



# La analítica y la ciencia de datos en la formación profesional

## *Analytics and Data Science in vocational training*

Mat. Fernando Sandoya, Ph. D. <sup>1</sup>

Recibido: 25-10-2019

Aceptado: 20-03-2020

### Resumen

En este artículo se realiza un diagnóstico del estado actual de la enseñanza de las técnicas modernas asociadas a la analítica y la ciencia de datos en las universidades, para sentar las bases de una propuesta de formación profesional que permita que los estudiantes universitarios adquieran mayor dominio de las tecnologías digitales de análisis de datos para enfrentar eficientemente los retos y exigencias del mundo moderno. Desde el punto de vista de la gestión curricular, estas orientaciones pueden conducir a la actualización de los planes de estudio de asignaturas de tipo cuantitativo, como por ejemplo los cursos de estadística que se imparten en las distintas carreras, de cara a enfrentar las necesidades de la sociedad digital, o en la propuesta de nuevos cursos, distintos que los cursos tradicionales en contenido y en metodologías de aprendizaje. El estudio incluye: Los tipos de habilidades analíticas que está requiriendo el medio laboral, y cómo éste percibe su importancia dentro de los perfiles profesionales, la determinación de las asignaturas afines al campo de la analítica y la ciencia de datos dentro de los actuales planes de estudio y las pautas para un nuevo modelo pedagógico que asegure el éxito de estos cambios.

**Palabras claves:** Analítica avanzada, Ciencia de Datos, formación profesional, transición profesional, carreras sustentables, carreras científicas.

### Abstract

This article makes a diagnosis of the current teaching status of modern techniques associated with analytics and data science in universities, in order to lay the foundations of a professional training proposal that allows university students to acquire greater mastery of digital data analysis technologies to efficiently face the challenges and demands of the modern world. From the point of view of curriculum management, these guidelines can lead to update the study plans of quantitative subjects, such as statistics courses taught on different careers, in order to meet the needs of the digital society, or new courses proposal, which are different from traditional courses not only in content but also on learning methodologies. The study includes: Types of analytical skills that the working environment requires, and how it perceives its importance within the professional profiles, the determination of the subjects related to the field of analytics and data science within the current plans of study and guidelines for a new pedagogical model that ensures the success of these changes.

**Keywords:** Advanced analytics, Data Science, vocational training, Career transitions, Sustainable careers, Scientific careers

<sup>1</sup> fsandoya@espol.edu.ec. Profesor principal del Departamento de Matemáticas. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Escuela Politécnica Superior del Litoral.

## I. INTRODUCCIÓN

El boom de las tecnologías digitales en los últimos años y la importancia creciente que tienen en toda actividad humana, han impulsado no solo la aparición de nuevas necesidades dentro de las empresas sino también de nuevos perfiles profesionales y de nuevas obligaciones para los ciudadanos. Las nuevas exigencias son saber ver el contexto de los datos, saber discernir entre información buena e información falsa, el modo de aplicar lo que se tiene entre manos, el de conectar diferentes áreas o actividades, en definitiva, mucha capacidad para comprender la información, utilizar eficientemente el ciclo que va desde los datos a la toma de decisiones en la acción profesional, y comprender el impacto que tiene en nuestras profesiones y nuestras vidas. La sociedad actual necesita que se formen ciudadanos de datos y son las técnicas analíticas las que lo hacen posible.

Las técnicas analíticas y la ciencia de datos es algo sobre lo que todos hemos oído hablar, pero pocos conocen o pueden ponerse de acuerdo sobre su real significado. Lo que si hay es un consenso de que esto es algo nuevo con su propio conjunto de habilidades y metodologías, y no simplemente otra palabra para la estadística o la inteligencia de negocios (Coleen & Ceyhun, 2015). El propósito de este estudio no es debatir estas cuestiones, sino más bien posicionar las analíticas o la ciencia de datos, con cualquier nombre que se les dé, en los planes de estudio de las universidades de la mejor manera para enfrentar los retos de la sociedad digital.

La sociedad se está transformando rápidamente, y todas las empresas y organizaciones están necesitando de personal especializado cualificado en las nuevas técnicas digitales, analíticas y ciencia de datos, e incluso están requiriendo que todo su personal, independientemente de su ocupación, tenga unas habilidades analíticas mínimas, en todos los niveles y procesos de la empresa, pues quieren transformarse en organizaciones que se manejan con datos y que toman sus decisiones, en todo nivel, basadas en información, y toda la evidencia sugiere que las analíticas y la ciencia de datos crecerá en importancia en los próximos años.

Las empresas están convergiendo rápidamente a procesos de transformación digital, y según (Kolski, 2014) la transformación digital no es solamente una etiqueta de moda, sino que implica una transformación real y profunda de todos sus procesos, desde tener un buen marketing digital, o tener dispositivos inteligentes para hacer tareas y recabar datos o implementar una herramienta de colaboración, hasta la automatización de las decisiones para hacer eficientes todos los procesos, pero sobre todo la transformación digital es poder tener la cultura, gente, procesos, y tecnología para maximizar los datos y convertirlos en tiempo real en una ventaja competitiva.

Ahora bien, ¿Cuáles son las implicaciones para la educación universitaria? la principal tarea de las universidades

es asegurarse de que podamos capacitar a profesionales con las habilidades necesarias en este campo, debemos ver la ciencia de datos como un campo de estudio sobre el que todos necesitan aprender algo. Al igual que todos los profesionales que forman las universidades requieren algún tipo de instrucción en matemáticas, lenguaje y habilidades de escritura, también requieren algún tipo de conocimiento en técnicas analíticas y comprensión de datos. En ese sentido la ciencia de los datos se está convirtiendo, en esencia, en un arte liberal, necesario para todos los profesionales y no solo para los especialistas.

Un estudio reciente “Investing in America’s Data Science and Analytics Talent: The Case for Action” (The Business-Higher Education Forum, 2019) señala que existe una gran desconexión entre las habilidades que desean los empleadores y las habilidades que poseen los graduados. El estudio encontró que mientras el 69% de los empleadores esperan candidatos con habilidades de análisis de datos, sólo el 23% de los líderes universitarios aseguran que sus graduados tendrán esas habilidades.

