

DIMENSIONES IMPORTANTES EN LA GESTIÓN DE LA INFORMATIZACIÓN: INTEGRACIÓN E INTELIGENCIA

IMPORTANT DIMENSIONS IN INFORMATIZATION MANAGEMENT: INTEGRATION AND INTELLIGENCE

Alejandro Rosete Suárez <https://orcid.org/0000-0002-4579-3556>

Mailyn Moreno Espino <https://orcid.org/0000-0002-7613-3382>

Eduardo Sánchez Ansola <https://orcid.org/0000-0001-5977-1633>

Cynthia Porras Nodarse <https://orcid.org/0000-0002-4557-1961>

Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE),
rosete@ceis.cujae.edu.cu, my@ceis.cujae.edu.cu, esancheza@ceis.cujae.edu.cu,
cporrasn@ceis.cujae.edu.cu

Recibido: 30/04/2020

Aceptado: 1/06/2020

Resumen

En el momento actual, la informatización de la gestión pública y empresarial es una necesidad y Cuba lo ha asumido así. La gestión de este proceso avanza de lo simple a lo complejo, empezando por la habilitación de infraestructuras e informaciones, para luego ir a la gestión digital de procesos, el comercio electrónico y la automatización. El objetivo de este artículo es demostrar la conveniencia de mantener el foco en dos dimensiones importantes en la gestión de la informatización: la integración (de datos que hoy se gestionan de manera aislada) y el uso de la inteligencia computacional. Para ello, se estudian teóricamente dos casos vinculados al posible diseño de servicios (diseño de red de transporte y atención a afectaciones). En ellos se argumenta, partiendo de supuestos comprobables, que una informatización integrada e inteligente puede provocar mejoras en el servicio final que se puede ofertar.

Palabras Claves: integración de información, inteligencia computacional, optimización, sistemas de información geográficos, informatización, gestión.

Abstract

Nowadays, the informatization of public and business management is a necessity that Cuba has assumed. The informatization management follows a simple-to-complex approach, first focusing on infrastructure and information availability to then allowing digital business, electronic commerce and automation. The goal of this paper is to show the convenience of keeping attention on two important

DIMENSIONES IMPORTANTES EN LA GESTIÓN DE LA INFORMATIZACIÓN: INTEGRACIÓN E INTELIGENCIA

dimensions in the informatization: integration (of data that is currently managed in isolation) and the use of computational intelligence. Thus, we study two cases related to the possible design of services (transportation network design, and victim attention). The argument, based on probable assumptions, demonstrates how these services may be improved base on an integrated and intelligent informatization.

Keywords: information integration, computational intelligence, optimization, geographical information systems, informatization, management.

Introducción

La informatización de la sociedad cubana es un proceso que avanza con gran empuje, impulsado desde la alta dirección del país. Ya hoy se observan varios avances: los portales del ciudadano, la ampliación de la cobertura de servicio wifi y de telefonía móvil, y la existencia de carreras con perfil orientado a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en todo el país. Estos pasos son importantes para asegurar una informatización acelerada. Lógicamente, este proceso va de lo simple a lo complejo, empezando por garantizar que se disponga de la información por parte de los interesados, para luego avanzar hacia la gestión digital de procesos y la proliferación del comercio electrónico. También se avanza hacia una mayor automatización de los procesos productivos y la incorporación de la robótica y la automatización. El potencial científico-técnico del país, es un elemento que sustenta este proceso.

En este artículo, se argumenta la necesidad de incorporar dos dimensiones importantes en la gestión y administración de la informatización (tanto como un fin, como un proceso en sí). Estas son: la integración y el uso de la inteligencia computacional. La argumentación se basa en la discusión de dos casos de estudio (dos contextos de informatización) que demuestran cómo la adición a la “informatización” de los adjetivos “integrada” e “inteligente” puede llevar a enfoques más avanzados con un gran valor agregado a los servicios que se presten, encadenando los flujos de información hacia la toma de decisiones.

La integración (de aplicaciones, de servicios, etc.) es un asunto resuelto técnicamente, con tecnologías bien establecidas, siendo los servicios web¹ una de las tecnologías habilitadoras más conocidas. En este artículo no se aporta nada en la dimensión tecnológica de la integración ni en el descubrimiento o introducción de tecnologías inteligentes. La intención es aportar una argumentación teórica que muestra cómo la integración de información que hoy manejan entidades diferentes puede permitir llegar a mejores enfoques de gestión de procesos y servicios en dos contextos: transportación y atención a afectaciones. En estos dos contextos, se menciona el aporte que pueden dar técnicas avanzadas e inteligentes,^{2,3} fundamentalmente se menciona la minería (análisis) de datos,^{2,4} la optimización⁵ con metaheurísticas,⁶ la simulación,⁵ el empleo de agentes inteligentes^{2,7} y la geocodificación.⁸ Sobre cada técnica se brindan algunas referencias para conocer más sobre las mismas, pero este trabajo no incluye la explicación de cómo funcionan (es decir, el trabajo explica “qué” hacen y lo que aportan, no “cómo” lo hacen). Sobre la evolución de la minería de datos⁹ hacia la nomenclatura de Ciencia de Datos se puede abundar sobre la bibliografía más reciente en la temática^{4,10} en su articulación con la estadística¹¹ y el aprendizaje automático.¹² Aquí, estas tecnologías solo se tratan como cajas negras a partir de lo que pueden aportar en la mejoría en la gestión apoyada por la informatización.

DIMENSIONES IMPORTANTES EN LA GESTIÓN DE LA INFORMATIZACIÓN: INTEGRACIÓN E INTELIGENCIA

A nivel mundial, el desarrollo de diversas tecnologías como el Internet de las Cosas¹³ (IoT, por sus siglas en inglés) con sus implicaciones para el desarrollo de las modernas tendencias de la Industria 4.0¹⁴ y sus implicaciones para el diseño y gestión de las cadenas de suministro¹⁵ y el comercio electrónico¹⁶ se constituyen ya en realidades en algunos países desarrollados. En general, la gestión de la gran acumulación de datos de diversos tipos (introduciendo el término “big data” que ya es una realidad desde hace algunos años)¹⁷ permite que algunas entidades implementen enfoques avanzados en su gestión con el apoyo de modernas tecnologías como la Analítica de Negocios¹⁸ y la Minería de Procesos.¹⁹ A este conjunto de técnicas, se suman los enfoques de análisis flexible de la información manejando las incertidumbres que naturalmente aparecen, empleando enfoques como el de la Lógica Difusa o Borrosa,²⁰ lo cual ha permitido contar con casos de estudio exitosos en diversas ramas desde hace varios años.²¹⁻²³

