



Las matemáticas y disciplinas modernas basadas en ellas en la formación de estudiantes de negocios en México, una área de oportunidad.

Salazar, Francisco¹, Alarcón, Gustavo², López, Fabían³

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Contaduría Pública y Administración
Monterrey, Nuevo León, México, alvaro.salazargn@uanl.edu.mx, Av. Universidad S/N Col. Ciudad Universitaria,
(+52) 81 83 29 40 00

² Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Contaduría Pública y Administración
Monterrey, Nuevo León, México, gusalamar@hotmail.com, Av. Universidad S/N Col. Ciudad Universitaria, (+52)
81 83 29 40 00

³ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Contaduría Pública y Administración
Monterrey, Nuevo León, México, fabian.lopezpz@gmail.com, Av. Universidad S/N Col. Ciudad Universitaria, (+52)
81 83 29 40 00

Información del artículo arbitrado e indexado en Latindex

Artículo revisado por pares

Fecha de aceptación: Abril de 2017

Fecha de publicación en línea: Junio de 2018

Resumen

Se suele identificar a los estudiantes de negocios con las ciencias sociales, sin embargo, un mundo más globalizado demanda profesionistas con una formación más orientada hacia la competitividad y la eficiencia; y eso implica una mayor capacidad de aprovechamiento de métodos numéricos y computacionales que apoyen cuantitativamente en la toma de decisiones. En esta investigación se identifica un área de oportunidad que la actividad de toma de decisiones, piedra angular de la administración, a nivel internacional demanda y se presenta una propuesta académica para ampliar las oportunidades de los futuros profesionistas de negocios. El objetivo de esta investigación es presentar un análisis que permita sensibilizar a los responsables en la formación de estudiantes de negocios acerca de la vigencia de la necesidad de dichos estudiantes sean competentes en aprovechar diversos métodos numéricos y computacionales que sustenten y agilicen la toma de decisiones informadas y eficientes.

Abstract

The business students are usually related with the social sciences; however, a more competitive world demands professionals with a formation highly oriented towards competitiveness and efficiency; and that implies a higher capacity of harnessing numerical and computational methods that quantitatively support the decision-making process. In this paper an area of opportunity for the decision-making process, cornerstone of management, is identified as demanded at international level and an academic proposition is presented to broaden the opportunities of the future professionals of business. The goal of this research is to expose an analysis that raise awareness in those responsible of the education of business students about the validity of the need for those students to be competent in take advantage of numerical and computational methods that sustain and expedite the decision-making process to achieve efficient and well informed decisions.

Palabras clave: Educación para negocios, Investigación de operaciones, Ciencia de Datos, Ciencia de la administración

Keywords: Business education, Operations Research, Data Science, Management Science

I. Introducción

Ante las crecientes demandas de competitividad y/o efectividad que enfrentan las organizaciones, se hace evidente la importancia de contar con un eficiente proceso de toma de decisiones en todas las actividades administrativas. Dicho proceso de toma de decisiones puede ser llevado a cabo de diferentes maneras que pueden ir desde las que denominaremos empíricas, o basadas en el puro conocimiento dado por la experiencia práctica, hasta aquellas fuertemente fundamentadas en métodos numéricos y procesos científicos.

En la presente ponencia estableceremos un marco teórico que en primera instancia expondrá una selección de los principales recursos actuales para la toma de decisiones y que permitirá, posteriormente, realizar un estudio comparativo entre ambos extremos de la toma de decisiones y su impacto en la calidad de las mismas; así mismo se establecerán las diferencias metodológicas y de proceso de los referidos recursos para el proceso de toma de decisiones administrativas.

Con este trabajo, se pretende establecer el marco teórico que permita responder a la siguiente pregunta: ¿Qué alternativa se tiene para fortalecer la formación de los estudiantes de negocios para un mejor soporte del proceso de toma de decisiones administrativas, dentro de las disciplinas modernas para tal finalidad buscando ampliar la posibilidad de colocación y ejercicio de los estudiantes de administración?

II. Marco teórico

En muchas de las principales universidades de México en el año 2016 (“Las mejores Universidades de México | Ranking 2016 | El Economista,” 2016), se ofrece, dentro de los programas de licenciatura en administración, por lo menos un curso orientado a promover un pensamiento lógico matemático para la toma de decisiones afín al concepto de Management Science (MS), este concepto se puede definir de manera preliminar como la aplicación en los negocios de la investigación de operaciones (Operations Research u OR) (Staford, 1967). Lo anterior se puede apreciar en la Tabla 1, en la cual se también se señala el que no se ofrece ningún curso de al menos nivel introductorio en la currícula ofertada para el referido programa de Licenciatura en Administración en las cinco universidades mejor posicionadas en el país.