Algunas universidades ya están tomando medidas al respecto y han estado trabajando para hacer que la analítica de datos sea un requisito para todas las profesiones. La analítica de datos no es sólo para los estudiantes de ciencias, realmente es algo que se está requiriendo en todas las áreas del conocimiento. Este estudio también presenta ejemplos de cómo muchas instituciones ya están trabajando en este tema y cita varias maneras en las que las universidades pueden fomentar el estudio de analíticas de datos, desde determinar recomendaciones pedagógicas propias para la enseñanza efectiva de la analítica y ciencia de datos, proporcionar más capacitación y apoyo a los profesores, hasta crear cursos introductorios que sean atractivos para todos los estudiantes.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 El cambio curricular

Los cambios curriculares en las universidades son procesos de innovación que se producen en tres niveles distintos:

1. El primer nivel se corresponde con los cambios que se realizan en los procesos operativos y métodos que los profesores utilizan, sin llegar a establecer cambios el modelo educativo vigente, limitando sus resultados e influencia confinados al espacio de acción del docente y su entorno cercano.
2. El segundo nivel pertenece a los cambios en los ambientes de aprendizaje y los patrones organizativos, que terminan transformando también las prácticas docentes.
3. Por último, el tercer nivel corresponde a los cambios en la planificación y/o estrategias institucionales en su conjunto y con vistas a un futuro. Es en este plano de las políticas institucionales donde se

producen los procesos de revisión y rediseño curricular, lo cual requiere de un compromiso integral con el cambio que permita la implementación de nuevos modelos pedagógicos, nuevas ofertas de formación profesional y nuevos ambientes de aprendizaje.

En síntesis, “llevar la innovación a la estructura curricular requiere aprender a mirar de otra manera los procesos formativos, a cambiar de paradigma en relación con la organización de los estudios y la generación de ambientes de aprendizaje en la universidad” (Zabalza, 2012). Sin duda, poner en sintonía la formación profesional con las exigencias de la sociedad digital, por su complejidad y alcance, corresponde al tercer nivel.

## 2.2 Contexto social

En pleno desarrollo de la cuarta revolución industrial, es decir, de la intervención de las nuevas tecnologías digitales, la inteligencia artificial, la robótica o el big data en los procesos económicos, industriales y sociales, las universidades tienen el reto de que la educación proporcionada sea capaz de adaptarse a estas nuevas exigencias de una sociedad y una economía mucho más sofisticadas y complejas, en las que la calidad, la pertinencia, la flexibilidad y la excelencia de los programas académicos, entre otras cosas, sean tales que permitan a los nuevos profesionales integrarse en un mercado de trabajo que requiere una alta cualificación y dominio de competencias transversales como el dominio de nuevas tecnologías, un nuevo esquema mental para enfrentar los problemas, la capacidad de innovación y la capacidad de adaptación a esas innovaciones. Ese es el desafío crucial que las universidades deben afrontar, tomando decisiones audaces, si quieren ser competitivas en lo que resta del siglo XXI.

La generación, transmisión y adquisición de conocimiento dejaron de ser lentas, escasas y estables: hasta 1900 el conocimiento humano se duplicaba aproximadamente cada siglo; hoy sucede al menos cada 13 meses, y organizaciones como IBM estiman que en el 2020 el conocimiento se duplicará cada 12 horas (Committee on Revitalizing Graduate STEM, 2018) lo que introduce enorme presión en el diseño curricular de las carreras universitarias, pues el conocimiento que imparten las instituciones de educación superior se volverá rápidamente obsoleto.

Por el lado del empleo también hay una transición vertiginosa que hace que, según la OCDE, 8 de cada 10 nuevos puestos se estén creando en campos con un componente importante de innovación y de mediano y alto valor agregado, los cuales no necesariamente están siendo proveídos por las universidades tradicionales, lo cual ha llevado a muchos a considerar que las universidades, al menos tal como las concebimos actualmente, van a desaparecer (EIPais, 2018).

La analítica, de acuerdo con la definición más aceptada en el mundo académico, es la aplicación de procesos y técnicas que transforman los datos en bruto en información

significativa para mejorar la toma de decisiones. Algunas de estas técnicas, como la descripción de datos, la regresión y la optimización han sido tradicionalmente parte principal de los planes de estudio en las universidades. Mientras que otras herramientas de la analítica, como la minería de datos, no han sido incluidas. Estas omisiones junto con el aumento de la demanda de profesionales conocedores de datos son argumentos válidos y poderosos para una revisión curricular.

Según las simulaciones realizadas por investigadores del McKinsey Global Institute (Bughin, 2018), las compañías “de vanguardia” que desarrollan y adoptan tecnologías de analítica y de Inteligencia Artificial (IA) aumentarán su flujo de efectivo en aproximadamente un 122% entre 2017 y 2030, mientras que los “rezagados” que no adoptan tecnologías de analítica y ciencia de datos para 2030 experimentarán una disminución en el flujo de efectivo del 23%. El impacto en todo el mundo será enorme: para 2030, la adopción de la ciencia de datos podría sumar aproximadamente un 16%, a la producción mundial.

Estos requerimientos y urgencias en el mundo empresarial han hecho eco en los campus universitarios, la demanda de clases en analítica y áreas de estudio relacionadas se ha disparado en universidades top, junto con el número de estudiantes de pregrado en estos campos del conocimiento. En la Universidad de Harvard, por ejemplo, el número de “concentrators” de pregrado en ciencias de la computación se triplicó entre 2011 y 2017, mientras que el número de “concentrators” en analítica y ciencia de datos se multiplicó por diez. Los cursos CS50: introducción a la informática, y Stat 110: introducción a la probabilidad, se convirtieron en los cursos de pregrado más populares (Garber, 2019). Tal comportamiento indica que los estudiantes saben que el mercado del talento en analíticas y ciencia de datos es un mercado muy prometedor. Las universidades deben responder a este llamado para educar a la próxima generación de profesionales expertos en datos, y transformarse para satisfacer la demanda de cursos que prepararán a sus estudiantes para un futuro impulsado por su uso masivo.

Actualmente hay en el mundo un número creciente de programas de títulos, especializaciones y certificados en ciencia y analítica de datos en los niveles de licenciatura y posgrado, pero la tendencia ahora es que esto debe realizarse fundamentalmente en el tercer nivel. Una revisión reciente de programas de pregrado en analítica y ciencia de datos identificó trece programas de este tipo en los Estados Unidos (Aasheim, Williams, & Rutner, 2014). Desde ese año se han desarrollado muchísimos más programas. Sin embargo, poco se sabe actualmente sobre los detalles de las habilidades cubiertas en esos programas o si estos programas son comparables, aunque ya en algunas universidades se han realizado revisiones de los planes de estudio para incorporar las analíticas en la formación universitaria de grado (Wilder & Ozgur, 2015).

### III. INSTRUMENTOS DE MEDIDA

La pertinencia, es entendida cómo la adecuación entre lo que la sociedad espera de las instituciones y lo que éstas hacen (Tünnermann, 2003). Esta supone un alto grado de correspondencia entre el quehacer institucional con respecto al proyecto educativo enunciado en los objetivos y misión institucionales, así como con la responsabilidad del sistema de educación superior con el resto del sistema educativo.

