

La reingeniería administrativa en una Institución de Educación Superior armonizada por la Industria 4.0: evidencia de la inteligencia de datos

Lya Adlih Oros-Méndez
María Lisseth Flores Cedillo
José Téllez Estrada

Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital. División de Ing. Industrial. San Luis Potosí, México.

Ángel Luis Rodríguez Morales

Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Física Aplicada y Tecnológica Avanzada

Rogel Fernando Retes-Mantilla

Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco.

Resumen

Hoy en día las Instituciones de Educación Superior se suman a los cambios globalizantes: parten de una reingeniería curricular en sus procesos administrativos, adaptando la oferta educativa a las necesidades de un mercado digitalizado y sistematizado que emerge de la Industria 4.0. El objetivo de la presente investigación es describir las tendencias globales relevantes que afectan la administración de las Instituciones de Educación Superior. Ante las tendencias cambiantes producidas por la globalización, se explora el potencial de la Industria 4.0, particularmente mediante la inteligencia de datos o macrodatos (*Big Data* en inglés), al momento de ofrecer y operar un programa de estudios. Contemplamos el caso de estudio del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital (ITSSLP, C) en el estado de San Luis Potosí mediante el proceso de enseñanza-aprendizaje evaluado desde los indicadores de trayectoria escolar del estudiante y eficiencia terminal. La investigación contempla el desarrollo de una técnica exploratoria mediante grupos de enfoques que se realizaron en el ITSSLP, C, así como una técnica analítica para la recolección de información y revisión documental de la literatura. Se siguió un análisis estadístico para revisar la trayectoria escolar mediante las cohortes de eficiencia terminal, bajo la directriz de la inteligencia de datos. Los resultados demuestran que es necesario realizar un proceso de reingeniería de la manera en que se administra y opera la oferta educativa, que garantice la pertinencia y la calidad educativa, mediante la consolidación de los macrodatos, posibilitando así la eficiente toma de decisiones en su procesos académicos y administrativos centrados en la autonomía y en la mejora continua del servicio educativo que se ofrece armonizando con la Industria 4.0.

Palabras clave

Macrodatos, datos inteligentes, *Big Data*, innovaciones tecnológicas, Institución de Educación Superior, reingeniería, Industria 4.0.

Recibido: 13/06/2019

Aceptado: 31/08/2019

Administrative reengineering in a higher education institution harmonized by Industry 4.0: evidence of data intelligence

Keywords

Big Data, Technological Innovations, Institution of Higher Education, Reengineering, Industry 4.0

Abstract

Today the Higher Education Institutions join the globalizing changes, in which they start from a curricular reengineering in their administrative processes, adapted an educational offer to the needs of a digitalized and systematized market emerging from Industry 4.0. Therefore, the objective of this research seeks to describe the relevant global trends that affect the administration of the Higher Education Institutes, exploring the potential of Industry 4.0, particularly through Big Data, in the face of changing trends due to globalization, at the time of offer and operate a study program. We consider the case study of the Higher Technological Institute of San Luis Potosí, Capital (ITSSLP, C) in the State of San Luis Potosí through the teaching-learning process evaluated from the indicators of the student's school trajectory and terminal efficiency. The research contemplates the development of a qualitative technique through groups of approaches that were carried out in the ITSSLP, C as well as an analytical technique for information collection and documentary literature review. In the same way, a statistical analysis was followed for the review of the school trajectory through the terminal efficiency cohorts under the Big Data guideline. The results show that it is necessary to adopt a reengineering process in the way that the educational offer is managed and operated, in which the relevance and educational quality is guaranteed, through the consolidation of Big Data, thus enabling efficient decision making in its academic and administrative processes focused on autonomy and continuous improvement of the educational service offered in harmony with Industry 4.0.

Introducción

El sistema actual de educación superior en México está inmerso en una problemática de identidad. De manera palpable, surge la disputa entre el desdibujamiento de la educación superior como una institución social y de conocimientos que busca formar a ciudadanos y dicha educación como medio de obtención de recursos y de negociación/interacción. En esta disputa la educación superior se tilda de fábrica de competencias públicas, legitimadas por intereses privados mediante procesos tecnológicos y administrativos, tuteladas eficazmente por las exigencias del mercado, en función de una oferta educativa correlacionada con las competencias que se garantizan mediante un atributo y un perfil de egreso.