Esta situación puede considerarse como congruente con la recurrente falta de aplicación de recursos matemáticos robustos en la toma de decisiones como puede ser, por ejemplo, la aplicación de técnicas de optimización entre las empresas del Area Metropolitana de Monterrey para la función logística, donde solamente el 5% de las organizaciones encuestadas aplica técnicas de optimización. En contraparte el 32% de las mismas basa sus decisiones en la experiencia y sistemas propietarios, y para el rubro de la aplicación de las matemáticas en la toma de decisiones en las áreas de: finanzas, administración, sistemas, ingeniería, ventas, calidad, docencia, recursos humanos, compras, etc. se encuentra que solamente un 6% de las organizaciones de la misma circunscripción refiere su aplicación frecuente y un 77% manifiesta que nunca o rara vez las aplica (Lopez, 2004).

Tal situación nos deberían llevar a cuestionarnos el porqué de esa situación; si lo que debería estarse procurando obtener sería una mayor competitividad ante un entorno globalizado para aquellas organizaciones con actividades productivas, comerciales o de servicio, y una mayor efectividad para las organizaciones sin fines de lucro, por no mencionar el sector público; y que en realidad se enfrenta la ausencia en general de un tomador de decisiones desde un enfoque conceptual relacional y lógico (Lopez, 2004).

Lo anterior no es privativo de México, ya que en general se ha producido una disminución en la enseñanza de la Management Science. Al igual que en México, en los Estados Unidos de Norteamérica se ha detectado tal disminución en la enseñanza de dicha disciplina pese a los intentos de cambiar el enfoque de enseñar los principios matemáticos duros y enfocarse en recursos tales como el análisis cuantitativo mediante hojas de cálculo en un intento por hacer más accesibles dichos recursos a estudiantes y profesionistas no especializados en matemáticas (Ragsdale, 2014).

Tabla 1. Oferta de cursos afines a Management Science e introductorios a Big Data/Analytics/Data Science		
	Al menos un curso afín a Management Science	Curso introductorio a Big Data / Analytics / Data Science
UNAM	Si	No encontrado
ITESM	Si	No encontrado
IPN	Si	No encontrado
UAM	SI	No encontrado
UANL	No encontrado	No encontrado
Fuente: Elaboración propia con base en un reporte publicado por El Economista (2016)		

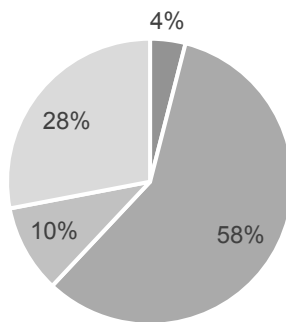
Actualmente en las escuelas de negocios asociadas a la *Association to Advance Collegiate Schools of Business* (AACSB) el panorama de oferta de cursos relacionados con la aplicación de las matemáticas en temas de negocios permite apreciar, como se ve en la Figura 1, que la mayoría de los principales programas de negocios bajo esa acreditadora participantes en la muestra se limitan a ofertar estadística y Administración de Operaciones y que solamente una minoría contempla las asignaturas correspondientes a Management Science (Palocsay & Markham, 2014).

Ahora bien, con respecto a las opciones presentes hoy en día, como recursos científicos para la toma de decisiones se pueden mencionar las siguientes:

- ❖ Management Science
- ❖ Big Data
- ❖ Analytics
- ❖ Data Science

Al respecto, y para percibir la amplitud de su campo de aplicación, cabe mencionar que tanto la MS como cualquiera de las anterior han encontrado aplicación en campos tan diversos como, por ejemplo:

- ❖ Administración forestal, tal como lo refieren Costa, dos Santos, Alem, & Santos, (2011) al resolver un problema de producción y almacenamiento de productos forestales apegándose a objetivos de eficiencia y sustentabilidad.
- ❖ Ciencias de la salud, como lo reportan Salazar, Balczewski, Ung, & Zhu(2016) al aprovechar fuentes de datos amplias, heterogéneas y cambiantes para identificar la evolución del cáncer en la infancia temprana.
- ❖ Entretenimiento, como en el caso específico del proveedor de contenido Netflix, quien utiliza Analytics para seleccionar qué materiales ofrecer a sus clientes en base a una amplia recolección de datos acerca de sus preferencias y costumbres al visualizarlo, contribuyendo de esta manera a un crecimiento sostenido tanto de su ingreso como de su cotización bursátil (Bulygo, 2013; Lakosh, 2017).