Sin embargo, en las entidades cubanas, la inserción de este tipo de análisis inteligente es aún incipiente y esto puede estar causado por la posible creencia de que es necesaria una inversión demasiado grande (por ejemplo, en potencia de cálculo) para aplicar las mismas. Esto es parcialmente verdad para algunas tecnologías avanzadas de análisis de datos como puede ser las tecnologías de Aprendizaje Profundo,²⁴ especialmente para el análisis de información multimedia.²⁵ Asociado a estas técnicas existen aplicaciones interesantes, que parecen lejanas para nuestro desarrollo actual, como pueden ser: los análisis de personalidad con fines docentes o de gestión de capital humano basado en análisis de información multimedia disponible en redes sociales,²⁵ técnicas avanzadas de agricultura de precisión,²⁵ gestión eficiente de cadenas de suministros con la ayuda de etiquetas RFID,²⁵ modelar fenómenos de interacción social y dinámica de grupos,²⁶ o realizar estudios de enfoques de género en los medios de comunicación.²⁷ Según encuestas recientes en empresas del primer mundo,²⁸ alrededor del 85% de ellas declaran estar planeando usar o ya están usando herramientas inteligentes y se destacan aplicaciones en atención al cliente, publicidad, medicina, automatización y finanzas.^{28,29} Para los países desarrollados, el “Big data” que habilita estas aplicaciones es una realidad bastante consolidada¹⁷ que permite, por ejemplo, diseñar sistemas de transporte en que los medios de transporte y los semáforos son agentes de software que cooperan para optimizar el comportamiento global.²² En esos contextos donde la potencia de cálculo no es un problema, algunos autores¹³ reconocen que la cantidad de sensores y las capacidades de la red demandan de más inteligencia (“more intelligence, including cognitive computing”) para vislumbrar una concepción de ciudades inteligentes gestionadas desde los datos (el “big data”).³⁰

Hoy la percepción es que aún Cuba está lejos de esa posibilidad y se cree que hay una limitación fundamentalmente tecnológica, más que organizativa. Sin embargo, las tecnologías están disponibles para realizar estos análisis y existe personal en el país capacitado para ello. Se puede hacer la diferencia orientando la informatización en su gestión a la dimensión de la inteligencia y la integración, sin necesidad de inversiones extras en hardware, sensores o conectividad. Este trabajo se enfoca en realizar dos Estudios de Casos,³¹ que muestran cómo una informatización integrada e inteligente puede provocar efectos positivos. El artículo comienza con una sección donde se explica la metodología seguida en el análisis que se presenta, para luego pasar a los dos casos de estudio.

Metodología

En la argumentación de este trabajo se ha seguido el enfoque de los Estudios de Casos³¹ como método de investigación, partiendo de un breve contexto (con supuestos definidos), las preguntas (del tipo ¿Cómo?) cuya respuesta se argumenta, y las conclusiones que se sacan. Se ha optado por esta vía, por ser un enfoque que ha ido ganando importancia en el análisis del impacto de la digitalización³² y el desarrollo de software³³. En los casos presentados, las unidades de análisis son diseños de soluciones a servicios, en los que la informatización integrada e inteligente puede permitir una mejora cualitativa importante. No llegan a ser proyectos en sí, pero podrían servir de guía para el diseño y gestión de procesos de informatización parecidos en un futuro. De forma general, los dos casos pretenden ser descriptivos de lo que puede aportar una gestión de la informatización con un enfoque integrado e inteligente. Así, los casos pueden clasificarse como interpretativos³³ de nuestra informatización (actual y potencial) y reveladores³¹ de la necesidad de insertar estas dimensiones en la estrategia de informatización. Es importante explicar por qué se ha optado por esta vía para demostrar lo que se puede ganar con una informatización más integrada e inteligente en Cuba. Para esto, se valoraron las tres vías siguientes:

- Demostrar la aplicabilidad a través de una aplicación exitosa en otro contexto (países). Este camino de demostración por analogía se puede basar en identificar situaciones similares a partir de lo cual pueden extrapolarse conclusiones para nuestro contexto cubano. Existen innumerables ejemplos de aplicaciones en otros países en que la integración y análisis inteligente reporta ventajas reconocibles en ramas tan diversas como la industria,¹⁴ las cadenas de suministros,¹⁵ el comercio electrónico,¹⁶ la inteligencia de negocios,¹⁸ la gestión de agua,²¹ los sistemas de transporte,^{22,21} entre otras muchas áreas. Sin embargo, puede fallar esta demostración por la percepción de que la situación que tenemos es diferente y por tanto la analogía no aplica. Por otra parte, el traspaso de experiencias de otros contextos en ocasiones es difícil. Un ejemplo reciente de lo complejo de extrapolar experiencias de otros contextos a nuestra realidad es la situación provocada con la asunción de manera masiva del comercio electrónico en Cuba en medio de la epidemia de Covid-19 sin existir una cultura, una experiencia y una infraestructura para hacerlo lo cual provocó problemas con los clientes.
- Demostrar la aplicabilidad, con aplicaciones exitosas en el contexto cubano. Este es un camino interesante, pero que no es posible aplicarlo a través de este artículo, ya que requiere el convencimiento por parte los directivos, que son los decisores al final. En los casos que se describen, la información integrable está en fuentes diversas no públicas. Si se contara con esos datos, se pudiera desarrollar estos ejemplos exitosos. Si estuvieran disponibles, este trabajo no tuviera sentido, ya que el objetivo último de la argumentación que se hace en este trabajo es motivar a los decisores a valorar proyectos en que la informatización integrada e inteligente puede marcar una diferencia.
- Demostrar la posible aplicabilidad, a partir de argumentar la existencia de condiciones favorables para ello. Al ser esta la vía empleada en este trabajo, se explica a continuación en más detalle.

Para seguir este camino, se optó por la vía de estudiar dos casos, que argumenten la factibilidad de las ideas que se presentan y las ventajas que esto puede traer. Se optó por la vía de enfocar la argumentación por el estudio de casos como método de investigación porque facilitan el trabajo con situaciones donde se mezclan “personas, procesos y sistemas”³² aportando “flexibilidad y amplitud [...]”

a la forma en que se plantean y responden las preguntas de investigación”.³² La argumentación que se presenta es completamente revisable, repetible y discutible si se consideran sus supuestos y la argumentación que conduce a las conclusiones, lo cual es importante es un enfoque científico. Al enfatizar en una línea argumental revisable, se permite garantizar que a pesar de la subjetividad inevitable, no pueda decirse que sea “sospechosa, falta de rigor y no tan buena como otros métodos de investigación”.³³ En este sentido, y para estudiar estos enfoques de informatización como un “fenómeno dentro de su contexto la vida real”³³ es importante definir un protocolo de los casos de estudio que haga que estos queden disponibles para ser analizados por otros investigadores.³³ Para esto, en cada caso se incluyen los elementos siguientes:

- Contexto, incluyendo los supuestos que se asumen.
- Preguntas, que aclaran la meta del proceso argumental
- Argumento, que explica la secuencia de argumentos que conducen a las conclusiones
- Conclusiones e implicaciones, que se corresponden con las proposiciones que se derivan del argumento, incluyendo temas avanzados que derivan en otras posibilidades más sofisticadas.