Con el fin de establecer las propuestas de modificaciones curriculares se realizaron dos tareas fundamentales:

1. Establecer una justificación empresarial para identificar las necesidades nacionales y locales en cuanto a las habilidades en analítica y ciencia de datos, para lo cual se aplicó una encuesta a 365 empresas de la zona 5 durante los meses de septiembre y octubre de 2019. El método de la encuesta fue personal, la población objetiva fueron 365 ejecutivos de estas empresas, en puestos directivos jerárquicos a cargo de jefaturas de departamento, o sus equivalentes, o superiores, la técnica de muestreo es probabilística estratificada por origen, con un error de muestreo del 5% por el orden de  $\pm 5\%$ , con un nivel de confianza del 93%. Estos datos estadísticos fueron seleccionados debido a las condiciones de las posibles muestras. Los estratos correspondieron a sectores industriales o de negocio distintos, desde empresas e instituciones de educación superior hasta ONG's.
2. Establecer una justificación académica a partir de un análisis del estado del arte de los planes de estudio en universidades que han incorporado estos cambios, fundamentalmente en EEUU, incluyendo las asignaturas propuestas, las nuevas metodologías pedagógicas apropiadas, e incluso los ambientes de aprendizaje recomendados para la implementación de estos tópicos. Esta investigación es de tipo documental y con consulta a los sitios web de las universidades analizadas.

### IV. RESULTADOS

#### 4.1 Justificación empresarial

La tarea de una revisión curricular se origina siempre con una justificación del entorno social, laboral, profesional y empresarial, porque sin eso no hay razón para continuar; diseñar un curso para el cual no existe interés o utilidad sería inútil. El diagnóstico curricular puede ser entendido como una evaluación del funcionamiento de la oferta educativa, que se orientan a un producto de calidad, a través de una recopilación de datos acerca de dicho sistema. Su origen debe fundamentarse en los antecedentes externos e internos a fin de detectar las necesidades y desafíos que configuran el contexto político, social y económico, en el

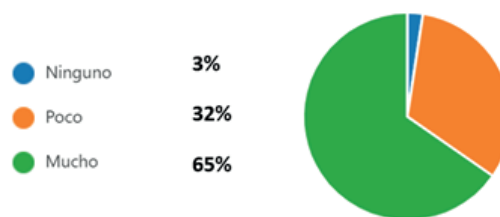
que deberá desempeñarse el futuro profesional o profesional en ejercicio, a fin de tomar decisiones fundamentadas y establecer los cambios necesarios en el plan de estudios.

Con el fin de detectar las percepciones de empresarios del entorno sobre las necesidades de las técnicas analíticas y la ciencia de datos en la formación de profesionales por parte de las universidades en el Ecuador, se realizó una encuesta a mandos directivos de empresas de diferentes sectores, en el formulario se pidió a los entrevistados contestar preguntas sobre características y sector de la empresa/industria/organización, la empresa y sus nuevas necesidades en la era digital y los retos de las universidades en formación profesional en la era de las analíticas.

En lo siguiente se presentan los resultados que se obtuvieron en algunas preguntas del formulario dirigido a ejecutivos de grandes empresas.

- *Pregunta:* ¿Tiene conocimiento sobre la importancia de la analítica y la ciencia de datos para la empresa moderna?:

Las respuestas a esta pregunta fueron mayoritariamente “Mucho” con un 65%, seguido de “Poco” con un 32%. Es decir, se puede considerar que hay algún conocimiento sobre la importancia de las analíticas y ciencia de datos en la empresa moderna.



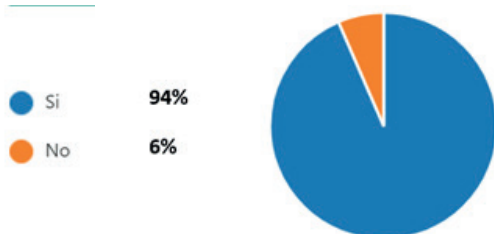
- *Pregunta:* Al seleccionar profesionales para trabajar en su empresa/ organización, cuán importante considera que los aspirantes tengan conocimiento de técnicas de analítica de datos.

Según los resultados a esta pregunta (4.36 sobre 5), las empresas u organizaciones consideran al conocimiento en analítica de datos una habilidad importante a la hora de seleccionar empleados.



- *Pregunta:* En términos generales, considera que actualmente existen necesidades de un profesional experto en analítica y ciencia de datos en su empresa/organización? tomando en cuenta que estos nuevos profesionales son capaces de seleccionar, extraer, preparar, analizar, evaluar y comunicar cantidades masivas de datos de cualquier tipo, de manera ética y responsable, para la toma de decisiones inteligentes y para la resolución de problemas reales de las empresas y organizaciones:

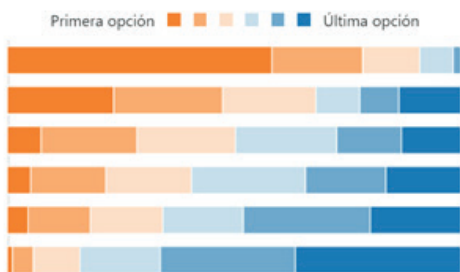
Un 94 % de los consultados consideraron que si existen necesidades de un profesional experto en analítica y ciencia de datos en su empresa/organización.



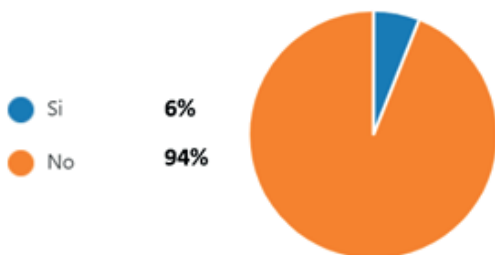
- *Pregunta: ¿Cuáles son las prioridades tecnológicas para las empresas y las organizaciones en general en su transformación digital? (ordenar desde la más prioritaria a la menos prioritaria):*

Las empresas consultadas identificaron a la analítica y la inteligencia de negocios como la prioridad tecnológica número 1, con un 60% como primera opción y 19% como segunda opción, muy por delante de las otras opciones como la automatización, la ciberseguridad, etc.