- Solamente Estadística
- Estadística y Administración de operaciones
- Estadística y Management Science
- Estadística, Management Science y Administración de Operaciones

Figura 1. Proporción de presencia de cursos afines a la Management Science entre las principales escuelas de negocios de la AACSB

Fuente: Adaptado de: Palocsay, S. W., & Markham, I. S. (2014). Management Science in U.S. AACSB International-Accredited Core Undergraduate Business School Curricula. *Journal of Education for Business*, 89(2), 110–117. <http://doi.org/10.1080/08832323.2013.763755>

Dentro de los retos para una mayor aplicación de técnicas matemáticas como apoyo para la toma de decisiones podemos referir que son múltiples, en primera instancia porque suelen ser asociados principalmente con el campo de estudio de las ciencias exactas. Esto pudiera parecer justificado dado sus fundamentos matemáticos, pero no tiene razón de ser inamovible ya que ha habido acercamientos de diversas maneras a la investigación de operaciones para los estudiantes de cursos de negocios mediante estrategias docentes variadas pudiendo ser incluso lúdicas tal como lo reporta Dias (2017). Este autor refiere haber obtenido mejoras en cuanto a la asistencia de estudiantes de alrededor de un 20%, y en cuanto a las notas obtenidas menciona haberse presentado un incremento en la cantidad de estudiantes que aprobaron la asignatura de un 70% a un 86% en los grupos que recibieron esa modalidad de enseñanza.

De igual manera se ha buscado sensibilizar tanto a la academia como a los practicantes de la vinculación entre la investigación de operaciones y la administración de operaciones. Ejemplo de ese esfuerzo ha sido manifestado por Companys & Ribas(2015) que si bien señalan que la investigación de operaciones es una metodología y la administración de operaciones es una área administrativa, enfatizan la vinculación y el complemento entre ambas disciplinas estableciendo, entre otras cosas, que cuando un problema se convierte en recurrente le corresponde a la investigación de operaciones el diseñar un método cuantitativo y técnicas que pueden ser adoptadas por parte de la administración de operaciones, en este sentido podemos ver que la investigación de operaciones se utiliza para resolver problemas de administración de operaciones.

Recursos de apoyo para la toma de decisiones

Empirismo

Antes de proceder a explicar los recursos científico-matemáticos disponibles para la toma de decisiones hoy en día es conveniente establecer el recurso que se reporta más frecuentemente: El método empírico. La RAE (2014) define empírico de la siguiente manera: “Del lat. *empíricus* 'médico empírico', y este del gr. *ἐμπειρικός* *empeirikós* 'que se rige por la experiencia’”. Por lo tanto, dicho enfoque para la resolución de problemas y toma de decisiones lo interpretaremos como aquel basado en la experiencia directa de los practicantes acumulada durante el ejercicio de la profesión y no necesariamente basado o sustentado por métodos matemáticos formales. Esta forma de trabajo no requiere formalidad del conocimiento en el sentido abstracto o matemático,

Recursos matemático-científicos para el apoyo en la toma de decisiones

Uno de los principales obstáculos que podemos inferir para una mayor participación de los recursos matemáticos en el proceso de toma de decisiones es la cantidad de cálculos a realizar y la complejidad de los mismos, afortunadamente la ciencia de la información y las tecnologías han realizado importantes aportes para promover la adopción de los mencionados recursos.

Es pertinente reconocer la relación entre la ciencia de la información y la ciencia de la administración ya que ambas ciencias operan sobre un elemento en común que son los datos y la información (Alves & Duarte, 2015), una como elemento de análisis y la otra como materia prima para la operación de las organizaciones.

Por otra parte, también es oportuno señalar que una de las áreas de administración donde se ha intensificado la aplicación de la investigación de operaciones, es en la de administración de riesgos en la que se ha apreciado un incremento sostenido durante los últimos años en cuanto a la cantidad de publicaciones científicas que abordan ese tema (Wu, 2016).

