre o hasta dónde realmente puede ayudar? ¿La tecnología aplicada en esta actividad hace que evolucione naturalmente o requiere de políticas o apoyo de algún tipo?



La relación indisoluble y, a la vez difusa, entre los avances científicos en esta rama y la producción de tecnologías afines, induce a tratar estos dilemas desde la categoría de la tecnociencia. En consecuencia, no pueden obviarse algunos de los valores epistémicos de la ciencia como la precisión, el rigor y la generalidad, correlacionándolos con valores tecnológicos como la eficiencia y la eficacia. La medida del vínculo entre ellos puede verse condicionado por valores económicos evidentes o solapados, fundamentados principalmente en la naturaleza de los beneficios obtenidos. Considerando estas problemáticas, se ha establecido como objetivo del trabajo analizar el impacto social de las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TICs) en conjunción con dos ramas de la Inteligencia Artificial aplicados en la planificación y distribución de los recursos involucrados en la transportación marítima de mercancías, para brindar, mediante un enfoque sistémico, las formas en que debe potenciarse su aplicación para maximizar los beneficios tanto para navieras como para la población.

El presente trabajo se divide en dos secciones. La primera, contiene los elementos que se tomaron como punto de partida en los análisis posteriores, apareciendo los principales conceptos manejados, como la Inteligencia Artificial y la tecnociencia. También se brinda una panorámica de los principales avances científicos relacionados con la rama de la computación aplicada al transporte marítimo. La segunda, contiene un análisis social sobre el impacto, de estos avances en distintos aspectos de la vida político-social de cualquier país, haciendo énfasis en el caso de Cuba.

La inteligencia Artificial y la tecnociencia en el transporte marítimo

En la presente sección, se brinda una panorámica sobre la forma que ha tomado la aplicación de la inteligencia artificial en el transporte marítimo, desde su surgimiento como nueva rama del conocimiento. En este sentido, la aparición de las plataformas para el procesamiento de grandes volúme-

nes de información (Big Data) y el desarrollo de algoritmos inteligentes para apoyar la toma de decisiones son elementos de una inteligencia artificial (IA) que, de formas diversas sustituye, en menor o mayor cuantía, algunas capacidades cognitivas propias de los humanos. A pesar de la velocidad de crecimiento de las capacidades tecnológicas que permiten validar su componente práctico, la IA, como rama de la ciencia en general, no avanza a la misma velocidad que la tecnología. Tampoco se orienta específicamente a alguna de ellas, pero sus logros son aplicados directamente en la creación de objetos capaces de imitar el pensamiento humano, considerándose estos comúnmente como «tecnología de punta».

La inteligencia artificial

El término inteligencia artificial fue acuñado oficialmente por John McCarthy (1959) durante la Conferencia de Teddington, sobre Mecanización de Procesos del Pensamiento, la cual definió como la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo capaces de tomar decisiones razonables en poco tiempo y basados en determinada experiencia. Resumiendo la idea de McCarthy, puede decirse que la IA se caracteriza por tratar, en cierto modo, de sustituir el razonamiento humano por la capacidad de razonamiento de una máquina.

La IA es la rama la computación donde se producen los avances de mayor impacto social, pero, contradictoriamente, cada logro obtenido y publicado pasa desapercibido por la mayoría de las personas. Sin embargo, es notado por el gran público cuando es aplicado en determinados artefactos cuya existencia no deja de asombrar a los más curtidos en materia de nuevas tecnologías. Esto quiere decir que la tecnología es la que tiene visibilidad, mientras que las técnicas que sustentaron su construcción solo son asequibles a reducidas élites relacionadas con los temas que abordan. Los avances en robótica son un claro ejemplo de este postulado. En este sentido, deben subrayarse dos términos cuyo alcance será acotado a los efectos del presente trabajo. Primeramente, «tecnología»

se referirá a los objetos tangibles que constituyen la interfaz entre el hombre y la máquina para lo cual solo se utilizará la imagen artefactual propuesta por García, Cerezo y Lujan (1996). El segundo de ellos «las técnicas» deberán ser entendidas como los métodos computacionales o modelos matemáticos para abordar problemas de la vida real desde la Ciencia de la Computación, aunque obviamente no se limitan a esta ciencia.