¿Cómo pueden las Instituciones de Educación Superior responder de manera efectiva y a tiempo a los cambios globales que

afectan el desarrollo de un país y de una localidad? Es posible hablar de una intencionalidad en un modelo educativo superior para atender las necesidades de la industria. Las instituciones, en función de sus diseños curriculares, se enfocan en las necesidades y problemáticas de un sector industrial, mediante herramientas y revoluciones que garanticen la eficiencia en su manera de administrar y operar, como es la tendencia de la Industria 4.0 por medio de uno de sus elementos fundamentales, a saber, los macrodatos o inteligencia de datos (*Big Data* en inglés). Así se adecuaba a las sociedades del conocimiento de hoy.

En consecuencia, las Instituciones de Educación Superior, como elementos formadores, no pueden quedar al margen de este impacto. Se ha de reelaborar el currículo que introduzca este nuevo contenido de la virtualidad para complementar sus procesos formativos, por lo que Pérez (1998) afirma:

El papel de la escuela sería ayudar a formar ciudadanos más cultos, responsables y críticos, ya que el conocimiento (en este caso sobre el potencial y los mecanismos de seducción y concienciación de los *más media* [sic] y las nuevas tecnologías de la comunicación) es una condición necesaria para el ejercicio consciente de la libertad individual y para el desarrollo pleno de la democracia (p. 40).

Lo anterior permite evidenciar la actual función de la educación superior en México, que se está tornando en un objeto, ante la relación clientelar del alumno y la institución. En esta situación, las nuevas instituciones educativas contemplan una estrecha vinculación con el sector laboral, que hoy en día participa de manera activa en el diseño curricular y el contenido de los programas de estudio. Este sector forma parte de un grupo de interés, que incluye las actuales casas acreditadoras, que garantizan la calidad y pertinencia educativa de un programa de estudio y consideran la eficiencia administrativa y de operación de las instituciones.

Previamente, el modelo educativo tradicional contemplaba los espacios disciplinarios bajo el esquema de aulas y muros formativos, caracterizados por un encierro arquitectónico apoyado en el panoptismo de una vigilancia, propiciando lo que Foucault (2012) llamó “sociedades disciplinarias” (Foucault, 2012). Hoy se habla de “sociedades de control”, como lo señala Castells (2002), en las que no es necesario contar con la presencia de dichos muros formativos y donde las ofertas educativas adicionan una modalidad mixta y a distancia, adoptando nuevos formatos de clases y tecnologías destinados a formar profesionistas con competencias específicas que atiendan a las necesidades del mercado y del entorno; una formación que se administra mediante herramientas tecnológicas que ayudan a la reducción operativa de costos y a la oportuna toma de decisiones (Castells, 2002).

El presente artículo tiene como objetivo describir las tendencias globales relevantes que afectan la administración de los institutos de educación superior, explorando el potencial de la Industria 4.0, particularmente a través de los macrodatos, ante las tendencias cambiantes y emergentes que son producto de la globalización. Este escenario confluye con el momento de ofrecer y operar un programa de estudios del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital (ITSSLP,C) en el estado de San Luis Potosí. Esta investigación contribuye, por consiguiente, a la comprensión teórica y conceptual de los macrodatos, en un entorno de educación superior, como herramienta que posibilita una mayor interacción entre sus agentes, mediante su exploración e implementación focalizada en la autonomía y la mejora continua de sus procesos.

Fundamentos teóricos: reingeniería en el contexto de la Industria 4.0

El desarrollo tecnológico ha tenido un impacto importante en los sistemas de manufactura y en la industria. En el año de 1776 apareció la Industria 1.0, caracterizada por ser parte de la Primera Revolución Industrial. En 1913 se ubica la Industria 2.0, que sobresale por la fabricación en serie y la división del trabajo. En 1971 se observa la Industria 3.0, en el que se resalta la inteligencia y la flexibilidad de las máquinas, la automatización y la robótica. Recientemente, en el 2017, la llamada Industria 4.0 cuenta con beneficios relacionados con la integración, la innovación y la autonomía en los procesos, mediante sistemas ciberfísicos e interconectados.