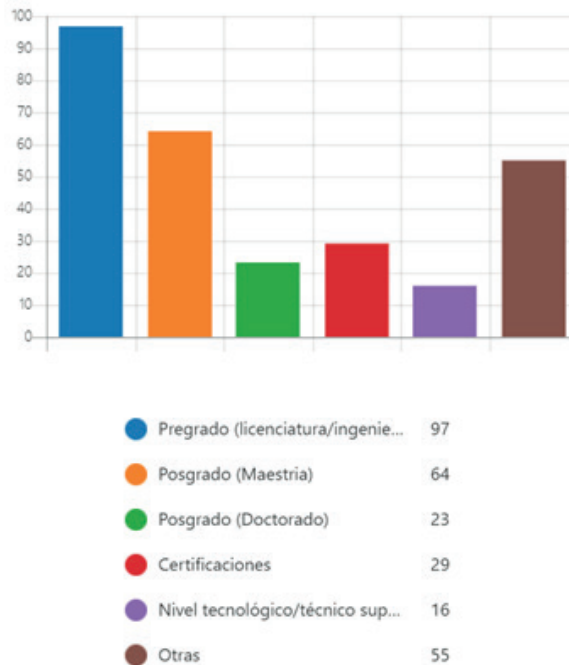
Clasificación	Opciones
1	La analítica y la inteligencia de...
2	La automatización
3	La ciberseguridad
4	El internet de las cosas
5	La inteligencia artificial
6	BlockChain



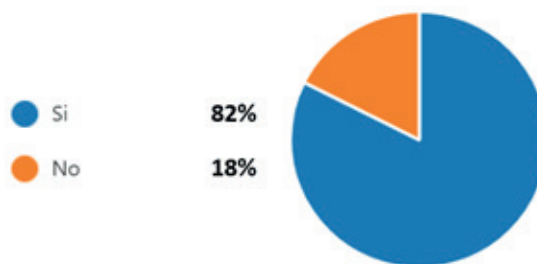
En la siguiente pregunta el 94% de los consultados consideran que las universidades no están formando suficientes profesionales en áreas de estudio relacionadas con analítica y ciencia de datos.



En cuanto a la cuestión de en qué nivel de formación académica se debe formar el talento en analítica y ciencia de datos, la opción preferida fue en el tercer nivel (pregrado), con un 55%, seguido del posgrado (maestrías) con un 28%.

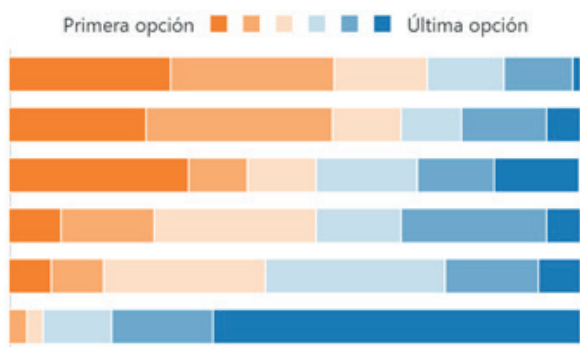


Una pregunta fundamental, que justifica el presente estudio, se refiere a la percepción que tiene el medio sobre si existe actualmente la necesidad en el entorno social, laboral, profesional y empresarial del Ecuador para hacer una revisión curricular en las universidades para adecuar las nuevas tecnologías digitales en sus planes de estudio. El 82% de los consultados considero que si existe esta justificación.



Cuando se pidió a los consulados ordenar por prioridades, las tareas más importantes para un cambio curricular que incluya técnicas analíticas, lo más importante se consideró la “Capacitación de los profesores en las nuevas técnicas analíticas”, seguido de “Incluir asignaturas nuevas como analítica de datos, minería de datos, otras”, y “Un nuevo modelo pedagógico para enfatizar en la resolución de problemas, trabajo en equipo, y habilidades comunicativas”.

Clasificación	Opciones
1	Incluir asignaturas nuevas co...
2	Un nuevo modelo pedagógic...
3	Capacitación de los profesores...
4	Introducir dentro de los plane...
5	Cambiar el contenido de las a...
6	Menos horas presenciales y m...



Cuando se solicitó a los consultados que indiquen el grado de importancia de algunos cursos de analítica de datos dentro de los planes de estudio de cualquier carrera, la idea es determinar que asignaturas pueden considerarse importantes para proporcionar una competencia transversal a todos los profesionales universitarios. Las asignaturas más importantes fueron las siguientes: Ética, privacidad y aspectos regulatorios, Analítica predictiva y Visualización de datos.



En conclusión, existe una gran percepción en el medio laboral y empresarial de que es necesario abordar desde los planes de estudio de las universidades el aprendizaje de las técnicas analíticas y de ciencia de datos, y que esto corresponde con dos niveles: Un primer nivel es entender que existen ciertos conocimientos básicos de analítica de datos que deben ser parte de la formación de todo profesional, independientemente de su campo de estudio. El siguiente

nivel es la necesidad de que las universidades formen un profesional especializado en ciencia de datos, que se encargue de desarrollar de manera profunda este campo de estudio. También se destaca que hay un consenso sobre la urgencia de formal este tipo de profesionales (en el lapso de los próximos 2 años), y que su formación corresponde principalmente al tercer nivel: licenciatura o ingeniería. Por último, sobre el tipo de contenidos, se destaca que los profesionales (independientemente del campo) deberían adquirir conocimientos sobre Ética, privacidad y aspectos regulatorios, Analítica predictiva, Visualización de datos y Analítica descriptiva.

#### 4.2 Justificación académica

Las universidades deben responder a la demanda de profesionales con habilidades para el análisis de datos para asegurar el éxito de sus egresados. Los emprendedores educativos a menudo observan su entorno para obtener pistas y señales para futuros programas. Como se reporta en (Wymbs, 2016) en 2014, el Foro de Educación Superior Empresarial (BHEF), la organización más antigua de EEUU de empresas y educación superior dedicada a proponer soluciones para la Educación universitaria estadounidense identificó las necesidades comerciales, así como las habilidades requeridas de los graduados. En 2013, hubo 532,337 publicaciones para Data Analytics en los Estados Unidos, con 297,430 Analistas financieros (analistas en ocupaciones que típicamente requieren un título en negocios o finanzas y fuertes habilidades matemáticas), 193,661 analistas de datos básicos (matemáticas o profesiones cuantitativas), y 41,246 científicos de datos (grados avanzados).

Algunos autores, como (Wymbs, 2016) han identificado conjuntos de habilidades para los trabajos de analítica de datos, incluyendo conocimiento equilibrado de paquetes estadísticos (SPSS, SAS, R), Microsoft Office (PowerPoint y Excel), habilidades financieras más especializadas (planificación financiera, gestión de riesgo), algo de programación, habilidades de pensamiento crítico, y una habilidad para comunicar resultados.

La educación en analítica y ciencia de datos ha comenzado a atraer la atención de los académicos desde hace algunos años. La comunidad de Data Science reporta en su sitio web que hay 603 programas de análisis/ciencia de datos, en universidades ranqueadas, de los cuales 434 fueron programas de maestría, 88 programas de certificación (en su mayoría en el nivel Master), 58 programas de licenciatura y 23 programas de doctorado (College & University Data Science Degrees, 2019).