Los resultados de las investigaciones en IA, consisten principalmente, aunque no únicamente, en diseños de fragmentos de código que son utilizados en artefactos que contienen pequeños sistemas operativos con uno o varios de estos fragmentos y en sistemas informáticos tanto de pequeña como de gran envergadura. Los productos de software de esta índole, considerados también como tecnologías, evolucionan a la par de los avances en esta rama, evidenciándose así el carácter difuso de la relación ciencia-tecnología. La tecnociencia en esta rama, por tanto, también es la transformación estructural de las prácticas científico-tecnológicas, a partir de la incorporación de nuevos valores a la actividad investigativa (Latour, 1983). La producción de este conocimiento instrumental destaca contradicciones sociales que se pueden

observar en formas tan diversas como; patentes en lugar de bienes públicos, útiles privados o locales en lugar de universales, o, en el peor de los casos, resultados por intereses específicos o parcializados en vez de altruistas. Según Jover (1996), esta fusión «no significa cancelar las identidades de la ciencia y la tecnología, pero sí nos alerta que la investigación sobre ellas y las políticas prácticas que respecto a las mismas implementemos tienen que partir del tipo de conexión que el vocablo tecnociencia desea subrayar».

La industria 4.0 en el transporte marítimo

La llamada cuarta revolución industrial o «Industria 4.0», induce a la adaptación de la industria y sus procesos a la creación de bienes tangibles apoyándose en el uso de internet y en las nuevas y crecientes capacidades de la computación. Pérez (2017), expresa que (...) *podemos hacer las cosas de una manera mejor adaptada sobre la marcha, a las necesidades del mercado destino. Podremos realizar múltiples procesos asignando de la manera más adecuada los recursos necesarios, ‘destilados’ desde una cantidad de información que de otra manera sería imposible procesar.*

A principios del siglo XX no existían formas de almacenamiento digital para millones de datos relacionados con operaciones marítimas, que ya en esa época se generaban, por lo que se guardaban en stocks de papeles en inmensos almacenes. Resultando evidente entonces, que era necesario un importante volumen de recursos humanos que, a su vez, requerían mucho tiempo para procesarlos y tomar decisiones de planificación o distribución, lo cual, en la actualidad, sería imposible de conciliar con las demandas cambiantes del mercado. En este siglo, donde el desarrollo de la IA tiene un creciente protagonismo, deja de ser un problema para los países que han potenciado la tecnociencia, lo cual, contradictoriamente, acentúa la brecha digital entre ricos y pobres, constituye una herramienta de dominación económica (Winner, 2003).

Big Data

La mayor parte de las definiciones formales sobre esta rama de la IA se basan en el volumen de información almacenada, pero existen otros atributos que caracterizan esta especialidad desde el punto de vista computacional: variedad y velocidad. Russom (2011) propone un Diagrama de Venn donde ilustra la interrelación entre volumen de datos, velocidad de procesamiento y variedad de conceptos obtenidos. El principal reto que enfrentan los científicos radica en la incapacidad demostrada, hasta el momento, de aplicar un algoritmo que obtenga buenos resultados para estos tres aspectos simultáneamente.

La introducción de la computación en el transporte marítimo ha producido un considerable volumen de información que, aunque todavía puede considerarse dispersa, existen algunas compañías dedicadas a su recopilación y procesamiento mediante esta técnica. El ejemplo más claro a nivel internacional en la actualidad es la compañía inglesa Clarkson PLC, que posee oficinas en 19 países y emite diariamente un Reporte de Mercado Marítimo Internacional donde refleja todas las operaciones de fletamento en sus distintas modalidades (por viaje y por tiempo), compra-venta, nuevas construcciones y desguaces.