El concepto de Industria 4.0 se gestó en Alemania en 2011, para hacer referencia a una política económica gubernamental basada en estrategias de alta tecnología (Mosconi, 2015). A lo largo de la historia el desarrollo tecnológico ha tenido un impacto importante en los sistemas de manufactura: primero con la máquina de vapor y la mecanización de los procesos, luego con la producción en masa, la automatización y la robótica y, más recientemente, con la que ha sido llamada “Industria 4.0”, considerada como la Cuarta Revolución Industrial, debido a su potencial y a los beneficios relacionados con la integración, la innovación y la autonomía de los procesos.

Estos sistemas conectados –también conocidos como sistemas ciberfísicos– pueden interactuar entre sí, utilizando protocolos estándar basados en la internet, capaces de analizar datos para predecir algún fallo. La Industria 4.0 posibilita recopilar y analizar datos en máquinas, lo que permite una mayor rapidez, flexibilidad y eficiencia (Schuster, Groß, Vossen, Richert y Jeschke, 2015). Al hablar de eficiencia, se contempla una reducción de costos

y un aumento en la productividad laboral. A las Instituciones de Educación Superior les resulta de suma importancia adoptar un modelo educativo que considere la operacionalización de la Industria 4.0, dado que posibilitará formar profesionistas competitivos, con lo que el alumno dejará de ser un usuario pasivo para devenir un usuario capaz de crear conocimiento mediante el aula invertida y la metacognición.

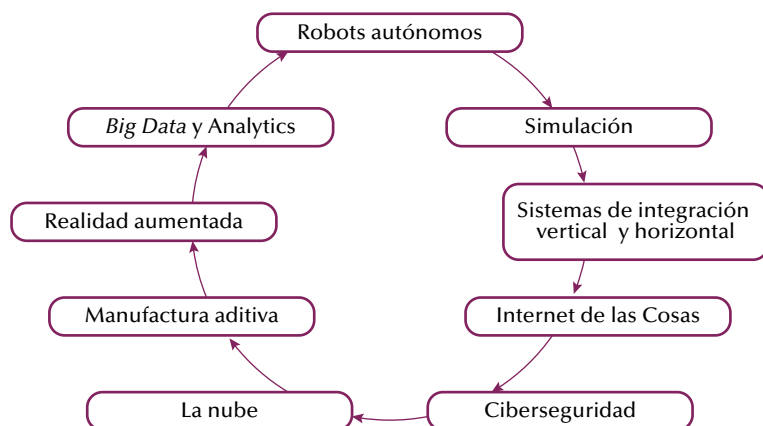
Existen nueve avances tecnológicos que forman parte de la base de la Industria 4.0 (figura 1): robots autónomos, simulación, sistemas de integración vertical y horizontal, Internet de las Cosas, ciberseguridad, la nube, manufactura aditiva, realidad aumentada, inteligencia de datos o macrodatos y *analytics*. Es evidente la correlación que tiene cada uno de los avances en función de la autonomía.

Por todo lo anterior, hablar de la Industria 4.0 lleva a repensar las Instituciones de Educación Superior con respecto a los formatos innovadores de enseñanza que tendrían que emplear para garantizar un aprendizaje significativo –como los cursos virtuales en tiempo real–, lo que posibilita entrar a una era en la que se digitaliza la educación.

La emergencia de los macrodatos

Los macrodatos o inteligencia de datos se reconocen como el conjunto de “activos de información que se caracterizan por su alto volumen, velocidad y variedad, y que demandan soluciones innovadoras y eficientes de procesado para la mejora del conocimiento y la toma de decisiones” (Douglas, 2001) de una manera eficiente y tendenciosa.

Figura 1. Avances tecnológicos de la Industria 4.0.



Fuente: elaboración propia.

Por su parte David Newman (2012) señala que “si bien el *Big Data* hace que las organizaciones sean más inteligentes, el *Open Data* es lo que conseguirá que realmente se obtengan más beneficios en el entorno altamente competitivo en el que nos encontramos” (p. 3). En el caso de las Instituciones de Educación Superior, esto permitiría dar respuesta a las exigencias de un mercado laboral competitivo y a los mismos patrones demográficos que hoy experimenta una sociedad promotora de las tendencias tecnológicas producto de un sistema económico neoliberal (Newman, 2012).

Es necesario resaltar la evolución y la reingeniería que presentan los sistemas de información, que emergieron desde la década de 1960 y se enfocaron en el procesamiento de datos (tabla 1). En las décadas de 1970 y 1980 se caracterizaron por la aplicación de sistemas de información, y en la década de 1990 se hicieron presentes los modelos de soporte a las decisiones. En el año 2000 sobresalió el almacenamiento y la minería de datos, y del periodo de 2010 a la fecha, se encuentra la conceptualización y la operación de la década de los macrodatos (Schuster et al., 2015).