Según la información proporcionada por (Aasheim, Williams, & Rutner, Big Data Analytics and Data Science Undergraduate Degree Programs, 2014) La mayoría de los programas fueron ofrecidos por escuelas de negocios (31%), facultades de Computer Science (21%), seguido de facultades de matemáticas y estadística (14%), y solo el 7% fueron ofrecidos por programas interdisciplinarios; sin embargo, la vía interdisciplinaria se está volviendo más común para este tipo de formación. Si la facultad que ofrecía

el plan de estudios era de negocios, entonces el programa probablemente fue llamado Analítica de datos, mientras que, si la facultad era de informática, ciencias o matemáticas, entonces el programa se llamaba Ciencia de Datos. Aproximadamente el 90% de los programas de analítica/ciencia de datos se ofrecieron en países de habla inglesa.

En cuanto a contenidos de analítica de datos en los planes de estudio de las carreras de tercer nivel o de grado en el Ecuador, en general no se han incluido asignaturas bajo la etiqueta de analítica de datos, pero puede ser que algunas técnicas de analítica descriptiva, predictiva y prescriptiva sean parte del contenido de cursos como estadística, estadística inferencial e investigación de operaciones. En cambio asignaturas como minería de datos o Data Warehousing si han venido siendo parte de los planes de estudio de carreras relacionadas con la informática y las ciencias de la computación en la mayoría de las universidades ecuatorianas que ofrecen carreras de ingeniería en sistemas.

Al ser un fenómeno relativamente nuevo, y considerando que en el país los procesos de innovación nos llegan con cierto retraso, la introducción de las analíticas de datos dentro de los planes de estudio de las universidades todavía no se ha puesto como prioridad en las discusiones de los principales actores del sistema de educación superior del país, ni autoridades, ni los organismos que rigen el sistema de educación superior, han considerado la urgencia de este análisis. Así, en general se puede afirmar que en el país no se han realizado en las universidades procesos de revisión curricular dirigidos a implementar la enseñanza de analítica y ciencia de datos en sus planes de estudio.

## V. PROPUESTAS CURRICULARES PARA LA ANALÍTICA Y LA CIENCIA DE DATOS

De acuerdo a (University, 2019), (Wilder & Ozgur, 2015), y en otras investigaciones reportadas en la literatura, en la mayoría de las universidades en las carreras de pregrado se están incluyendo aproximadamente cinco a seis cursos que abordan los tópicos relacionados a la analítica y la ciencia de datos, además de cursos optativos. Existen muchas experiencias de este tipo en universidades rankeadas, en las que la analítica ya está siendo considerada parte importante de los planes de estudio de todas las profesiones.

En esta investigación proponemos algunos de estos cursos para ser incluidos en los planes de estudio de las universidades ecuatorianas:

### 5.1 Propuestas de asignaturas

#### Curso: Gestión de datos (Data Management)

El objetivo de este curso es asegurar que los estudiantes adquieran las habilidades y conocimientos para reunir, almacenar y manipular los datos para realizar un estudio analítico. Se introduce el papel de los datos en el ciclo de vida del proyecto. Se discute el impacto de big data en es-

tudios analíticos. Los temas pueden incluir, entre otros, los siguientes: arquitectura, almacenamiento, formatos, propiedad, privacidad, metadatos, cubos de datos, herramientas para extraer-transformar-cargar (ETL tools), lenguaje de consulta estructurado (SQL), limpieza de datos y ética. Este curso generalmente no tiene prerequisites.

#### Curso: Analítica descriptiva (Descriptive Analytics)

El objetivo de este curso es asegurar que los estudiantes adquieran habilidades y conocimientos para describir con eficacia eventos que ya han ocurrido. Se debe poner énfasis en la presentación de los resultados en una variedad de formatos. Los temas del curso pueden incluir, pero no se limitan a: estadística descriptiva, distribuciones de frecuencia, distribuciones discretas, distribuciones continuas, distribuciones muestrales e inferencia estadística. Aunque este curso puede ser enseñado sin un curso de requisito previo, muchas universidades prefieren requerir un curso de matemáticas como un requisito previo para asegurar que los estudiantes tengan más fortalezas para resolver problemas.

El contenido cubierto en este curso es típicamente el que se ve en un curso tradicional de Estadística Empresarial como requisito básico de la mayoría de las escuelas de negocios. No es considerado aquí como uno de los cursos que definen la carrera, pero se incluye para mostrar la amplia cobertura de la analítica. Es importante que el enfoque del curso sea la interpretación y presentación de datos y no los cálculos.

#### Curso: Visualización de datos (Data Visualization)

El objetivo de este curso es explorar diferentes técnicas para presentar una amplia variedad de datos para el propósito de hacer que sea significativo para una audiencia objetivo. Se abordan prácticas estándar para la visualización de datos. La tecnología se utiliza ampliamente para producir interpretaciones visuales de diversos conjuntos de datos. Se discuten y se diferencian conceptos como Indicadores clave de rendimiento (KPI's), scorecards y dashboards. Serán los estudiantes los que critiquen varias muestras de ejemplos históricos y reportes recientes. Los temas pueden incluir, entre otros: crear varios diagramas y gráficos, uso de color y formato, y storytelling. Este curso no suele tener prerequisites.

#### Curso: Analítica predictiva (Predictive Analytics)

El objetivo de este curso es asegurar que los estudiantes adquieran las habilidades y conocimientos para reconocer las oportunidades para enfoques analíticos predictivos y explotar los resultados. Los estudiantes construirán modelos predictivos simples en un esfuerzo por mejorar su comprensión de las técnicas. Se enfatiza el problema del negocio y en la comunicación de los resultados, especialmente en un lenguaje no técnico. Se discuten las implicaciones del modelo, el impacto y los supuestos como pertenecientes a una variedad de problemas de negocios. Los temas que se abordan, entre otros, incluyen: ANOVA, regresión, correla-

ción, series de tiempo y métodos no paramétricos. Un prerrequisito para este curso es analítica descriptiva.

Los contenidos de este curso son típicamente cubiertos en un curso de Estadística Empresarial avanzada. Una variedad de aplicaciones debe ser utilizados para ilustrar el valor y versatilidad de las metodologías.

#### Curso: Analítica Prescriptiva (Prescriptive Analytics)

El objetivo de este curso es asegurar que los estudiantes adquieran las habilidades y conocimientos para reconocer oportunidades para enfoques analíticos prescriptivos y explotar los resultados. Los estudiantes construirán modelos simples en un esfuerzo por mejorar su comprensión de las técnicas. Se hace hincapié en el problema del negocio y la comunicación de los resultados, especialmente en un lenguaje no técnico.

Se discuten las fortalezas y las debilidades de cada técnica utilizando ejemplos. Se discuten las implicaciones del modelo, el impacto, y los supuestos en lo que respecta a una gran variedad de problemas empresariales. Los temas pueden incluir, pero no se limitan a: cálculo, optimización y simulación. Un prerrequisito para este curso es analítica descriptiva, pues se necesitan conceptos y técnicas estadísticas clásicas.