Lograr un resultado no es cuestión de realizar una consulta a una base de datos y luego ejecutar un simple algoritmo para contar incidencias. Esta es la problemática que aborda el Big Data, por lo que las investigaciones se enfocan en encontrar formas de discriminar información rápidamente o almacenarla de manera que pueda ser encontrada cuando crezca la cantidad de registros (Gujarathi y Costa, 2014). En tal sentido, pudiera preguntarse: ¿para qué guardar tanta información o por qué la necesidad de obtener determinado dato en poco tiempo?, justamente, los sistemas de apoyo a la toma de decisiones o inteligentes tienen un fuerte componente en la teoría de optimización combinatoria de la disciplina matemática de Investigación de Operaciones, donde para un problema se debe elegir una configuración entre varias opciones, minimizando o maximizando el valor de alguna variable.

Optimización combinatoria

Muchos especialistas de diversas ramas enfrentan diariamente una serie de problemas que requieren de tareas específicas, tales como: encontrar el camino más corto, un plan de mínimo costo, la mejor asignación de recursos, la mejor distribución por rutas de medios de transporte, entre muchas otras. Estos problemas de maximización o minimización que persiguen hallar la mejor solución posible o cercana a ella, se conocen como «problemas de optimización». La cantidad de valores que pueden tomar las variables que conforman el estado de una función cuya evaluación se persigue maximizar o minimizar, pueden aumentar lo suficiente como para evaluar la complejidad algorítmica de su método de solución.

En materia de transporte marítimo, Ronen (1983) definió el Problema de Planificación y Distribución de Buques (SRSP por su acrónimo en inglés) utilizando tres aristas para distinguir situaciones que se suceden en la vida real: 1) Servicios de líneas regulares, 2) Servicios *tramp* y 3) Servicios industriales. Christiansen, Fagerholt, Nygreen y Ronen, (2013) expone en un concienzudo trabajo de revisión bibliográfica los prin-

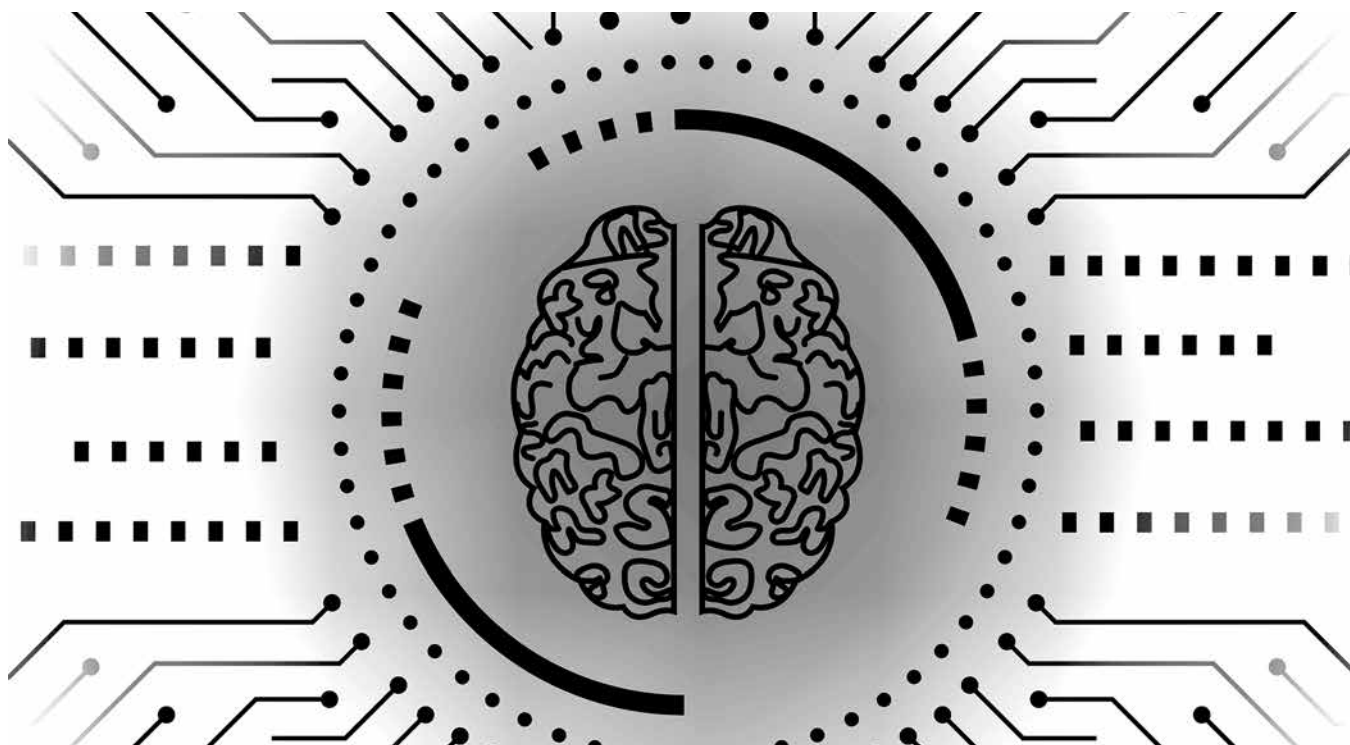
cipales métodos utilizados en las diferentes aristas de este problema. Esta referencia, ilustra claramente la proliferación de métodos exactos sobre los metaheurísticos, de manera que una parte importante de las soluciones existentes ya imponen limitaciones.