Tabla 1. Evolución de los sistemas de información: *Big Data*

Periodo	Evolución de los sistemas de información	Características
1960	Procesamiento de datos.	La recopilación y manipulación de elementos de datos para producir información significativa.
1970-1980	Aplicaciones de los sistemas de información.	Sistemas de <i>software</i> que permiten a diversos grupos de usuarios utilizar colecciones de información.
1990	Modelos de soporte para la toma de decisiones.	Herramienta de inteligencia de negocios, enfocada en el análisis de los datos de una organización.
2000	Almacenamiento y minería de datos.	Proceso de encontrar correlaciones o patrones entre decenas de campos de grandes bases de datos relacionales.
2010-2019	Década de los macrodatos.	Cantidades masivas de datos que se acumulan con el tiempo. Son difíciles de analizar y de manejar utilizando herramientas comunes de gestión de bases de datos.

Fuente: elaboración propia de los autores.

Es necesario que se considere que la administración pública no es una variable independiente, sino una variable totalmente dependiente de factores como la economía, la política, la tecnología y la evolución de la sociedad (Chaudhuri, Dayal, y Narasayya, 2011). Por tal motivo, es imprescindible que la administración pública se nutra del entorno global y competitivo para realizar una planificación a largo plazo de las actividades de las Instituciones de Educación Superior públicas.

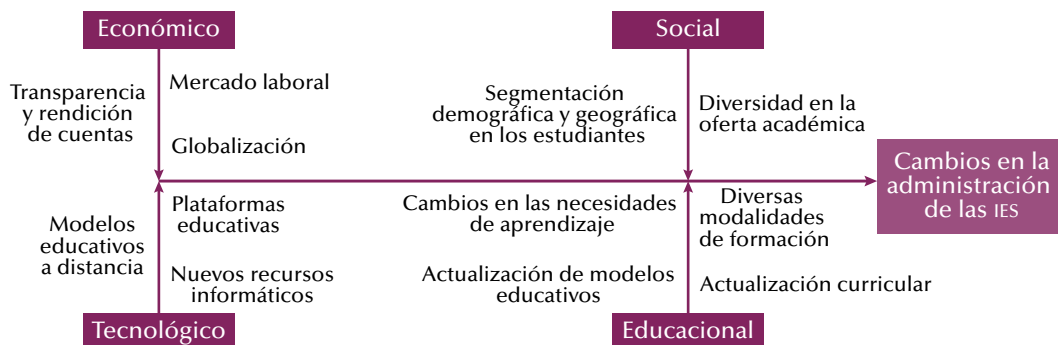
Oportunidades de los macrodatos en el contexto de las Instituciones de Educación Superior

Hoy las Instituciones de Educación Superior (IES) experimentan diversos cambios y ajustes en su operación, entre ellos, el presupuesto y la sistematización. La mejora continua en los procesos institucionales buscan adaptarse y sistematizarse en atención a las necesidades del entorno y la región (Johnson, 2014), las cuales se presentan en la figura 2. En esta figura se esquematiza la variable social, que contempla una diversidad de ofertas educativas, y una segmentación demográfica y geográfica de los posibles estudiantes a los que les interesa captar. Se incluye una variable económica, la cual contempla un sistema económico promotor de la globalización, en función de una necesidad del mercado laboral. También se presenta una variable tecnológica, que integra condiciones de nuevas plataformas educativas, recursos informáticos y reestructuración en los actuales modelos educativos que se están caracterizando por modelos educativos a distancia. La variable educacional contempla cambios en las necesidades de aprendizaje, actualización de modelos educativos, actualización curricular, así como entender y ofrecer diversas modalidades de formación.

Actualmente, una gran cantidad de organizaciones están utilizando datos para la efectiva toma de decisiones sobre sus directrices estratégicas y operativas. Esto lo están haciendo con base en el almacenamiento de datos que emerge desde la década de 1990 y contemplando las “cuatro Vs” (volumen, velocidad, variedad y veracidad) como soporte oportuno para decidir (tabla 2). Las cuatro Vs se presentan desde un contexto educativo:

- ▶ **Volumen:** una gran cantidad de información sobre los estudiantes, registros y trayectoria escolar, posibilita que las Instituciones de Educación Superior cuenten con la in-

Figura 2. Variables actuales y tendencias que generan cambios en la administración de las IES.