La optimización es abordada típicamente en un curso de investigación de operaciones, el cálculo en un curso con su mismo nombre, y la simulación como una optativa. Es importante que el énfasis aquí es el reconocimiento de problemas y la interpretación mas no la mecánica de las diversas técnicas. Por ejemplo, el método simplex de programación lineal involucra operaciones con matrices para obtener una solución óptima; esto es un proceso tedioso para el cual se debe utilizar software.

#### Curso: Minería de Datos (Data Mining)

El objetivo de este curso es asegurar que los estudiantes obtengan habilidades y conocimientos para reconocer oportunidades para los enfoques de minería de datos y la explotación de los resultados. Se comparan procesos de minería de datos como CRISP-DM (proceso estándar de la industria para la minería de datos) y SEMMA (muestra, explora, modifica, modela y evalúa). Los estudiantes usan grandes conjuntos de datos para construir modelos simples en un esfuerzo por mejorar su comprensión de las técnicas y desafíos de trabajar con Big Data. Se hace hincapié en el problema del negocio y la comunicación de los resultados usando especialmente en lenguaje no técnico. Se discuten las implicaciones del modelo, las suposiciones, el impacto y los supuestos y como se relacionan con una amplia variedad de problemas de negocios. Entre los temas que se abordan están, entre otros: clasificación, clusterización, redes, sistemas de información geográfica (GIS), y árboles de decisión (incluido el teorema de Bayes). Un prerrequisito para este curso es analítica descriptiva. Estas técnicas no han sido tradicionalmente abordadas en un plan de estudios de carreras de negocios o de administración de empresas.

#### Curso: Analítica Práctica (Analytics Practicum)

El objetivo de este curso es asegurar que los estudiantes adquieran las habilidades y conocimientos para gestionar e implementar un proyecto de analítica; sirve como una piedra angular, siendo un curso integrador. Se cubren conceptos básicos de gestión de proyectos conjuntamente con prácticas de consultoría, ética y prácticas estándar. Se requiere que los estudiantes escojan una metodología apropiada para un problema dado; esta tarea varía de cursos tradicionales, en los que se da una técnica junto con el problema. Los estudiantes terminan el curso con un proyecto real para un negocio operativo en el cual es muy probable que tengan la experiencia de trabajar con datos menos perfectos. Los estudiantes deben haber completado todos los cursos anteriores antes de tomar este curso.

#### Curso: optativas

Algunas materias optativas pueden completar el plan de estudios y profundizar el contenido de analíticas que ven los alumnos en algunas carreras profesionales. Algunos de estos cursos deben ser funcionales tales como investigación de mercados o analítica deportiva; otros pueden cubrir técnicas no cubiertas en los cursos básicos tales como analítica web (web analytics), teoría de juegos, visualización avanzada o modelos de hoja de cálculo. El número de materias optativas, por supuesto, variará según los requisitos de cada carrera y la universidad.

En este estudio utilizamos los términos analítica descriptiva, analítica predictiva y analítica prescriptiva para nombrar a los cursos únicamente para mostrar que se debe cubrir con todo el espectro de la analítica con asignaturas que tengan cualquier nombre que se les dé. Por otro lado, no es necesario crear tales cursos de manera obligatoria, sino que, en los cursos actuales, se pueden incluir dentro de sus contenidos mínimos los métodos y conceptos propios de los cursos señalados en esta sección.

### 5.2 Implementación y modelo pedagógico

Sin duda, la clave de un programa de estudios exitoso en el que se incluye temas de analítica y ciencia de datos para las distintas carreras profesionales está en la implementación. Muchos de los tópicos cubiertos en el currículo propuesto también podrían encajar en cursos tradicionales; es la pedagogía y el énfasis lo que los diferencia. El propósito de esta sección es proporcionar a los educadores algunas pautas sobre cómo implementar un programa exitoso.

#### 5.2.1 La pedagogía para la enseñanza de analítica de datos

Cuando se está tratando incluir analíticas en los planes de estudio, se deben también revisar los modelos pedagógicos utilizados, pues un buen aprendizaje de las analíticas puede estar ligado a mucho trabajo autónomo o digital realizado por el estudiante. Este cambio debe ser visto como una expansión y no una ruptura con el modelo pedagógico



vigente en la universidad, de esta manera se recomienda que las pedagogías también sean revisadas, los cursos deben estar orientados a proyectos y basados en la investigación utilizando la tecnología para realizar cálculos de alto nivel. Hay que recalcar en esto, los cambios no se limitan a aumentar o disminuir cursos, la pedagogía también está en la lista. Muchas universidades están utilizando el aprendizaje basado en la investigación en sus cursos de estadística, y muchos defienden el uso del enfoque para resolución de problemas: definir, recoger, organizar, visualizar y analizar (DCOVA), para enseñar estadística. Este marco ayuda a los estudiantes a conectar las diferentes técnicas estadísticas y proporciona continuidad.

### 5.2.2 ¿Qué tipo de ejemplos se deben usar en las clases de analítica?

En primer lugar, y, sobre todo, al impartir las asignaturas con fuerte contenido de analítica, se debe usar una variedad de ejemplos específicos en lugar de generalizaciones. Es imperativo que los cursos de analítica para el resto de las profesiones no se combinen con los de científicos de datos, pues estos últimos requieren de mayor profundidad y otro énfasis, en cambio la mayoría de las profesiones requerirán el contenido de las asignaturas en analítica más general y solo como un instrumento para la toma de decisiones. Es tentador enseñar conceptos generales para llegar a un público más amplio, pero la investigación ha demostrado que este método es ineficaz. Como afirma (Moore, 2001) “los profesores entrenados matemáticamente a menudo imaginan que pueden ganar eficiencia presentando primero principios generales o estructuras, seguido por casos especiales concretos. Esto no funciona. Pocas personas aprenden desde principios básicos a casos especiales”. La mayoría de los profesionales, sobre todo aquellos que no son del campo STEM están en posiciones laborales que los exponen a oportunidades para usar analíticas, pero deben ser capaces de reconocer esas oportunidades primero antes de emplear la experiencia de un científico de datos. En lugar de usar ejemplos generales, los educadores deben usar ejemplos específicos dentro de una gran variedad de áreas para que los estudiantes aprecien completamente el alcance de su aplicación.

Un ejemplo de cómo puede trabajarse a este nivel en las clases de las asignaturas relacionadas con analítica de datos es la siguiente: el docente desarrolla sus clases a lo largo del semestre utilizando ejemplos específicos de problemas de empresas o simulaciones. En las clases el profesor utiliza medios electrónicos y tradicionales para hacer búsquedas de información acerca de los problemas en cuestión.