La intersección de Big Data y la Optimización Combinatoria en la IA, ha generado un nuevo problema científico que radica en la búsqueda de velocidad de obtención de datos estructurados con una variedad aceptable en poco tiempo. Estos serían utilizados por los modelos que optimizan las metaheurísticas, de manera que se puedan construir sistemas que verdaderamente superen las capacidades de decisión de la mente humana. La importancia de contar con métodos que sean capaces de obtener buenas soluciones para el SRSP guarda estrecha relación con otro aspecto relevante: la interconectividad de diferentes sistemas tanto para obtener datos como para retroalimentar otros ecosistemas informáticos responsables de brindar información precisa a navieras, armadores, transitarios y otros agentes transportistas.

Los avances del transporte marítimo y su impacto social

El transporte marítimo, por naturaleza, tiene carácter global y sirve al comercio mundial mediante la interconexión de mercados en diferentes partes del mundo, donde mueve aproximadamente el 90 % de las cargas (Clarkson-PLC, 2016). La obtención de resultados científicos que propongan soluciones más eficientes para el Problema de Planificación y Ruteo de Buques, explicado en la sección anterior, constituye, por tanto, la base de las mejoras que puede introducir la Ciencia de la Computación en la distribución adecuada de los cuantiosos y costosos recursos que se manejan en la actividad marítima.

Sin embargo, cuestiones como la democratización del conocimiento, imponen una pesquisa sobre la dirección de las investigaciones y su capacidad de satisfacer las necesidades



humanas básicas de la población, por lo que se puede tomar como punto de partida la pregunta que propone Jover (2006): *¿Cómo están representadas las necesidades de la mayoría del planeta en las actuales agendas científicas?* En contraposición al determinismo tecnológico optimista que defiende Bell (1977), el progreso tecnológico no siempre representa un futuro estado de bienestar social generalizado ya que el control sobre los recursos para la ciencia está en manos de grupos de poder bien localizados y, por supuesto, sus intereses no necesariamente responden a los requerimientos de sectores sociales mayoritarios. Para analizar este enfoque en el ámbito nacional, la pregunta planteada se limitará a este contexto.

Cuba, posee 30 puertos de los cuales 22 actualmente están en operación en el sentido real de la palabra, nueve (9) se dedican a negocios internacionales y 13 prestan servicios a cargas domésticas (JICA Report, 2018). Sin embargo, la transportación marítima está subutilizada, lo que se demuestra en el Anuario Estadístico de Cuba (2016), donde se refleja que en el quinquenio 2011 – 2016, el tráfico marítimo por cabotaje solo constituyó el 9.2% del tráfico total de mercancía. Esta evidencia despoja a las investigaciones en Cuba sobre el SRSP de un carácter elitista ya que se realizan bajo la premisa, no de aumentar los dividendos de una compañía naviera determinada, sino de solventar las necesidades reales de toda la población de un país donde son insuficientes los recursos disponibles para la transportación.