Ya hemos esbozado en qué consiste la *management science*, sin embargo, para presentar los otros recursos anteriormente enunciados, procederemos a explicar en qué consiste cada uno de ellos y sus más relevantes campos de acción:

Para el caso de la *Management Science* podemos ahondar en la definición de *Operations Research*, como lo establece la Sociedad de Investigación de Operaciones de la Gran Bretaña (“*The OR Society: Society - History of O.R.*,” n.d.); la cual se refiere a la MS en términos de :

El ataque de la ciencia moderna a los complejos problemas que surgen en la dirección y en la administración de grandes sistemas de hombres, máquinas, materiales y dinero, en la industria, en los negocios, en el gobierno y en la defensa. Su actitud diferencial consiste en desarrollar un modelo científico del sistema tal, que incorpore valoraciones de factores como el azar y el riesgo y mediante el cual se predigan y comparen los resultados de decisiones, estrategias o controles alternativos. Su propósito es el de ayudar a la gerencia a determinar científicamente sus políticas y acciones.

En lo correspondiente a *Big Data* cabe destacar su estrecha relación con *Analytics*, ya que podemos comentar que mientras la primera se refiere a la captura, almacenamiento y recuperación de datos la segunda es el proceso científico de transformar datos en ideas para realizar una mejor toma de decisiones por lo cual podrían incluso llegar a considerarse sinónimos los términos de investigación de operaciones, *Management Science* y *Analytics*. Es precisamente la actual capacidad de procesar volúmenes cada vez mayores de datos, que anteriormente solían ser una dificultad para la investigación de operaciones, la que permite ahora proveer a la investigación de operaciones de suficientes datos para sustentar sus resultados; esto sin embargo es una de las preocupaciones actuales en las que ahondaremos más adelante y que consiste en un temor a la pérdida de privacidad (Companys & Ribas, 2015). Sin embargo, una característica de *Big Data* que puede ayudar a conservar la objetividad es que puede y debe apegarse a una estricta metodología científica (Pérez, 2016).

Mención aparte merece el tema de *Data Science*, ya que aún no se logra un consenso de su acotamiento; sin embargo, una definición aceptada consiste en lo siguiente: “*Data Science* es el estudio de la extracción generalizada de conocimiento a partir de los datos”(Dhar, 2013). Sin embargo, entre la comunidad practicante de dicha disciplina, la más aceptada representación de su concepto lo ejemplifica la figura 2.

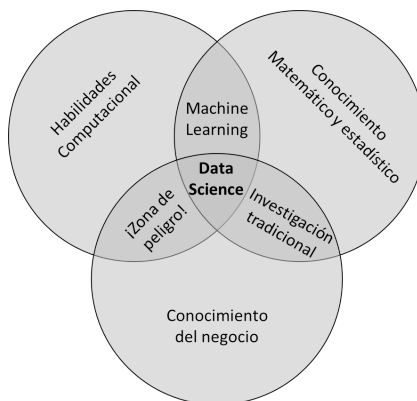


Figura 2. Representación gráfica conceptual de *Data Science*

Fuente: Adaptado de Conway, D. (2010). *The Data Science Venn Diagram* — Drew Conway. Retrieved April 21, 2017, from <http://drewconway.com/zia/2013/3/26/the-data-science-venn-diagram>

De acuerdo a la figura 2, para que en realidad podamos hablar de Data Science es necesaria la conjugación de: habilidades computacionales, Conocimiento matemático y estadístico y por supuesto conocimiento del negocio. La falta de alguno de esos tres componentes nos llevaría a estar en temas, si bien relacionados, diferentes e incompletos para poder calificarlos como Data Science, llegando estar incluso en riesgo de realizar descubrimientos espurios o no sustentados o bien remitirnos a la investigación tradicional o en un área sumamente técnica fuera del tema del presente documento denominada como Machine Learning (Conway, 2010).

Cabe agregar que según Bussaban & Waraporn(2015) el ciclo de trabajo de un científico de datos está soportado por los siguientes habilitadores:

- ❖ Comprensión de problemas
- ❖ Planteamiento del desarrollo del problema
- ❖ Procura de datos de alta calidad
- ❖ Proceso de la generación de datos
- ❖ Ejercicio del dominio de la especialidad
- ❖ Habilidades de modelado

Éste último habilitador merece especial atención, ya que pese a que es un elemento de trascendental importancia, no suele recibir muchas menciones al momento de definir el concepto de Data Science y su definición sería : “El proceso de identificar las propiedades comunes de fenómenos estrechamente relacionados y su utilización para producir una caracterización aplicable”(Giabbanelli & Mago, 2016).

Con lo hasta este momento se ha referido, podemos percibir la diversidad de opiniones que han impedido la definición formal del término de Data Science aceptada en su totalidad por las comunidades académicas y profesionales, esta situación conlleva a una falta de claridad en cuanto a los requerimientos académicos que deben cubrirse para la adecuada formación de estudiantes en dicha disciplina.