Asimismo, el profesor requerirá de los alumnos el uso correcto de modelos de analítica de datos, así como estrategias de presentación de información de tipo profesional. De manera paralela los estudiantes podrían ir desarrollando un proyecto de fin de curso adaptando los ejemplos específicos que expone el profesor. Dado que el proyecto tiene la

duración de un semestre, los alumnos cuentan con la oportunidad de hacer correcciones a su trabajo a partir de las observaciones del profesor. De esta forma, se trasciende una forma de aprendizaje por retención. Aprendizajes que se promueven en esta actividad: uso eficiente de la informática y las analíticas de datos, capacidad de análisis, síntesis y evaluación, cultura de trabajo y cultura de calidad.

### 5.2.3 Guiarse siempre por el objetivo

No desviarse del objetivo, que es preparar profesionales con perfiles de egreso específicos, que no se van a desenvolver como científicos de datos, sino como economistas, auditores, profesionales de ciencias de la salud, gerentes conocedores de datos (data-savvy managers), etc., y que además sean profesionales exitosos. Con el avance tecnológico, la revolución digital, la nueva organización del trabajo y la evolución de las necesidades de la industria y la sociedad en general, cambiaron las competencias imprescindibles para desempeñarse con éxito en el mercado laboral. Dicho cambio implica repensar y redirigir la educación formal para asegurar el éxito de los estudiantes en su paso por la universidad, así como en su ingreso al mercado de trabajo.

Es importante enfocarse en las habilidades de resolución de problemas, trabajo en equipo y comunicación. No permitir que los cursos se vuelvan demasiado técnicos. Los estudiantes de la mayoría de las profesiones necesitan desarrollar confianza en las técnicas, reconocer oportunidades y explotar los resultados; no convertirse en expertos en optimización, por ejemplo.

En (Economist, 2015) se reporta que el 50% de los empresarios afirmó que la resolución de problemas es la habilidad que más requieren en su negocio, seguido de un 35% que resaltó la capacidad de trabajar en equipo y el 32% que enfatizó en la comunicación eficaz. Así, los empresarios consideran a la resolución de problemas como la habilidad más demandada para el mercado laboral, y se pronostica que en 3 años la resolución de problemas seguirá puntera en la lista de habilidades más demandadas con un 70% de las preferencias. El estudio se realizó también a docentes y directivos de universidades, el 59% de ellos aseguró que se está trabajando sobre el desarrollo de estas capacidades en el aula en los últimos cinco años.

### 5.2.4 Trabajar en equipos multidisciplinarios

El trabajo multidisciplinario es algo cada vez más valorado en el mercado laboral, probablemente es una de las habilidades más buscadas, por tanto, es algo que debe buscarse generar en los estudiantes en su formación, y las analíticas de datos son el terreno ideal para hacer trabajo multidisciplinario, pues requiere de la participación de muchos profesionales con distintos puntos de vista y aportes.

Se debe enfrentar el mito muy extendido entre los estudiantes universitarios de “Nunca voy a usar estas cosas”,

utilizando experiencias del mundo real en la exposición de los contenidos de las asignaturas. Un escenario ideal para poner en práctica los conocimientos adquiridos en analítica de datos es un proyecto de equipo en un curso integrador final.

En el estudio (Economist, 2015) se determina como la segunda habilidad más importante en el mercado laboral al trabajo en equipo. El alto valor otorgado al trabajo en equipo, que se ubica en el segundo lugar de la lista de habilidades más requeridas por el 35% de los ejecutivos y el 32% de los docentes y autoridades de universidades, refleja la forma cada vez más interconectada en que vivimos nuestras vidas. La capacidad de apreciar perspectivas alternativas e interactuar de manera constructiva con personas con diferentes habilidades y puntos de vista es vital tanto dentro como fuera del trabajo.

“Las empresas se están orientando más hacia el trabajo en equipo”, dice Patrick Griffin, presidente de Educación (Evaluación) de la Universidad de Melbourne (Economist, 2015). Utiliza el ejemplo de un rompecabezas en el que las piezas se dividen entre dos personas, ninguna de las cuales puede completarla sin los recursos de la otra; o un crucigrama, donde una de las partes tiene todas las pistas horizontales y la otra tiene aquellas que van hacia abajo. Idealmente estos equipos multidisciplinarios corresponderían a equipos formados por estudiantes de distintas carreras, cada uno de los cuales tiene ciertas habilidades y conocimientos sobre analítica que han ido desarrollando a lo largo de su carrera, y que aportan con su campo de estudio participando en el equipo que realiza un proyecto integrador de fin de carrera que los habilite para su graduación.

En cuanto a la disponibilidad de bancos de datos o de problemas reales, las instituciones de educación superior con programas aceleradores tienen un banco de proyectos del mundo real, que serían los problemas sobre los cuales trabajarían los estudiantes en sus proyectos académicos. Las instituciones de educación superior que no tienen la ventaja de disponer de estos programas aceleradores de negocios deben satisfacer este objetivo por otros medios.

Una opción es que los estudiantes encuentren su propio proyecto con la aprobación del tutor. Por ejemplo, usar una empresa de mudanzas local para la cual los estudiantes desarrollen un modelo para predecir el número de horas requeridas para completar un trabajo de mudanza; diferentes equipos podrían acercarse a diferentes empresas en la zona a estudiar. Otra posibilidad es acudir a la literatura científica, para poner un caso de eso es la revista *INFORMS Transactions on Education*, incluso un número de esta publicación fue dedicado exclusivamente a proyectos estudiantiles (Lowe & Armacost, 2012).

### 5.2.5 Reorganizar los cursos de contenido analítico

Si es necesario, se debe reducir el número de temas cubiertos en los cursos para permitir a los estudiantes ganar confianza en sus habilidades. Por ejemplo, GIS puede ser

eliminado como uno de los temas en el curso de Data Mining para asignar más tiempo a árboles de decisión; la Universidad de Valparaíso, por ejemplo, tiene un curso completo sobre el tema del SIG impartido por su departamento de meteorología. El curso no requiere ningún prerrequisito y está abierto a estudiantes de otras carreras (Coleen & Ceyhun, 2015).

Además, está el asunto de la tendencia a disminuir el número de horas de clases presenciales que reciben los estudiantes en las universidades, pues todo apunta a que el futuro de la Universidad pasa por reducir las horas de asistencia a clase, sustituyéndolas por trabajo autónomo de cada estudiante. Esta disminución del número de horas de clases presenciales obliga a reorganizar los cursos que se ofertan, priorizando contenidos que van a guiar al estudiante.