Fuente: elaboración propia de los autores.

Tabla 2. Presentación de las cuatro Vs concebidas desde el ámbito de las IES.

Características de los macrodatos en un contexto educativo	Implicaciones
Volumen	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de datos por alumnos • Estadísticos de trayectoria escolar • Bases de datos académicas • Centros de información • Biblioteca digital • Plataformas educativas • Repositorios <i>web</i>
Velocidad	<ul style="list-style-type: none"> • Páginas <i>web</i> institucionales • Redes sociales • Intranet para la operación de procesos institucionales
Variedad	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de reportes • Estadísticos • Aplicaciones distribuidas
Veracidad	<ul style="list-style-type: none"> • Pertinencia de los procesos administrativos • Pertinencia en la oferta educativa.

Fuente: elaboración propia de los autores.

formación necesaria para realizar un análisis detallado y atender líneas de investigación educativa. De igual manera, hoy cada institución ofrece diversos servicios en los que predomina el volumen de datos, como los centros de información, bibliotecas digitales, repositorios digitales, y plataformas educativas.

- ▶ **Velocidad:** los datos de la oferta en la educación superior pueden ser transformadores, es decir, que pueden alterar los procesos existentes para la administración, la enseñanza, el aprendizaje y el trabajo académico (Oblinger, 2012). Actualmente, cada institución cuenta con páginas *web* institucionales vinculadas con sus diversos segmentos de mercado a través de la comunicación interactiva, entre ellas las redes sociales. De igual manera, es de lo más común que cada institución tenga su propia intranet para suministrar y administrar diversos procesos institucionales.
- ▶ **Variedad:** la diversidad de la información que concentra una Institución de Educación Superior por programa educativo y cohorte generacional es incontable respecto a los estadísticos que emanan de dicha información, así como de la generación continua de reportes y estadísticos que se emiten periódicamente.
- ▶ **Veracidad:** gran parte de la información en una institución se convierte en insumos e incluyen desde la participación de los proveedores y clientes hasta aquellos a quienes continuamente se les está alimentando con información respecto a la oferta educativa, los indicadores institucio-

nales, las bases de datos, espacios de consulta, reportes estadísticos, entre otros. Es, por tanto, necesario contar con información oportuna y veraz, evitando así los sesgos e incertidumbres.

La inteligencia de datos o macrodatos pueden proporcionar a las Instituciones de Educación Superior a cargo de la administración las herramientas predictivas que necesitan para mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes (Gamage, 2016) y las maneras en que los programas académicos cumplen con los estándares de calidad. Dicha herramienta soporta el diseño y el rediseño curricular en los planes y programas de estudio, recolectando datos respecto a todos los criterios e indicadores que contribuyen a la mejora continua del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes (Marco de referencia 2018 del CACEI en el contexto internacional, 2017), dando como resultado planes y programas de estudio personalizados y promoviendo un aprendizaje eficiente (Daniel, 2015).

Entre los múltiples beneficios que presentan los macrodatos, se encuentra la información de soporte que permite apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. Por ejemplo, el poder contar con métricas y estadísticos en tiempo real de la trayectoria escolar que posibilitaría una oportunidad para los investigadores y académicos para analizar esa información y tomar decisiones pertinentes, evitando así un alto índice de reprobación y deserción escolares. De igual manera, al realizar un análisis retrospectivo de los datos de los estudiantes, se puede crear un modelo predictivo para examinar a los que están en riesgo y generar intervenciones oportunas que permitan contrarrestar dichas condiciones. Esto permite que los académicos adapten y personalicen tanto las didácticas como su práctica docente, e incluso que canalicen al estudiante a un programa eficiente de tutorías (Baer y Campbell, 2011; Oblinger, 2012).

Materiales y métodos

Con este trabajo se pretende mostrar en qué medida la implementación de las tecnologías 4.0, propiamente la inteligencia de datos, ha contribuido a mejorar las Instituciones de Educación Superior. Desde este planteamiento surge el problema de investigación al que se ha de dar respuesta con este trabajo, cuyo objetivo general es explorar las posibilidades de mejora en la gestión académica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí ubicado en el estado de San Luis Potosí, por medio de los macrodatos, en dos etapas. Para ello, se utilizó un estudio descriptivo con la intención de contextualizar el objeto de estudio y contrastar los hallazgos y enfoques metodológicos utilizados.