Para no repetirlo en ambos casos, hay dos aspectos que son comunes y que se describen aquí:

- Hipótesis: Es común a ambos y a la intención general: es posible hoy enfocar la informatización cubana considerando la integración y la inteligencia, lo que puede provocar ventajas importantes.
- Supuestos: Además de los supuestos propios de cada caso, hay uno común: solo se consideran las tecnologías que se dominan en las universidades cubanas. Es decir, en las universidades cubanas se cuenta con capacidad para transferir las tecnologías descritas a la entidad empresarial o pública que lo requiera. No hay espacio para un listado exhaustivo de artículos o tesis que tocan estos temas en las universidades cubanas. De hecho, para aplicar en la práctica estas tecnologías en muchos casos no es necesario realizar aporte científicos, sino simplemente transferir conocimientos que ya están asentados. Incluso, existen otras tecnologías inteligentes que no se describen aquí que son potencialmente útiles y cualquier entidad empresarial o de la administración pública puede acercarse a la universidad de su territorio o de un territorio vecino en busca de dicha transferencia tecnológica.

En general, se comparte la percepción de Levenberg y sus colegas de que todas estas “herramientas para almacenar, analizar y representar información no son instrumentos neutrales”,³² sino que ellas asumen “las predisposiciones epistemológicas de sus creadores e instituciones”³² y por tanto, se asume el compromiso de la ciencia en Cuba en función del desarrollo integral de la nación. En ese sentido, no basta con desarrollar la tecnología, sino que es necesario también acercarla a los que pueden emplearlas. La línea argumental de este trabajo va en esa dirección.

Resultados y Discusión

1. Caso 1: Diseño de redes de transporte

Para entender el **contexto** de este caso hay que partir de que el transporte cumple una función similar al sistema circulatorio de los seres vivos, garantizando que cada componente del sistema logre estar en el momento preciso y en el lugar adecuado. Por ser La Habana la capital de Cuba y la mayor ciudad del país, su sistema de transporte urbano es el más complejo. Este sistema ha sido diseñado y rediseñado

frecuentemente. A la hora de diseñarlo, se debe contar con cierta información de entrada, en especial la demanda de transportación en cada punto, el destino de las personas y la disponibilidad de medios de transporte para atender esas demandas. Una de las maneras de obtener esa información es a través del muestreo de personas en paradas esperando o saliendo de los medios de transporte en determinados puntos clave, que dan estimados de las demandas y necesidades. La unidad de análisis de este caso es una estrategia de diseño para el sistema de transporte de una ciudad. Para obtener este diseño surgen dos preguntas.

- Pregunta 1.1: ¿Cómo puede saberse en qué momento necesitan las personas moverse de un punto origen a un punto destino?
- Pregunta 1.2: ¿Cómo pueden diseñarse eficientemente los planes de transportación a partir de las necesidades?

La Pregunta 1.1 puede ser difícil de responder con la información que dispone el Ministerio de Transporte solo, lo cual muestra la importancia de integrar información. Con un muestreo de ciertas paradas en ciertos momentos del día se puede tener una aproximación poco precisa de las demandas de transportación. Si entendemos que una demanda de transportación como una tríada (Origen, Destino, Hora): en este caso se estudia cómo se puede llegar a ellos. Con el muestreo que puede hacerse en una parada a cierta hora de los que esperan, de los que suben y de los que bajan de un medio de transporte es difícil construir las tríadas anteriores, incluso porque una persona que está en una parada esperando no necesariamente implica que ese es su Origen, ni al bajarse en esa parada eso significa que sea su Destino, simplemente esa persona está empleando la opción que tiene, pero ese no puede entenderse como el punto real de Origen o de Destino. Hay al menos tres variantes mejores para obtener esta información.

Variante 1: Datos de telefonía móvil

Supuesto: Esta argumentación parte del **supuesto** que existe una red bastante distribuida de radio bases que dan cobertura a las peticiones de telefonía móvil. El cumplimiento de este supuesto es evidente, al menos en las grandes ciudades de Cuba y en especial de La Habana. A continuación se describe lo que se podría inferir a partir de este supuesto.

Argumento: Aquí se argumenta cómo la información que maneja el sistema de telefonía móvil puede aportar una mejor aproximación de las demandas. Toda persona que cuenta con un teléfono móvil con cobertura, está asociado en cada momento a una antena de telefonía móvil (o una estación base) que lo conecta (a él, y a todos los que están dentro de la celda o célula atendida por esa antena) al resto de la red.³⁴ Cuando la persona se mueve y sale de la celda, el sistema gestiona su traspaso a otra celda de manera transparente al usuario. De esta manera, cada teléfono móvil queda registrado por las celdas que lo atienden. Ordenando por tiempo las celdas que atienden a una persona surge una secuencia de celdas que atiende a determinado cliente. Cuando una persona se mantiene un tiempo largo (una hora, por ejemplo) en la misma celda esto significa que es una posición/región estable para la persona, y no un lugar por el que pasó. Se asume que estar más de una hora en un lugar puede entenderse como una posición estable.

De esta manera, los servicios de tecnología pueden brindar las celdas que atienden a cada usuario en intervalos de tiempo mayores a cierto umbral (por ejemplo, una hora). Para muchas personas, esta

DIMENSIONES IMPORTANTES EN LA GESTIÓN DE LA INFORMATIZACIÓN: INTEGRACIÓN E INTELIGENCIA

información podría quedar resumida en dos celdas correspondientes a la vivienda y la entidad laboral o de estudio, por ejemplo un usuario podría ser atendido en un día por una celda A entre las horas [00:00,07:30], luego por la celda I entre las [8:03,16:17] y finalmente por la celda A entre [16:55,12:00]. Esta transformación de los datos originales no incluye los intervalos de tiempo en que el usuario se mantuvo solo tiempos breves en ciertas celdas o en los que no tuvo cobertura. La demanda de transporte de este usuario puede interpretarse como dos triadas (A,I,7:30) y (I,A,16:17), que se entienden como la necesidad de ir desde A hasta I a las 7:30am y regresar desde I hasta A a las 4:17. Como en cualquier análisis de datos^{4,10,11}, hay que prestar atención a posible de ruidos. Por ejemplo, una detención larga de un ómnibus en cierto punto (rotura temporal o embotellamiento) o de una persona esperando la llegada el ómnibus podrían interpretarse como un punto de interés, sin embargo, en un análisis global estos hechos aislados salen como anomalías y hay muchas maneras de tratarlos dentro de la minería de datos^{4,9,11} en general y particularmente en la minería de trazas⁹ (*web mining* o *log mining*).

Más allá de la factibilidad tecnológica, para poder emplear el enfoque anterior habría que analizar las implicaciones legales y de salvaguarda de la información, para que ningún usuario sienta afectada su privacidad con estos análisis. Esto es un elemento importante en la gestión de la informatización, para que los datos se usen correctamente por quien deba hacerlo.^{35,36} Este es un tema muy activo desde hace varios años (asociado a temas de orden interior, educación y salud donde aparecen interesantes dilemas éticos)³⁷ Sin embargo, no debe optarse por no usar los datos, debido a que “el conocimiento que se deriva de la minería de datos debe ser usado, primero como una vía para una mejor la gobernanza y segundo como un medio para apoyar el conocimiento organizacional”.³⁷ Entre las varias vías para superar este dilema puede estar el envío de un SMS a todos los usuarios para convocarlos a participar y solo procesar la información de aquellos que estén de acuerdo. Es posible que muchos estén interesados para ser tenidos en cuenta en la determinación de las demandas. La conversión de las celdas en coordenadas es un problema relativamente simple.