Ajustando el espectro nuevamente al de la pregunta anterior, se puede ver que los estudios referenciados en el presente trabajo, pueden estar signados por los intereses de empresas específicas, pero, en todo caso, no privilegian a un pequeño por ciento de la población. Si se mira desde el punto de vista de la aplicabilidad tecnológica de los resultados científicos, la disponibilidad de bienes estará garantizada por la propia posibilidad de transportarlos eficientemente. En este sentido, pudieran surgir, entonces, muchos cuestionamientos adicionales al clásico dilema ético sobre la posibilidad humana de transferir a las computadoras un valor moral como la responsabilidad. Los enfoques sociales brindan herramientas que constituyen una fuerte influencia para los actores que intervienen en la sostenibilidad de la actividad y que son promotores, a la vez, de la disminución de la brecha digital existente y de garantizar la propia seguridad marítima. Los rápidos avances tecnocientíficos en los sistemas de ayuda a la navegación plantean retos que van dejando como única opción la estandarización de las herramientas existentes y nuevas en un sistema integral que contribuya a mejorar la seguridad de la navegación.

La percepción social de estos estudios, también puede ser abordada desde su capacidad para adaptar los mecanismos de distribución a condiciones impuestas por factores exógenos como los eventos climatológicos y desastres naturales, los conflictos armados y las zonas de alta peligrosidad por el flagelo de la piratería.

Teniendo en cuenta que replanificar (por personas expertas) un esquema de transportación a gran escala, además de tomar mucho tiempo, introduce el riesgo de cometer errores por omisión de los factores mencionados, por lo que no serían depreciables las consecuencias negativas desde el punto de vista económico, tanto para los emisores como receptores de mercancías.





Por último, un factor que no debe dejar de ser mencionado es el impacto medioambiental por sus consecuencias sociales tangibles. Existen normas portuarias que implican sanciones para los buques que expulsan sus desechos en los puertos, para la protección ambiental de las bahías, lo que conlleva a que tengan que achicar en altamar. En tal sentido, el tránsito constante por determinadas rutas prefijadas implica que la contaminación generada por cada embarcación sea arrastrada por corrientes marinas hasta puntos donde se acumulan causando severos daños al medio ambiente. Si esto no fuera tomado en cuenta en las aristas del SRSP relacionadas con la definición de rutas, imbricando análisis históricos de niveles de contaminación, los resultados serían catastróficos para zonas costeras que implicarían el desplazamiento forzado de grupos humanos.

Aunque, de forma general, este tema está previsto entre las Metas del Milenio (Naciones Unidas, 2017), aún no se logran avances significativos por la complejidad científica del problema, quedando aún muchas líneas de investigación abiertas (Christiansen et al., 2013) sobre temas como la intersección de las ramas de la IA que han sido explicadas en el presente trabajo.

Desarrollo futuro

Barrere, Martínez, De Lucio, Gordon, Jacovkis y Polino (2014) refieren que (...) *de lo que se trata es de buscar soluciones a los problemas, y no de tratar de encontrar problemas para los cuales ya se tienen las soluciones*. Sin embargo, en la Ciencias de la Computación y, específicamente, en los temas tratados en el presente trabajo, hay muchas líneas de investigación que con soluciones propuestas aún no se consideran cerradas. Con respecto al SRSP, muchos artículos publicados exponen soluciones determinísticas que tienen limitaciones en cuanto a la cantidad de variables que pueden ser computadas. Otro grupo ha optado por el uso de metaheurísticas para enfrentar esta problemática, pero Wolpert y Macready (2017), demuestran matemáticamente que no existe un algoritmo de

esta clase que sea el más eficiente en la solución de cualquier problema, por lo que, los resultados continúan mejorándose en cada publicación. Con respecto a los estudios sobre Big Data ocurre algo similar, ya que no se ha propuesto todavía el algoritmo o plataforma que mejore paralelamente los tres aspectos mencionados en la sección 1.3.

La intersección de las dos ramas de la IA descritas en el presente trabajo, también es objeto de estudio, aunque todavía tímidamente, por la escasa cantidad de trabajos que tratan el tema de la carga de datos eficiente y diversa en modelos de optimización que, a la par, sean eficaces en un tiempo computacionalmente razonable.