En la primera etapa, se seleccionó una técnica exploratoria de discusiones de grupos focales (FGDs, por sus siglas en inglés), así como una técnica documental y analítica por medio de la recolección de información y la revisión sistemática de literatura. En la segunda etapa, se siguió un análisis estadístico para revisar la trayectoria escolar mediante las cohortes de eficiencia terminal, como un claro ejemplo de indicadores institucionales administrados desde la directriz de los macrodatos.

Primeramente, para contextualizar el objeto de estudio y contrastar los hallazgos y enfoques metodológicos utilizados, se seleccionó una técnica exploratoria de discusiones de grupos focales, la cual se realizó en el Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital. Este instituto cuenta con una oferta educativa de cuatro programas educativos: Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Administración; y con una matrícula de 1800 alumnos en modalidad escolarizada y mixta. Lo conforma una plantilla de 87 docentes y 69 integrantes del personal administrativo y directivo.

La técnica exploratoria de las discusiones de grupos focales contempla una serie de discusiones guiadas acerca de temas específicos con un grupo homogéneo y selecto. Se realizó en dos etapas FGDs [F1 y F2] a ocho personas a cargo de los procesos académicos que contempla la inteligencia de datos [P1, P2, P3], cuyos detalles se exponen en el tabla 3. Esta técnica permite evidenciar los procesos institucionales de manera correlacional entre la conceptualización y la implementación de los macrodatos. En esta técnica cualitativa se otorgó un consentimiento de la información derivada por parte de la institución, por lo que la confidencialidad de la IES está garantizada.

La “guía de discusión” utilizada por los grupos focales se centró en cuatro ítems: volumen o cantidad de bases de datos que se tiene por estudiante y trayectoria escolar; velocidad o capacidad de emisión de respuesta por medio de la plataforma *web* institucional “ITCAP Web”, “Moodle” y página *web* institucional; variedad o sistematización de procedimientos que alimentan el proceso de enseñanza-aprendizaje; y veracidad o confiabilidad en la sistematización de los procesos.

Tabla 3. Distribución y codificación de los grupos focales (FGD) participantes (n = 8).

Grupo focal	Los participantes	Código
F1	Personal administrativo que da seguimiento a procesos académicos institucionales = 5.	[F1P1]...[F1P5]
F2	Personal directivo que dirige y evalúa los procesos académicos institucionales = 3.	[F2P1]...[F2P3]

Fuente: elaboración propia, basada en los datos obtenidos del estudio.

Asimismo, se siguió un análisis estadístico para revisar la trayectoria escolar de los alumnos mediante las cohortes de eficiencia terminal. De los datos reunidos por el sistema se extrajo el total histórico hacia atrás de 10 cohortes que deben estar tituladas, es decir, cohortes que en un lapso estimado por la misma institución debieron concluir un ciclo completo o eficiencia terminal, que se describe de la siguiente manera: inscripción, conclusión de estudios académicos y obtención de título y cédula profesional. Extraídos bajo estos criterios, se procedió a analizar los datos, presentando únicamente los porcentajes con el propósito de no infringir la confidencialidad de los involucrados.

Resultados de la primera etapa: discusiones de grupos focales

En la tabla 4 se presentan los principales resultados inductivos interactivos del análisis temático de los dos grupos focales, contemplando 4 ítems principales que corresponden a las cuatro Vs consideradas por la inteligencia de datos, identificadas en la IES entrevistada: volumen, velocidad, variedad y veracidad.

Tabla 4. Resultados de los dos grupos focales de discusión.