III. Método: Análisis de aplicación en la academia

Las necesidades académicas para este recurso de apoyo en la toma de decisiones poseen exigencias y retos particulares, por ejemplo: actualmente los puestos de científico de datos están siendo cubiertos principalmente por estudiantes ajenos a las áreas administrativas(Bussaban & Waraporn, 2015), esto probablemente como consecuencia de una falta de interés por parte de los estudiantes de negocios y por otra parte por una curva de aprendizaje menor en cuanto al uso de herramientas informáticas por parte de los estudiantes de matemáticas y ciencias computacionales.

Si bien es cierto que la oferta académica orientada hacia Data Science se ha incrementado ya que para el año 2012 existían casi doscientas universidades que ofertaban estudios de Data Science según diversas acepciones y en diferente profundidad (Giabbanelli & Mago, 2016), la demanda por profesionistas formados en dicha disciplina sigue siendo muy alta y se espera que para el año 2018 solamente en los Estados Unidos de Norteamérica se enfrente un déficit de alrededor de 190,000 científicos de datos y aproximadamente 1.5 millones de administradores hábiles para el manejo de datos y analistas capaces de aprovechar debidamente el producto de herramientas tales como Big Data (Brunner & Kim, 2016), existen algunas estimaciones comerciales que afirman que para cuando se alcanzara el año 2015 se habrán requerido 4.4 millones de científicos de datos y debido a que la mayoría de los autores coincide en un alta demanda de profesionistas calificados, se considera que los practicantes de dichos recursos pueden aspirar a tener un remuneración sumamente conveniente(Monnapa, 2016).

Atendiendo esas cifras, se han continuado mejorando los diferentes cursos ofrecidos y se puede distinguir actualmente dos tipos de ofertas, aquellas tendientes a incluir a los estudiantes de ciencias sociales al no establecer como prerrequisito obligatorio el haber tomado clases previas de programación de computadoras (Brunner & Kim, 2016) o especializadas en estadística buscando expandir sus fronteras con la intención de enfocarse en el análisis de datos (Cleveland, 2014), y otras orientadas hacia los ya referidos estudiantes de ciencias exactas (Giabbanelli & Mago, 2016) dada la asumida familiaridad de estos con el manejo avanzado de herramientas computacionales y fundamentos matemáticos, además de la afinidad de la Data Science con técnicas probadas en la informática como lo es la metodología Ágil debido a la naturaleza iterativa e incremental de la misma (Larson & Chang, 2016).

Independientemente del origen y competencias técnicas específicas que posean los estudiantes, también es importante que posean ciertas competencias “suaves”, tales como: curiosidad intelectual, comprensión y conocimiento del negocio y habilidades comunicativas. Esta combinación de diferentes habilidades y competencias también ha propiciado que la mayoría de los científicos de datos cuenten con un grado de maestría o bien de doctorado (Monnapa, 2016). Esta última situación sin embargo evidentemente ocasiona que si no se amplía el acceso a estos estudios tanto a estudiantes de pregrado como de ciencias sociales se dificultará aún más el poder satisfacer la demanda pronosticada (Cárdenas-Navia & Fitzgerald, 2015).

Una muestra enunciativa de las principales aplicaciones de los recursos que hemos mencionado: Big Data, Analytics y Data Science se puede apreciar en la tabla 2.

Tabla 2. Principales aplicaciones de los recursos científicos matemáticos para el apoyo en la toma de decisiones

Big Data se utiliza en industrias tales como:	Analytics se utiliza en industrias como:	Los algoritmos de Data Science se utilizan en industrias como:
Servicios financieros	Cuidado de la Salud	Búsquedas en Internet
Comunicación	Juegos	Anuncios digitales
Venta al detalle	Gestión de energía	Recomendaciones de búsqueda

Viajes y turismo

Fuente: Adaptado de Monnappa, A. (2016). Data Science vs. Big Data vs. Data Analytics: Comparison | Simplilearn. Retrieved April 17, 2017, from <https://www.simplilearn.com/data-science-vs-big-data-vs-data-analytics-article>

La enumeración recién presentada no es exhaustiva, ya que podemos agregar a la misma para el rubro de Data Science: Epidemiología, portafolios financieros, preferencias electorales, análisis de artes plásticas, etc. (Cárdenas-Navia & Fitzgerald, 2015) y por ejemplo Big Data ha sido también aplicado para gestión de crisis (Fernandes Moreno, 2016).