Conclusiones

La tecnociencia, orientada a intereses mayoritarios en la planificación eficiente de la transportación marítima de cargas, constituye una garantía necesaria para que los bienes que cruzan los océanos del mundo lleguen a manos de sus destinatarios a costos asequibles, pero manteniendo la rentabilidad para los actores que intervienen en su traslado. Para el caso de Cuba, donde la actividad marítima está signada por políticas estatales que buscan beneficiar a toda la población, la efectividad de esta actividad cobra una relevancia especial teniendo en cuenta las características geográficas del archipiélago y las condiciones del mercado marítimo internacional.

Darle la importancia que merece al Problema de Ruteo y Planificación de Buques como aspecto específico analizado, constituye uno de los cimientos para comenzar a erradicar problemáticas que en la actualidad afectan de manera directa a la transportación marítima de cargas. Los recursos que se emplean en esta actividad no son nada despreciables y están relacionados intrínsecamente con las condiciones económico-sociales imperantes a nivel internacional. Su despilfarro, teniendo la posibilidad de ser optimizados, más allá de una irresponsabilidad por desconocimiento, es el sostén del atraso económico a nivel nacional para cualquiera de los estados donde se ignore.



La implementación práctica de nuevos resultados científicos en las ramas descritas, debe ser un instrumento de medición para políticas estatales, en aras de lograr la democratización real del conocimiento. Para lograrlo, por tanto, se precisa una concientización profunda de la clase política, cuyo aporte, en cuantía nada despreciable, apuntaría al verdadero estado de bienestar social.

Referencias

- Anuario Estadístico de Cuba*. La Habana: Oficina Nacional de Estadísticas, 2017.
- BARRERE, R., MARTÍNEZ, E., DE LUCIO, I., GORDON, A., JACOVKIS, P. Y POLINO, C. (2014). *Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social*. París: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- BELL, D. (1977). *Las contradicciones culturales del capitalismo*. Editorial Alianza.
- CHRISTIANSEN, M., FAGERHOLT, K., NYGREEN, B. Y RONEN, D. (2013). *Ship routing and scheduling in the new millennium*. *European Journal of Operational Research*, 467-483.
- CLARKSON-PLC. (2016). *Annual report 2016*. London: Clarkson and sons Ltd..
- GARCÍA, M., CEREZO, J. Y LUJÁN, J. (1996). *Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. In *Ciencia, tecnología y sociedad*. Tecnos.
- GUJARATHI, R. Y COSTA, F. (2014). *The impact of online networks and big data in life sciences*. Retrieved from Social Networking: <http://dx.doi.org/10.4236/sn.2014.31007>
- (2017). *ICT facts and figures*. International Telecommunication Union. Retrieved from <http://www.itu.int/ict>
- (2018). *JICA Report*. Tokio: Japan International Cooperation Agency Library.
- JOVER, J. N. (1996). *De la ciencia a la tecnociencia: pongamos los conceptos en orden*. La Habana: Editorial Félix Varela.
- JOVER, J. N. (2006). *La democratización de la ciencia y el problema del poder*. Editorial Ciencias Sociales.
- LATOUR, B. (1983). Give me a laboratory and I will raise the world. In *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*.
- McCarthy, J. (1959). Programs with common sense. *Teddington Conference on the Mechanization of Thought Processes*.
- PÉREZ., J. E. (2017, agosto 10). *Un mundo diferente también para el sector marítimo*. Retrieved from Instituto de Ingeniería Español: <http://iies.es/category/blog-de-asuntos-maritimos/>
- RONEN, D. (1983). Cargo ships routing and scheduling: Survey of models and problems. *European Journal of Operational Research*.
- RUSSOM, P. (2011). *Big Data analytics. TDWI best practices Report*. The Data Warehousing Institute.
- UNCTAD. (2016). *Review of Maritime Transport*. New York: United Nations Publications.
- UNIDAS, N. (2017, octubre 15). Retrieved from *Objetivos de la Campaña del Milenio*: www.un.org/millenniumgoals
- WINNER, L. (2003). *The Internet and Dreams of Democratic Renewal*. Rowman & Littlefield Publishers.
- WOLPERT, D. H., & MACREADY, W. G. (1997). *No free lunch theorems for optimization*. *TransEvol Comp*, 67-82.