Tema	Resultados	Ejemplo (citas de FGDs)
Volumen	Actualmente, la IES maneja un volumen considerable en las bases de datos de cada estudiante, que incluye información de toda su trayectoria académica, como avance reticular, calificaciones, información demográfica y curso en línea a través del Moodle, principalmente.	[F1P3]: “La intranet que manejamos soporta y le da seguimiento a todo el proceso de enseñanza-aprendizaje de nuestros estudiantes, en ella resguardamos el registro de evaluaciones, y todo aquel registro que permita demostrar que el alumno dio cumplimiento a su mapa curricular, hasta que lo titulamos y le damos seguimiento con respecto a su desempeño laboral que tiene con la industria”.
Velocidad	Se cuenta con una página <i>web</i> institucional como soporte a la oferta académica [http://www.tecsuperiorslp.edu.mx/] y con un servicio de comunicación que se le ofrece a cualquier ciudadano, para lo cual es fundamental dar respuesta inmediata y oportuna con la información que presenta la página. También se maneja una intranet denominada “ITCAP Web”, que administra procesos internos de la IES entre el personal directivo, administrativo y docente. Los cursos se gestionan mediante una plataforma de nombre “Moodle”, que administra un servidor institucional que otorga respuesta inmediata a estudiantes y académicos.	[F2P1]: “El Moodle me permite complementar mis clases con una plataforma en la que propicio el aula invertida con mis alumnos, mediante diversos objetos de aprendizaje, entre ellos foros, exámenes en línea, etc.”.

Tabla 4. (continuación).

Tema	Resultados	Ejemplo (citas de FGDs)
Variedad	El cúmulo de información que se resguarda en el servidor institucional y que se administra por medio de los procesos académicos institucionales sistematizados son los siguientes: tutorías, asesorías, evaluación del aprendizaje, gestión del curso, actividades complementarias, residencias profesionales, servicio social, ocupación de aulas, generación y consulta de índices de reprobación y deserción.	[F1P5]: “En el ITCAP Web puedo registrar las calificaciones de mi curso, así como puedo darle seguimiento a mi avance programado de cada materia, aparte puedo consultar la normativa institucional”.
Veracidad	Se considera que la información registrada y proporcionada en la plataforma web institucional ITCAP Web, en la página web y en Moodle, es totalmente confiable e institucional. El personal directivo y el Departamento de Tecnologías de Información (TI) de la IES la revisa continuamente.	[F2P2]: “Cuando quiero consultar mis calificaciones, me meto a la plataforma a checarlas”.

Fuente: elaboración propia, basada en los datos obtenidos del estudio.

Segunda etapa: análisis estadístico

Una de las ventajas de la inteligencia de datos es que la información numérica recabada se puede analizar estadísticamente. En la tabla 5 se concentran los resultados generales por cohorte generacional a partir del año 2003 y hasta el 2013 en la IES entrevistada. Esta tabla apunta en valores porcentuales la eficiencia

Tabla 5. Resultados generales por cohorte.

Cohorte	Eficiencia de egreso	Eficiencia de titulación	% de egresados titulados
2003	39.6%	27.1%	68.4%
2004	42.7%	31.6%	74.0%
2005	27.0%	15.7%	58.2%
2006	33.7%	19.3%	57.1%
2007	40.7%	16.6%	40.8%
2008	47.8%	26.6%	55.7%
2009	40.2%	18.8%	46.8%
2010	45.6%	16.9%	37.0%
2011	51.4%	17.9%	34.8%
2012	58.6%	22.9%	39.1%
2013	56.0%	15.0%	26.8%

Fuente: elaboración propia, con datos del Departamento de Servicios Escolares ITSSLP, C.

de egreso, la eficiencia en la titulación y el valor porcentual de egresados titulados.

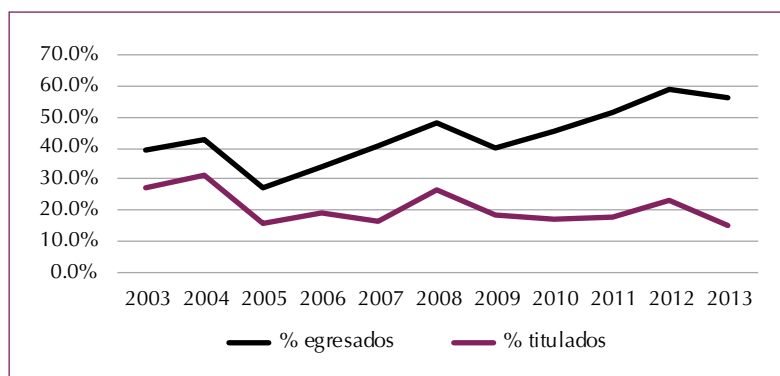
La información se presenta hasta el año 2013, debido a que en esta IES se ha establecido que un alumno que ingresa obtenga su título y cédula profesional al cabo de seis años. El corte para los datos es del 28 de febrero de 2019.