Variante 2: Datos a partir de colaboración individual

Supuesto: Esta argumentación parte del **supuesto** que podría existir una comunidad de personas que estén dispuestas a cooperar en la conformación de las demandas. Hay experiencias internacionales que demuestran la factibilidad. En el caso cubano, una experiencia favorable a este supuesto es la existencia de muchas personas que dieron su dirección a las tiendas virtuales cuando esto redundaba en un interés concreto de comprar. Otras experiencias más altruistas como el autopesquisaje del Covid-19 también apunta hacia el cumplimiento de este supuesto.

Argumento: Aquí la opción podría ser el uso de una aplicación móvil (apk) diseñada para este fin que podrían instalar los dispuestos a participar en el estudio. En esa apk cada usuario podría describir explícitamente sus demandas o podría permitir que un método como el descrito en la Variante 1 (basado en umbrales) determine los puntos, con la posibilidad de editarlo luego. De esta manera, los participantes registrarían las trazas de interés a partir de su movimiento, o reportarían directamente sus intereses de transporte. Esta opción tiene la ventaja de reducir errores y de evitar los dilemas éticos porque vendría directamente de los interesados. Incluso, si se registra la información de posicionamiento GPS puede lograrse una resolución mejor que la aproximación que dan las celdas de telefonía celular.

DIMENSIONES IMPORTANTES EN LA GESTIÓN DE LA INFORMATIZACIÓN: INTEGRACIÓN E INTELIGENCIA

En este sentido, las iniciativas con el enfoque VGI (Volunteered Geographic Information) ³⁸ aportan una referencia importante en la conducción de esta vía que deben ser aplicables al contexto cubano. Este camino ha conducido a soluciones interesantes en problemas de ruteos³⁹ que pueden extrapolarse a contexto cubano.

Variante 3: Datos de entidades administrativas públicas o empresariales

Supuesto: Esta argumentación parte del **supuesto** que existe mucha información georeferenciable que es almacenada en entidades a las que puede asociarse una demanda de transportación. A favor del cumplimiento de este supuesto está el hecho de que muchas entidades (como empresas y escuelas) almacenan las direcciones de sus integrantes (trabajadores y estudiantes). En este caso también se asume como supuesto que las entidades cuentan con un horario establecido que puede derivarse en una demanda de transportación, lo cual es también cierto en una inmensa cantidad de entidades que tiene un horario definido y conocido.

Argumento: Aquí se explica cómo las entidades de la administración pública o empresarial que pueden aportar datos importantes para determinar demandas de transporte. Entidades como la Oficina del Carné de Identidad, el Ministerio del Trabajo o el Ministerio de Educación (o Educación Superior) pueden aportar información relevante para este fin. Por ejemplo, una entidad (universidad, hospital, industria) que cuenta con la dirección de sus integrantes podría aportar su lista de demandas, sabiendo sus horarios y a qué horas y días se espera la llegada de sus estudiantes y profesores.

Para convertir las direcciones textuales (como están en la mayoría de los registros) en coordenadas se pueden emplear métodos de geocodificación.^{8,42} Como estas direcciones son bastante estables, la posición podría gestionarse en las entidades de la misma manera que se guardan otras informaciones. En este caso para un determinado integrante se obtienen posiciones estables (siguiendo el vocabulario usado en la Variante 1) que serían (E,[HI:HF]) y (C,[AC:SC]) que indican que el integrante de la entidad E está en la misma en el horario laboral o de estudio (de HI a HF) mientras que está en su casa desde la hora de arribo a su casa AC hasta la hora en que sale de su casa al trabajo SC. El horario de cada entidad es conocido. Para determinar las posiciones de la entidad E y de cada casa C se pueden usar los métodos de geocodificación. Incluso, podría aspirarse a que cada entidad incluya en la información de cada integrante las coordenadas de su casa. Con dos valores numéricos (coordenadas) adicionales en los sistemas de gestión de recursos humanos en las entidades, se ganaría mucho. Debe notarse que no es necesario realizar la geocodificación en tiempo real, sino que puede ser un dato que deba indicarse que se gestione por todas las entidades y que puede ser útil para muchos análisis. Por ejemplo, una universidad podría saber la distribución geográfica de sus integrantes y en base a eso trabajar más en la orientación vocacional, o ver si la distribución especial se relaciona con los resultados docentes y buscar las causas.

Esta geocodificación gradual debe ser un aspecto a incluir en la gestión de la informatización que podría permitir lograr gran calidad en la información de geocodificación que se guarde y resolver cualquier problema de la geocodificación automática con tiempo, antes de que se vaya a usar. La importancia de que el país avance en esta dirección quedó evidenciada en el programa televisivo Mesa Redonda del jueves 14 de mayo de 2020, donde directivos de la empresa CIMEX reconocieron que la

falta de una geocodificación de calidad es uno de los factores que más atentaron contra una mejor gestión de la distribución de las compras virtuales realizadas en el contexto de la epidemia de Covid-19 en Cuba. Para el diseño de la red de transportación, el Ministerio de Transporte podría aportar las direcciones de sus terminales y las coordenadas donde existen paradas de ómnibus construidas que pueden ser utilizadas en el diseño de la red de transporte.

En general, con las direcciones geocodificadas de cada entidad y sus horarios, se puede integrar la información y empleando métodos de minería (análisis) de datos^{4,9,12} (regresiones estadísticas, redes neuronales, etc.) para predecir las demandas de transportación, las cuales a su vez podrían simplificarse usando algoritmos de agrupamiento^{8,9,4} para integrar varias demandas parecidas y darle un tratamiento unificados (por ejemplo, dos vecinos que trabajan en lugares cercanos con horarios parecidos pueden tratarse de una manera similar).

Solución inteligente del diseño

Los argumentos anteriores (partiendo de supuestos comprobables y mostrando las transformaciones necesarias) permiten afirmar que existe información que hoy se gestiona de manera separada que puede convertirse en demandas de transporte necesarias para el diseño de un sistema de transporte adecuado. De esta manera, una vez respondida la Pregunta 1.1 con las tres variantes anteriores (que pueden integrarse de manera sistémica) y mostrando que se puede contar con la información de las demandas, para diseñar un plan de transportación eficiente se pueden emplear diferentes algoritmos de diseño de rutas, que van desde el clásico algoritmo del Viajante (TSP: *Traveling Salesman Problem*),^{5,6} que intenta determinar el ciclo de Hamilton que pasa por un grupo de puntos y regresa al punto original con el menor costo, hasta la incorporación de otros aspectos como son la consideración de las capacidades de los medios, el respeto a restricciones respecto al tiempo (ventanas de tiempo), que existan múltiples puntos de origen y destino, como los que son considerados en el problema del ruteo de ómnibus escolares (SBRP: *School Bus Routing Problem*,⁴³ que es similar al del transporte obrero en Cuba) o las restricciones para usar determinados medios en ciertos puntos como se considera en el problema del ruteo de camiones y remolques (TTRP: *Truck and Trailer Routing Problem*).⁴⁴ En general, con estos algoritmos podría obtenerse un diseño del transporte que determine las mejores rutas con sus horas de paso por cada punto.