### 5.2.6 Organizar competencias

Una forma efectiva de lograr el interés de los estudiantes en las técnicas analíticas es desafiar a los estudiantes con competencias, que también sirven para fortalecer sus currículos. Las competencias pueden ser dentro de la carrera o para toda la universidad, o interuniversitarias y pueden usarse conjuntamente con los proyectos de la materia integradora. Existen diferentes tipos de competencias que se organizan alrededor del tema de la analítica y ciencia de datos, dependiendo del nivel y objetivo de las mismas.

En esa línea, en los últimos años se han popularizado las competencias denominadas *Datathon*. El *Datathon* (Datathon, 2018) es un reto para resolver un problema real basado en datos orientado a estudiantes de analítica o ciencia de datos que pone a prueba sus conocimientos en Inteligencia de negocios, ciencia de datos, analíticas y Big Data. La competición suele consistir, en general, en desarrollar un modelo a partir de un conjunto de datos, que se les proporciona a los participantes al inicio de la jornada. A continuación, los participantes reciben otro conjunto (test) donde deberán aplicar el modelo obtenido para su validación.

## VI. CONCLUSIONES

Las ideas presentadas están direccionadas hacia la inclusión de las analíticas en los planes de estudio de las distintas carreras ofertadas por las universidades.

El diseño de cambios en los programas curriculares, que incluyan las nuevas técnicas analíticas y potencialmente disruptivo, no está exento de desafíos; sin embargo, puede ser gratificante para estudiantes, profesores y empleadores, ya que sirven como una plantilla a seguir por otros académicos. Para ser eficaz, el nuevo programa en analítica de datos debe ser impulsado por aportes empresariales y liderazgo académico que incorpore innovación en la teoría y la práctica. Similar a muchos proyectos innovadores, todo inicia con el problema de una explosión de datos desde muchas fuentes, la transformación de datos en información y la inteligencia para generar valor empresarial, y el recono-

cimiento de que actualmente hay muy pocos graduados con las habilidades necesarias para hacer que esto suceda en el futuro previsible.

En la literatura revisada se proponen en el corto plazo algunos cambios en contenidos mínimos, y en el mediano plazo la inclusión de seis cursos principales y un curso básico para cumplir los requisitos de un programa de pregrado que contenga los conocimientos mínimos de analítica de datos que debe conocer todo profesional.

La implementación exitosa está sujeta a modificaciones pedagógicas para enfatizar en la resolución de problemas, trabajo en equipo, y habilidades comunicativas. Es recomendado que se revisen los contenidos de los cursos cuantitativos actuales, sobre todo de asignaturas como estadística; el resultado es mover el contenido de estos cursos tradicionales, y tal vez de otros más como el curso de investigación de operaciones, introduciendo temas de analítica de datos.

Es de gran importancia el análisis y revisión constante del curricular es sus diversas formas e inferencias; ya que es la única forma que se podrá crear un ambiente de sintonía con los cambios que se dan en la sociedad, de tal forma que se logre el éxito en el impacto que busca un programa de formación profesional.

Estos cambios seguramente causarán dificultades porque estos cursos no han sido revisados en muchos años y no preparan a los profesionales de hoy para la próxima ventaja competitiva. Los profesionales del futuro deben ser capaces de analizar datos, identificar oportunidades y explotar los resultados; no construir los propios modelos. Para comunicarse con expertos en modelos, deben tener un alto nivel de comprensión de las técnicas. Además, si van a explotar los resultados, deben tener confianza en estas mismas técnicas. Estas habilidades requieren una pedagogía diferente y hacer énfasis en los que aquellos expertos requieren.

#### RECOMENDACIONES

El alcance de este estudio abarca las necesidades de incluir temas de analítica y ciencia de datos como una habilidad transversal dentro del currículo de formación de pregrado, pero otros niveles de formación también pueden ser considerados, como los cursos de educación continua o los programas de posgrado. Esta revisión debe complementarse con el software, repositorios de datos, ambientes de aprendizaje y otros recursos necesarios para implementar el programa planteado.

#### REFERENCIAS

- Aasheim, C., Williams, S., & Rutner, P. (2014). Big Data Analytics and Data Science Undergraduate Degree Programs. Annual Meeting of the Decision Sciences Institute Proceedings, 1-22.
- Bughin, J. S. (2018). Notes from the AI Frontier: Modeling the Impact of AI on the World Economy. Recuperado el 8 de julio de 2019, de <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-modeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy>
- Coleen, R., & Ceyhun, O. (2015). Business Analytics Curriculum for Undergraduate Majors. *INFORMS Transactions on Education*, 15(2), 180-187.
- College & University Data Science Degrees. (2019). Recuperado el 8 de julio de 2019, de <http://datascience.community/colleges>
- Committee on Revitalizing Graduate STEM. (2018). The National Academies: The Board on Higher Education and Workforce Committee on Revitalizing Graduate STEM Education for the 21st. Recuperado el abril de 2019, de [https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/pgasite/documents/webpage/pga\\_183158.pdf](https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/pgasite/documents/webpage/pga_183158.pdf)
- Datathon. (2018). Recuperado el 4 de julio de 2019, de <https://www.u-tad.com/quieres-participar-la-competicion-analitica-datos-mas-grande-espana/>
- Economist, T. (2015). Driving the skills agenda: Preparing students for the future. (G. f. education, Ed.) *Economist Intelligence Unit report*, 1-24.
- ElPais. (2018). ¿El fin de las universidades? Recuperado el abril de 2019, de <https://www.msn.com/es-es/dinero/formacion-empleo/%C2%BFel-fin-de-las-universidades/ar-BBTjnLR>
- Garber, A. (2019). Data Science: What the Educated Citizen Needs to Know. *Harvard Data Science Review*. Obtenido de <https://hdr.mitpress.mit.edu/>
- Lowe, J., & Armacost, A. (2012). Introduction to the special issue: Student projects with industry. *INFORMS*, 13(1), 1-100.
- Moore, D. (2001). Undergraduate programs and the future of academic statistics. *American Statistician*, 55(1), 1-6.
- The Business-Higher Education Forum. (2019). Investing in America's Data Science and Analytics Talent: The Case for Action.

University, N. Y. (abril de 2019). Course Descriptions. Obtenido de <https://www.stern.nyu.edu/portal-partners/registrar/course-information/course-descriptions-prerequisites>

Wilder, C., & Ozgur, C. (2015). Business Analytics Curriculum for Undergraduate Majors. *INFORMS Transactions on Education*, 15(2), 180-187.

Wymbs, C. (2016). Managing the Innovation Process: Infusing Data Analytics into the Undergraduate Business Curriculum (Lessons Learned and Next Steps). *Journal of Information Systems Education*, 27(1), 61-74.

Zabalza, M. (2012). Articulación y rediseño curricular: el eterno desafío institucional. *Revista de Docencia Universitaria*, 10(3), 17-48.