Dado lo anterior, podemos ver la sinergia entre los diferentes recursos revisados y es por ello que hemos considerado a la Management Science como punto de encuentro para presentar estas alternativas para el apoyo en la toma de decisiones, ya que de por sí la Management Science y sus recursos matemáticos proporcionan un punto de partida para considerar y estudiar las restantes alternativas complementarias como se puede apreciar en la tabla 3, la cual nos presenta las técnicas más promisorias de la Management Science (Dawid et al., 2017).

Pese a todos los beneficios hasta ahora tratados, los recursos tales como Big Data, por mencionar un ejemplo, no están exentos de riesgos y posibles consecuencias de su abuso o práctica negligente ya que, por un lado, si no se realizan aseguramientos de la calidad de los datos a obtener, se corre el riesgo de trabajar sobre datos sesgados y que no corresponderán a la realidad. Esta situación es una posibilidad latente en áreas como la salud pública ya que los datos en múltiples ocasiones provienen de fuentes heterogéneas y en muchos casos son muestras de conveniencia, esto por el aspecto de la calidad de los datos pero también existe una justificada preocupación por el acceso y uso que se dé a los datos personales recopilados siendo la salud un tema tan sensible (Pérez, 2016).

En un esfuerzo por mejorar la calidad de la aportación de Big Data a Data Science, se definió lo que dio en llamarse como “Las cuatro v’s de Big Data” las cuales constituyen la descripción de las características que debe poseer un proceso de BigData, aunque también es verdad que se han incorporado algunas características de segundo orden, tales como: volatilidad, valor y otras más (Carbone, Jensen, & Sato, 2016):

- ❖ Volumen
- ❖ Velocidad
- ❖ Variedad
- ❖ Veracidad

Aunado a las características buscadas por las cuatro v’s de Big Data, también es de suma de recalcar la importancia de establecer un modelo de Data Science que se enfoque en el modelado y el desarrollo experimental y que permita a sus diferentes partes colaborar entre sí procurando la eficiencia y la mejora del desempeño (Newman, Chang, Walters, & Wills, 2016)

Tabla 3. Técnicas promisorias de la management science a aplicar.

	Customer preference elicitation	Market Analysis	Supply chain design	Industry development
Analytic hierarchy process	Yes		Yes	
Conjoint analysis	Yes			
Diffusion modeling		Yes		
Game Theory			Yes	Yes
Interactive decision support		Yes		
Multi-objective simulation optimization		Yes		
Principal agent theory			Yes	
Real options				Yes
Scenario analysis		Yes		
Simulation (incl. Agent-based simulations)		Yes	Yes	Yes
Survey-based preference analysis	Yes			

Fuente: Dawid, H., Decker, R., Hermann, T., Jahnke, H., Klat, W., König, R., & Stummer, C. (2017). Management science in the era of smart consumer products: challenges and research perspectives. *Central European Journal of Operations Research*, 25(1), 203–230. <http://doi.org/10.1007/s10100-016-0436-9>

Además de las complejidades evidentes de las diferentes disciplinas comentadas, también es importante considerar la dificultad organizacional de gestionar las actividades de los científicos de datos estableciendo procesos e indicadores claros y accesibles para diferentes miembros de la organización. Esto con la intención de mantener comunicado el trabajo, esfuerzo y aportaciones que realizan los científicos de datos a la institución de la que formen parte (Matsudaira, 2015).

IV. Resultados

De acuerdo con el trabajo de Brunner & Kim (2016), Se han obtenido resultados positivos para dotar a los estudiantes de negocios con las habilidades necesarias para aprovechar la disciplina de Data Science e incorporarla a su abanico de recursos para apoyar la toma de decisiones, si bien recomienda tener en consideración que una buena cantidad de estudiantes de negocios tiene poca o nula exposición a herramientas informáticas de programación por lo que propone una presencia gradual de dichas herramientas en la formación de los estudiantes referidos por lo cual recomienda específicamente la enseñanza de un lenguaje de fácil lectura y comprensión denominado Python; cabe señalar que no es la primera vez que se propone la virtud de un lenguaje de programación legible para el área de negocios, históricamente podemos referir a COBOL lenguaje que fue hecho con dicha cualidad en mente (Ferguson, 2004).

Se puede sumarizar de forma sintética la ruta de formación propuesta por Brunner & Kim en la figura 3, en la cual se puede apreciar la progresión entre rubros que tienen como propósito el permitirles a los estudiantes de negocios el acceso a estos recursos.