Para resolver estos problemas, existen muchos enfoques que incluyen soluciones exactas^{5,6} (cuando es posible) o aproximadas⁶ (por ejemplo, usando metaheurísticas, cuando el problema tiene una dimensión mayor). Estos algoritmos optimizan diferentes criterios como pueden ser maximizar la demanda atendida en tiempo, obtener el menor número de medios que permiten satisfacer la demanda, reducir el tiempo necesario para llegar al destino, a la vez que consideran un variado número de restricciones.

Es importante notar que los métodos heurísticos por sí solos han demostrado ser excelentes herramientas de diseño. Por ejemplo, hoy se cuenta con circuitos diseñados por computadoras que han sido patentados y que son mejores que los hechos por humanos, o que algoritmos de este tipo han logrado mejorar diseños humanos de motores de aviones. Adicionalmente, estos métodos no se oponen a las soluciones humanas, pues las formas que usan los expertos humanos para diseñar, son traducibles en métodos heurísticos que pueden ser automatizados. Una muestra de la potencialidad que tienen los métodos heurísticos frente a los métodos humanos, es que en estudios previos se obtuvieron soluciones

DIMENSIONES IMPORTANTES EN LA GESTIÓN DE LA INFORMATIZACIÓN: INTEGRACIÓN E INTELIGENCIA

heurísticas a los calendarios de tres Series Nacionales de Béisbol que permitieron reducir en alrededor del 25% el total de kilómetros recorridos,⁴⁵ a la vez que se obtenía una solución en 3 minutos mientras que los expertos demoraban alrededor de 3 semanas.

Adicionalmente, hay otros aportes de la Inteligencia Computacional en este contexto que son importantes para responder a la pregunta 1.2:

- El enfoque multiobjetivo⁶ ofrece una alternativa a solo optimizar uno de los criterios, permitiendo obtener un conjunto de soluciones con diferentes compromisos entre los criterios. Por ejemplo, el decisor puede obtener dos soluciones: (A) con el menor uso de medios de transporte y combustible que garantiza atender toda la demanda, pero con mayor tiempo de los usuarios en los ómnibus, y (B) con mayor costo que también atiende toda la demanda y con mínimo tiempo en los medios. Con estas alternativas A y B, el decisor puede escoger según su preferencia para un contexto específico.
- Una posibilidad importante, es usar la simulación⁵ (y particularmente la basada en agentes inteligentes)^{2,7} antes de implantar un diseño. De esta manera, en la simulación se puede considerar no solo la demanda media o máxima, sino generar eventos aleatorios que sigan una distribución similar a los datos medidos. De esta manera, pueden preverse problemas antes de la implantación. Es posible que la instalación hace unos años de semáforos en la rotonda de la Ciudad Deportiva que provocó largos embotellamientos pudieran haberse previsto en una simulación.
- Otra posibilidad es el monitoreo de la situación y la predicción de las demandas.⁴⁰ Por ejemplo, las mismas fuentes de información anterior podrían detectar fluctuaciones notables respecto al comportamiento estándar y demandar una replanificación. Para esto, el diseño de agentes inteligentes^{2,7} que se enfoquen en detectar fluctuaciones importantes, podrían asumir esta responsabilidad de alertar ante cambios en las demandas, en que se esté cumpliendo el servicio o comportamientos raros que podrían ser causados por accidentes o embotellamientos.
- Vale la pena también mencionar que cuando no se cuenta con información totalmente precisa, las herramientas de Soft Computing²⁰ permite optimizar en este contexto, considerando el problema como uno de optimización difusa o borrosa.⁴¹

En general, con la discusión anterior, se mostró cómo la integración de informaciones de diversas fuentes (red telefónica, entidades educativas o empresariales, proveedores de transporte, colaboradores) puede servir para pronosticar la demanda de transportación que luego puede optimizarse, evaluarse y monitorizarse usando algoritmos inteligentes.

2. Caso 2: Atención a afectaciones

Para entender el **contexto** de este segundo caso, debe notarse que uno de los mayores retos que hoy enfrenta el mundo, es la gestión y mitigación de las afectaciones por el cambio climático. La Tarea Vida enfrenta este problema en nuestro contexto cubano. Una tarea importante para hacerlo es determinar las personas que pueden ser afectadas por la subida del nivel de las aguas. En otra dirección, fenómenos como el tornado que afectó en enero del 2019 a La Habana, los numerosos ciclones que nos visitan sin previo aviso, o la propagación de epidemias exigen la determinación de las personas que son afectadas tanto por el ciclón como por inundaciones u otras afectaciones que este puede producir. En

DIMENSIONES IMPORTANTES EN LA GESTIÓN DE LA INFORMATIZACIÓN: INTEGRACIÓN E INTELIGENCIA

general, ante estos problemas (ciclón, tornado, inundación, epidemia) es importante determinar quiénes fueron afectados y cómo atenderlos. Ante eso, surgen dos preguntas:

- Pregunta 2.1: ¿Cómo pueden saberse las afectaciones que un evento puede provocar?
- Pregunta 2.2: ¿Con esa información, cómo pueden diseñarse eficientemente la atención?

Supuesto: Aquí se pueden partir de los mismos **supuestos** del caso anterior. Es decir, se puede partir de la disponibilidad de red de telefonía celular, la información de las entidades de trabajo o estudio, la información del sistema de la vivienda, y la posible disposición para la creación cooperativa de información georeferenciable. Esto, unido al empleo de la geocodificación⁴² se puede determinar la ubicación de las casas de las personas. Considerando la posibilidad de identificar a cada persona con una coordenada asociada a su vivienda, por medio de Sistema de Información Geográfica⁴² (GIS, por sus siglas en inglés) puede ubicar estas coordenadas en un mapa.