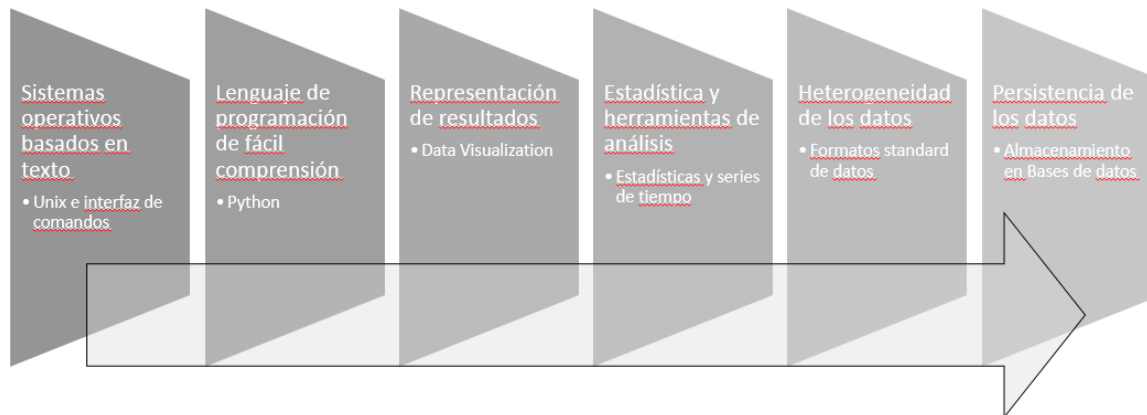


Figura 3. Ruta de formación para estudiantes de negocios en Data Science
Fuente: Adaptado de Brunner, R. J., & Kim, E. J. (2016). Teaching Data Science. *Procedia Computer Science*, 80, 1947–1956. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2016.05.513>

V. Conclusiones

Podemos definir, a partir de lo aquí expuesto diferentes conclusiones, entre ellas el que en el área metropolitana de Monterrey no se tiene una cultura de soporte matemático en la toma de decisiones, así como que existe un déficit en el corto y mediano plazo a nivel internacional de expertos en el uso y aprovechamiento de disciplinas tales como: Management Science, Big Data y Data Science que constituyen alternativas actualmente de vanguardia para el apoyo en la toma de decisiones en el campo de la administración así como en muchos otros campos de aplicación en el que se tomen decisiones basadas en datos históricos y cambiantes.

Se hace también evidente el que en otros países se han dado cuenta ya del déficit mencionado y se están realizando esfuerzos para hacer accesibles estas habilidades a estudiantes de ciencias sociales, mientras que en México esto aún no está ocurriendo y no presente evidente difusión.

También se concluye que las referidas herramientas tienen sus principales limitantes en la complejidad de definir las formalmente y en la falta de sensibilización de las organizaciones respecto a las capacidades de las mismas para la solución de problemas y la toma de decisiones.

VI. Bibliografía

- Alves, C. A., & Duarte, E. N. (2015). A relação entre a Ciência da Informação e a Ciência da Administração. *Transinformação*, 27(1), 37–46. <http://doi.org/10.1590/0103-37862015000100004>
- Brunner, R. J., & Kim, E. J. (2016). Teaching Data Science. *Procedia Computer Science*, 80, 1947–1956. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2016.05.513>
- Bulygo, Z. (2013). How Netflix Uses Analytics To Select Movies, Create Content, & Make Multimillion Dollar Decisions. Retrieved May 26, 2017, from <https://blog.kissmetrics.com/how-netflix-uses-analytics/>
- Bussaban, K., & Waraporn, P. (2015). Preparing Undergraduate Students Majoring in Computer Science and Mathematics with Data Science Perspectives and Awareness in the Age of Big Data. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197, 1443–1446. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.092>
- Carbone, A., Jensen, M., & Sato, A.-H. (2016). Challenges in data science: a complex systems perspective. *Chaos, Solitons & Fractals*, 90, 1–7. <http://doi.org/10.1016/j.chaos.2016.04.020>
- Cárdenas-Navia, I., & Fitzgerald, B. K. (2015). The Broad Application of Data Science and Analytics: Essential Tools for the Liberal Arts Graduate. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 47(4), 25–32. <http://doi.org/10.1080/00091383.2015.1053754>
- Cleveland, W. S. (2014). Data science: An action plan for expanding the technical areas of the field of statistics. *Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal*, 7(6), 414–417. <http://doi.org/10.1002/sam.11239>