Argumento: Bajo los supuestos previos, se pasa a argumentar primero la respuesta a la Pregunta 2.1. La zona de afectación (por ejemplo, la imagen de la zona afectada por el tornado de enero en La Habana, que fue presentada en el Noticiero Nacional de Televisión o los lugares que serán afectados por las inundaciones provocadas por la subida del nivel del mar) son también representables en un GIS como una figura geométrica.⁴⁸;Error! No se encuentra el origen de la referencia. Uniendo ambas informaciones es posible determinar los puntos que están dentro de la geometría de la afectación. Esos puntos se corresponden con las personas afectadas. Si las entidades de la administración pública y empresarial contaran con información geocodificada de las personas, en unos pocos minutos podrían saber cantidades como las siguientes:

- Cantidad de integrantes de una entidad que viven en la zona afectada por un tornado.
- Cantidad de personas que viven a menos de 500 metros de los centros de distribución de cloro ubicados ante la epidemia de Covid-19.
- Cantidad de personas (por cada rango de edad) que está afectada por un evento y así determinar las necesidades de atención médica, medicamentos que pueden ser más necesarios, etc., para lo cual habría que integrar información sobre las fechas de nacimiento de las personas afectadas que generalmente se gestionan en las entidades.
- En el contexto de una epidemia como la Covid19 podría servir para saber cuántas personas de más de 60 años viven a menos de 200 metros de un centro de salud que gestiona a pacientes infectados con una enfermedad.
- Cantidad de viviendas clasificadas según su afectación, ya que se pueden pronosticar los daños según su estado constructivo contando con la información que se gestiona en entidades de la administración pública (por ejemplo, la información del Censo y del Sistema de la Vivienda).en base a eso, se pueden determinar las necesidades de materiales

Estos son solo ejemplos de los análisis de la información espacial que pueden complementarse desde una perspectiva de minería de datos.⁴⁸ De esta manera, se ha mostrado cómo integrando información que se gestiona de manera aislada (direcciones, fechas de nacimiento, estados constructivos, zona afectada por un evento) se pueden llegar a necesidades de atención como las que se ejemplifican.

DIMENSIONES IMPORTANTES EN LA GESTIÓN DE LA INFORMATIZACIÓN: INTEGRACIÓN E INTELIGENCIA

Ahora se puede pasar a **argumentar** la Pregunta 2.2, viendo cómo en función de esas necesidades identificadas, pueden ubicarse más inteligentemente los recursos para la atención. La forma de atender la afectación puede variar.

- Si la atención implica la necesidad de ubicar puntos de servicios de salud, abastecimiento de comida o agua o cloro, o la distribución de materiales de construcción, entonces se impone determinar dónde ubicar los puntos en que se brindará la atención. En esencia, esto puede enfrentarse como un problema de localización con cobertura o cubrimiento,^{2,47} consistente en determinar cuáles puntos (entre todos los posibles) son los más adecuados para ubicar allí las unidades de servicio con los que se cuenta para garantizar que la mayor parte de las personas estén cubiertas (estén a menos de cierta distancia de los puntos), o determinar la menor cantidad de puntos que garantizan la cobertura total. Una vez determinados los puntos se puede también determinar qué unidad debe atender qué servicio, minimizando la distancia entre el punto en que hoy está el proveedor del servicio (por ejemplo, el hospital que aportará el puesto médico) y el punto donde debe ubicarse este.⁵
- Cuando las condiciones implican una reubicación (como ocurre con la Tarea Vida, en que hay personas cuya ubicación actual de su casa será imposible en el futuro por la subida del nivel del mar) se impone la determinación de la nueva ubicación. Aquí la determinación de los nuevos puntos puede también enfrentarse como un problema de optimización,^{5,6} ubicando las nuevas casas considerando la seguridad de las mismas, la distancia adecuada respecto a otras, la posible ubicación laboral o educacional de los que deben moverse, el costo de proveer servicio de electricidad y agua a la nueva ubicación, etc. Ante la multiplicidad de dimensiones a analizar, es difícil contar con un algoritmo exacto pero las soluciones heurísticas⁶ vuelven a ser buenas candidatas.

Al igual que en el caso anterior, son aplicables:

- El enfoque multiobjetivo para obtener soluciones con diferentes compromisos entre la lejanía del lugar actual al nuevo, la lejanía del trabajo o la escuela, la posibilidad de disponibilidad de agua y electricidad, etc. Con estas alternativas, el decisor puede obtener el plan de su preferencia para un contexto específico, considerando factores que no se incluyeron en la optimización.
- También, es útil emplear la simulación.⁵ Al igual que los ejercicios Meteoro simulan lo que hay que hacer en un caso así, pueden simularse eventos virtualmente y evaluar los planes de atención que se obtengan, con vistas a poder mejorar los mismos. Por ejemplo, una simulación de un plan puede visualizar que debido a la diferencia de distancia de dos hospitales a un lugar de afectación puede ser que haya mucha diferencia entre el momento en que dos puntos de atención empiezan a operar lo que puede provocar malestar en la población y desorden. Adicionalmente, los modelos de pronósticos⁹⁻¹¹ pueden ayudar también a determinar los lugares que son más susceptibles de ser afectados, y prever con mayor detalle los planes asociados a estos. También, puede servir para ubicar más inteligentemente los almacenes de reserva para atender estas situaciones excepcionales que garanticen una atención más rápida y efectiva.
- El monitoreo y la alerta ante cambios raros también puede ser interesante. Por ejemplo, las mismas fuentes de información anteriores podrían detectar fluctuaciones notables respecto al comportamiento estándar y demandar una replanificación. Por ejemplo, cuando las lluvias están por encima de lo normal es mayor el peligro asociado a inundaciones por la saturación, o el uso de la información de las redes telefónicas puede servir para detectar que hay más personas de lo

DIMENSIONES IMPORTANTES EN LA GESTIÓN DE LA INFORMATIZACIÓN: INTEGRACIÓN E INTELIGENCIA

usual en determinado punto. Por ejemplo, un concierto en determinado lugar implica una probabilidad mayor de afectados si se produce una afectación. A diferencia de la información oficial de que habrá un concierto, se puede saber realmente cuántas personas están en el lugar en un momento dado. En esta situación, el empleo de agentes inteligentes^{2,7} pueden servir para delegar en ellos estas acciones de monitoreo y alerta proactiva a la entidad que debe gestionar cada situación. En general, estas técnicas son potencialmente valiosas para la planeación urbana.

Al igual que en el caso anterior, esta discusión mostró cómo la integración de informaciones de diversas fuentes (red telefónica, entidades educativas o empresariales, vivienda, sistema de salud, reserva estatal) puede servir para pronosticar el daño por cierta afectación y optimizarse la atención, así como evaluarse los planes y monitorizarse su implantación y despliegue usando algoritmos inteligentes.^{¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.}

Conclusiones

En este artículo se ha demostrado la importancia de la integración de diversas fuentes de información y el uso de algoritmos inteligentes como parte del proceso de informatización cubana. En los casos de estudio se ha argumentado (a partir de supuestos comprobables y mostrando la transformación que habría que realizar a los datos) que hoy se cuenta con información que puede ser valiosa para la concepción de mejores servicios. Esta posibilidad, para convertirse en realidad necesita de la integración de esa información y de la explotación inteligente de la misma.

La integración de las fuentes de información mencionadas (para lograr los diseños de servicios sobre los que se discute en este artículo) pasa por decisiones con implicaciones legales, administrativas y técnicas, y que no son realizables en un día. Para esto, las políticas que se diseñen a nivel de las entidades de la administración pública o empresarial tendrán grandes impactos en las decisiones que pueden tomarse ante estas situaciones. Ante estas posibles implicaciones para la administración pública y empresarial es importante evaluar la factibilidad de cada posible proyecto que puede vincularse con lo debatido incluyendo sus costos, su conveniencia y su prioridad. Lo que no hay duda es que el país cuenta con la información necesaria para hacerlo, y existe el potencial técnico y humano con la capacidad para resolver estos problemas. Así se abre un debate sobre la necesidad/conveniencia de establecerse una política para gestión de la informatización en las entidades que podría (por ejemplo) definir si debe orientarse/exigirse a las entidades que gestionen la geocodificación de sus locales e integrantes.

Es claro que hay aspectos que son más urgentes en la gestión de la informatización. Sin embargo, no puede perderse de vista que la integración y la inteligencia son dimensiones importantes a considerar que pueden implicar una informatización con mayor impacto. Por ejemplo, puede haber entidades que estén decidiendo la informatización de la gestión de sus recursos humanos sin tener la geocodificación.

Quizás se imponga la necesidad de establecer pautas generales que guíen la gestión de informatización de las entidades (públicas o empresariales) de manera que estas posibilidades puedan emplearse. En esta dirección reactivar un Infraestructura de Datos Espaciales para el país como parte de la informatización de la administración pública y empresarial, así como crear un Observatorio Nacional

DIMENSIONES IMPORTANTES EN LA GESTIÓN DE LA INFORMATIZACIÓN: INTEGRACIÓN E INTELIGENCIA

enfocado a promover proyectos de integración de información y el empleo de algoritmos inteligentes podrían ser acciones convenientes para caminar hacia una informatización más integrada e inteligente.

Referencias bibliográficas

1. Arboleda LM. Servicios WEB: Distribución e integración. *Sistemas y Telemática*. S&T. 2006; 2 (4): 107-120. [consultado 11 julio 2019] Disponible en: http://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/larboled_servicios-web.pdf
2. Russell SJ, Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall; 2010. [consultado 11 Febrero 2020] Disponible en: <http://www.amazon.es/Artificial-Intelligence-Approach-Pearson-Artificial/dp/0134610997>
3. Ertel W. *Introduction to Artificial Intelligence*. 2nd ed. Springer International Publishing AG; 2017. [consultado 11 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-58487-4>
4. Skiena SS. *The Data Science Design Manual*. Springer; 2017. [consultado 13 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-55444-0>
5. Hillier FS, Lieberman GJ. *Introduction to Operations Research*. Ninth ed. New York: McGraw-Hill; 2010. [consultado 11 Febrero 2020] Disponible en: <http://www.amazon.com/Introduction-Operations-Research-Frederick-Hillier/dp/0078414474>
6. Talbi EG. *Metaheuristics: from design to implementation*. New Jersey: John Wiley & Sons; 2009. [consultado 11 julio 2019] Disponible en: <http://wiley.com/en-us/Metaheuristics%3A+From+Design+to+Implementation+-p-9780470278581>
7. Wooldridge M. *An Introduction to MultiAgent Systems*, 2nd ed. United Kingdom: John Wiley & Sons; 2009. [consultado 11 Febrero 2020] Disponible en: <http://wiley.com/en-us/An+Introduction+to+MultiAgent+Systems%2C+2nd+Edition-p-9780470519462>
8. Murray AT, Xu J, Wang Z, Churuch RL. Commercial GIS location analytics: capabilities and performance. *International Journal of Geographical Information Science*. 2019; 33 (5): 1-25. [consultado 14 Mayo 2020] Disponible en: <http://tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13658816.2019.1572898>
9. Bramer M. *Principles of Data Mining*. 3rd ed. London: Springer-Verlag; 2016. [consultado 14 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-1-4471-7307-6>
10. Igual L, Seguí S. *Introduction to Data Science: A Python Approach to Concepts, Techniques and Applications*. Switzerland: Springer International Publishing; 2017. [consultado 11 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-50017-1>
11. Bonamente M. *Statistics and Analysis of Scientific Data*, 2nd ed. New York: Springer Science+Busines Media; 2017. [consultado 12 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-1-4939-6572-4>
12. Kubat M. *An Introduction to Machine Learning*. 2nd ed. Springer International Publishing AG; 2017. [consultado 11 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-63913-0>
13. Rayes A, Salam S. *Internet of Things From Hype to Reality: The Road to Digitization*. 2nd ed. Switzerland: Springer Nature AG; 2019. [consultado 13 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-99516-8>

14. Gilchrist A. Industry 4.0: The Industrial Internet Of Things. Apress; 2016. [consultado 13 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4842-2047-4>
15. Ivanov D, Tsipoulanidis A, Schönberger J. Global Supply Chain and Operations Management: A Decision-Oriented Introduction to the Creation of Value. 2nd ed. Switzerland: Springer Nature AG; 2019. [consultado 11 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-20217-0>
16. Turban E, Outland J, King D, Lee JK, Liang TP, Turban DC. Electronic Commerce: A Managerial and Social Networks Perspective. 9th ed. Springer International Publishing AG; 2018. [consultado 15 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-58715-8>
17. Tsai CW, Lai CF, Chao HC, Vasilakos AV. Big data analytics: a survey. Journal of Big Data 2015; 2 (21): 1-32. [consultado 16 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1186/s40537-015-0030-3>
18. Pochiraju B, Seshadri S. Essentials of Business Analytics: An Introduction to the Methodology and its Applications. International Series in Operations Research & Management Science. Vol 264. Switzerland: Springer Nature AG; 2019. [consultado 16 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-68837-4>
19. Van der Aalst W. Process Mining: Data Science in Action. 2nd ed. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2016. [consultado 15 Mayo 2020] Disponible en: <http://www.springer.com/gp/book/9783662498507>
20. Ebrahimnejad A, Verdegay JL. Fuzzy Sets-Based Methods and Techniques for Modern Analytics. Studies in Fuzziness and Soft Computing. Vol 364. Springer Nature; 2018. [consultado 12 Abril 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-73903-8>
21. Yang XS, Gandomi AH, Talatahari S, Alavi AH. Metaheuristics in Water, Geotechnical and Transport Engineering. Elsevier; 2012. [consultado 11 Mayo 2020] Disponible en: <http://www.elsevier.com/books/metaheuristics-in-water-geotechnical-and-transport-engineering/yang/978-0-12-398296-4>
22. Dignum F, Pavón J. Multi-Agent Systems applications in transport: Preface Special issue. Prog Artif Intell. 2012; 1:137-138. [consultado 11 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13748-012-0010-1>
23. Olszewski R, Turek A. Application of the Spatial Data Mining Methodology and Gamification for the Optimisation of Solving the Transport Issues of the “Varsovian Mordor”. En: Tan Y, Shi Y, eds. Data Mining and Big Data. LNCS Vol 9714. Switzerland: Springer International Publishing; 2016. P. 103-114. [consultado 11 Mayo 2020] Disponible en: http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-40973-3_10
24. Skansi S. Introduction to Deep Learning: From Logical Calculus to Artificial Intelligence. Springer Nature; 2018. [consultado 12 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-73004-2>
25. Tanwar S, Tyagi S, Kumar N. Multimedia Big Data Computing for IoT Applications: Concepts, Paradigms and Solutions. Singapore: Springer Nature; 2020. [consultado 12 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-981-13-8759-3>
26. Van den Berg P, Wenseleers T. Uncertainty about social interactions leads to the evolution of social heuristics. Nature Communications. 2018; 9 (2151): 1-7. [consultado 11 Mayo 2020] Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41467-018-04493-1>