- Companys, R., & Ribas, I. (2015). Some Trends and Applications of Operational Research/Management Science to Operations Management. *International Journal of Production Management and Engineering*, 3(1), 1. <http://doi.org/10.4995/ijpme.2015.3459>
- Conway, D. (2010). The Data Science Venn Diagram — Drew Conway. Retrieved April 21, 2017, from <http://drewconway.com/zia/2013/3/26/the-data-science-venn-diagram>
- Costa, A. M., dos Santos, L. M. R., Alem, D. J., & Santos, R. H. S. (2011). Sustainable vegetable crop supply problem with perishable stocks. *Annals of Operations Research*, 219(1), 265–265. <http://doi.org/10.1007/s10479-010-0830-y>
- Dawid, H., Decker, R., Hermann, T., Jahnke, H., Klat, W., König, R., & Stummer, C. (2017). Management science in the era of smart consumer products: challenges and research perspectives. *Central European Journal of Operations Research*, 25(1), 203–230. <http://doi.org/10.1007/s10100-016-0436-9>
- Dhar, V. (2013). Data science and prediction. *Communications of the ACM*, 56(12), 64–73. <http://doi.org/10.1145/2500499>
- Dias, J. (2017). Teaching operations research to undergraduate management students: The role of gamification. *The International Journal of Management Education*, 15(1), 98–111. <http://doi.org/10.1016/j.ijme.2017.01.002>
- Ferguson, A. (2004). A History of Computer Programming Languages. Retrieved April 24, 2017, from http://cs.brown.edu/~adf/programming_languages.html
- Fernandes Moreno, C. (2016). *Aplicación de técnicas de Big Data Science para la gestión de crisis*. Retrieved from <http://eprints.ucm.es/40606/>
- Giabbanelli, P. J., & Mago, V. K. (2016). Teaching Computational Modeling in the Data Science Era. *Procedia Computer Science*, 80, 1968–1977. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2016.05.517>
- Lakosh, J. (2017). Netflix Earnings: Beyond Subscriber Growth - Netflix, Inc. Retrieved May 24, 2017, from <https://seekingalpha.com/article/4063452-netflix-earnings-beyond-subscriber-growth>
- Larson, D., & Chang, V. (2016). A review and future direction of agile, business intelligence, analytics and data science. *International Journal of Information Management*, 36(5), 700–710. <http://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.04.013>
- Las mejores Universidades de México | Ranking 2016 | El Economista. (2016). Retrieved April 20, 2017, from <http://eleconomista.com.mx/especiales/americaeconomia/2016/10/30/las-mejores-universidades-mexico-ranking-2016>
- Lopez, F. (2004). *Aplicación de un algoritmo genético generacional para un problema de logística de ruteo con entrega y recolección de producto y con ventanas de horario negociable*. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Matsudaira, K. (2015). The science of managing data science. *Communications of the ACM*, 58(6), 44–47. <http://doi.org/10.1145/2745390>
- Monnappa, A. (2016). Data Science vs. Big Data vs. Data Analytics: Comparison | Simplilearn. Retrieved April 17, 2017, from <https://www.simplilearn.com/data-science-vs-big-data-vs-data-analytics-article>
- Newman, R., Chang, V., Walters, R. J., & Wills, G. B. (2016). Model and experimental development for Business Data Science. *International Journal of Information Management*, 36(4), 607–617. <http://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.04.004>
- Palocsay, S. W., & Markham, I. S. (2014). Management Science in U.S. AACSB International-Accredited Core Undergraduate Business School Curricula. *Journal of Education for Business*, 89(2), 110–117. <http://doi.org/10.1080/08832323.2013.763755>
- Pérez, G. (2016). Peligros del uso de los big data en la investigación en salud pública y en epidemiología. *Gaceta Sanitaria*, 30(1), 66–68. <http://doi.org/10.1016/j.gaceta.2015.09.007>
- RAE. (2014). Real Academia Española. Diccionario Usual. Retrieved April 20, 2017, from <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=empirico>
- Ragsdale, C. T. (2014). *Spreadsheet Modeling and Decision Analysis: A Practical Introduction to Business Analytics* (7th ed.).
- Salazar, B., Balczewski, E., Ung, C., & Zhu, S. (2016). Neuroblastoma, a Paradigm for Big Data Science in Pediatric Oncology. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(1), 37. <http://doi.org/10.3390/ijms18010037>
- Staford, B. (1967). *Management Science: The Business Use of Operations Research*. Aldus.
- The OR Society: Society - History of O.R. (n.d.). Retrieved April 21, 2017, from <https://www.theorsociety.com/Pages/Society/SocietyHistory.aspx>
- Wu, D. (2016). Risk management and operations research: a review and introduction to the special volume. *Annals of Operations Research*, 237(1–2), 1–5. <http://doi.org/10.1007/s10479-015-2101-4>