DIMENSIONES IMPORTANTES EN LA GESTIÓN DE LA INFORMATIZACIÓN: INTEGRACIÓN E INTELIGENCIA

27. Dima Kagan D, Chesney T, Fire M. Using data science to understand the film industry's gender gap. Palgrave Communications. 2020; 6 (92): 1-16. [consultado 13 Mayo 2020] Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41599-020-0436-1>
28. Magoulas R, Swoyer S. AI Adoption in the Enterprise 2020. Beijing: O'Reilly. 2020. [consultado 17 Mayo 2020] Disponible en: <http://www.oreilly.com/data/free/ai-adoption-in-the-enterprise.csp>
29. Perrault R, Shoham Y, Brynjolfsson E, Clark J, Etchemendy J, Grosz B, et al. The AI Index 2019 Annual Report. AI Index Steering Committee. Human-Centered AI Institute. Stanford University Stanford, December 2019. [consultado 15 Mayo 2020] Disponible en: <http://hai.stanford.edu/>
30. Gómez CD, Díaz JK, Rodríguez JI. Big Data Meaning in the Architecture of IoT for Smart Cities. En: Tan Y, Shi Y, eds. Data Mining and Big Data. LNCS Vol 9714. Switzerland: Springer International Publishing; 2016. P. 457-465. [consultado 12 Mayo 2020] Disponible en: http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-40973-3_46
31. Yin RK. Case Study Research: Design and Methods, Fourth ed. California: SAGE Publications; 2009. [consultado 18 Septiembre 2019] Disponible en: <http://us.sagepub.com/en-us/nam/author/robert-k-yin>
32. Levenberg L, Neilson T, Rheams D. Research Methods for the Digital Humanities. Palgrave Macmillan; 2018. [consultado 11 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-96713-4>
33. Runeson P, Host M, Rainer A, Regnell B. Case Study Research In Software Engineering: Guidelines and Examples. John Wiley & Sons; 2012. [consultado 14 Mayo 2020] Disponible en: <http://wiley.com/en-us/Case+Study+Research+In+Software+Engineering%3A+Guidelines+and+Examples-p-9781118181003>
34. Stüber GL. Principles of Mobile Communication. 4th ed. Springer International Publishing; 2017. [consultado 11 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-55615-4>
35. Boer A, Van Engers T, Peters R, Winkels R. Separating law from Geography in GIS-based eGovernment services. Artificial Intelligence and Law. 2007; 15: 49-76. [consultado 14 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/artcile/10.1007/s10506-007-9042-4>
36. Kalyvas JR, Overly MR. Big Data: A Business and Legal Guide. Taylor & Francis Group; 2015. [consultado 15 Mayo 2020] Disponible en: <http://www.routledge.com/Big-Data-A-Business-and-Legal-Guide/Kalyvas-Overly/p/book/9781466592377>
37. Rahman H. Social and Political Implications of Data Mining: Knowledge Management in E-Government. IGI Global; 2009. [consultado 11 Mayo 2020] Disponible en: <http://www.bookdepository.com/es/Social-Political-Implications-Data-Mining-Hakikur-Rahman/9781605662305>
38. Goodchild MF. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. Geojournal 2007; 69: 211-221. [consultado 14 Mayo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10708-007-9111-y>
39. Bakillah M, Lauer J, Liang S, Zipf A, Arsanjani J, Mobasher A, et al. Exploiting Big VGI to Improve Routing and Navigation Services. In: Karimi H, ed. Big Data Techniques and Technologies in Geoinformatics. 1st ed. CRP Press; 2014. 177-192. [consultado 13 Mayo 2020] Disponible en: http://researchgate.net/publication/258340709_Exploiting_Big_VGI_to_Improve_Routing_and_Navigation_Services

DIMENSIONES IMPORTANTES EN LA GESTIÓN DE LA INFORMATIZACIÓN: INTEGRACIÓN E INTELIGENCIA

40. Lendel V, Pancikova L, Falat L. Advanced Predictive Methods of Artificial Intelligence in Intelligent Transport Systems. En: Tan Y, Shi Y, eds. Data Mining and Big Data. LNCS Vol 9714. Switzerland: Springer International Publishing; 2016. P. 165-174. [consultado 10 Mayo 2020] Disponible en: http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-40973-3_16
41. Pérez-Cañedo B, Concepción ER. A method to find the unique optimal fuzzy value of fully fuzzy linear programming problems with inequality constraints having unrestricted L-R fuzzy parameters and decision variables. Expert Systems With Applications. 2019; 123: 256-269. [consultado 17 Abril 2020] Disponible en: <http://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417419300478>
42. Goldberg DW, Wilson JP, Knoblock C. A. From text to geographic coordinates: the current state of geocoding. URISA Journal. 2007; 19: 33-46. [consultado 12 Febrero 2020] http://researchgate.net/publication/281748610_From_text_to_geographic_coordinates_The_current_state_of_geocoding
43. Park J, Kim BI. “The school bus routing problem: A review”, European Journal of Operational Research. 2010; 202: 311-319. [consultado 7 Febrero 2020] Disponible en: <http://sciencedirect.com/science/article/pii/S037722170900349X>
44. Chao IM. A tabu search method for the truck and trailer routing problem, Computers & Operation Research. 2002; 29 (1): 33-51. [consultado 11 Febrero 2020] Disponible en: http://researchgate.net/publication/222685777_A_tabu_search_method_for_the_truck_and_trailer_routing_problem
45. Rosete A, Paredes D, Sánchez E: Reducción del costo de transportación en las Series Nacionales de Béisbol empleando metaheurísticas, Revista Ingeniería Mecánica. 2013; 16 (3): 257-271. [consultado 11 Febrero 2020] Disponible en: <http://www.ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/view/471>
46. Bansal M, Kianfar K. Planar maximum coverage location problem with partial coverage and rectangular demand and service zones, INFORMS Journal on Computing. 2017; 29 (1): 152-169. [consultado 25 Marzo 2020] Disponible en: <http://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/ijoc.2016.0722>
47. Church R, ReVelle C. The maximal covering location problem, Papers of the Regional Science Association. 1974; 32 (1): 101-118. [consultado 3 Marzo 2020] Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007/BF01942293>
48. Miller HJ, Han JW. Geographic Data Mining and Knowledge Discovery. 2nd ed. Taylor & Francis Group LLC; 2009. [consultado 15 Mayo 2020] Disponible en: <http://www.routledge.com/Geographic-Data-Mining-and-Knowledge-Discovery-2nd-Edition/Miller-Han/p/book/9781420073973>