Esta tabla indica la eficiencia de egreso de cada cohorte, lo que se traduce en el porcentaje de alumnos que ingresaron y concluyeron sus créditos académicos; también señala la eficiencia de titulación, lo que indica claramente el porcentaje de alumnos que ingresaron, concluyeron sus créditos académicos y obtuvieron una cédula con efectos de patente para ejercer profesionalmente el grado académico alcanzado. Por último, indica el porcentaje de alumnos egresados titulados, dato que convierte en total la cantidad de alumnos por cohorte que concluyeron sus créditos académicos y después señala el valor en porcentaje de los que han obtenido su cédula con efectos de patente. Esto deja ver claramente que no todos los alumnos que concluyen sus créditos académicos obtienen un título y una cédula profesional.

Esta sencilla tabla resume un gran volumen de información contenida en los macrodatos de esta IES; sin embargo, puesto que las organizaciones utilizan los datos para la efectiva toma de decisiones –como fue señalado con anterioridad– y para facilitar dicha toma de decisiones, decidimos representar gráficamente los datos resumidos de la tabla 5, mismos que se pueden visualizar de manera más sencilla en la gráfica 1.

En la gráfica es muy fácil observar que a lo largo del tiempo se ha logrado un porcentaje ascendente de alumnos egresados por cohorte; sin embargo, en el mismo periodo no se presenta evidencia de que los estudiantes obtengan su título y cédula profesional. Según datos del INEGI, 16% de la población de 15 años y más

Gráfica 1. Eficiencia de egreso y de titulación por cohorte.



Fuente: elaboración propia, con datos del Departamento de Servicios Escolares del ITSSLP, C.

tiene algún grado aprobado en educación superior, por lo que los resultados de la IES entrevistada no aportan nada relevante a este indicador nacional, lo cual la convierte en una IES promedio, y como se señalará más adelante, por tendencia se presume que pronto será una carga negativa para dicho indicador.

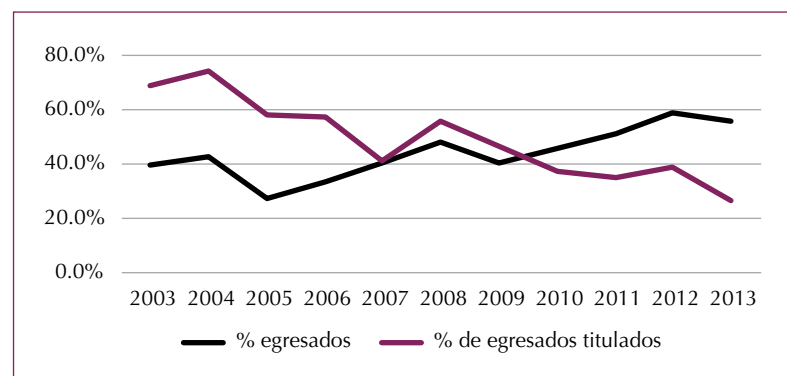
Una manera diferente pero más dramática de observar estos resultados se presenta en la gráfica 2, en donde se compara la eficiencia de egreso en porcentaje contra el porcentaje de egresados titulados.

En la gráfica 2, al igual que en la gráfica 1, se observa claramente el incremento en el porcentaje de egresados; sin embargo, aquí ese porcentaje se convierte en un 100% de egresados, para entonces obtener el porcentaje de egresados titulados. Es aquí donde se aprecia de manera inequívoca que, a pesar de que al andar el tiempo se tiene una mayor cantidad de alumnos que concluyen sus créditos académicos, cada vez son menos los egresados que obtienen el título y la cédula con efectos de patente para ejercer profesionalmente los estudios que concluyeron en la IES.

Discusión

Mediante la evidencia recolectada en esta investigación, se puede constatar la relevancia y la trascendencia que hoy tienen los sistemas informáticos como apoyo al servicio educativo al generar y analizar oportuna información para la toma de decisiones. La reingeniería emerge desde un modelo educativo que contempla y se adapta a las exigencias de la Industria 4.0 y, particularmente, en la presente investigación demuestra, mediante un estudio de caso, la necesidad actual que tienen las Instituciones de Educación Superior de adoptar los macrodatos para su proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo así replantear la manera

Gráfica 2. Eficiencia de egreso vs egresados titulados por cohorte.



Fuente: elaboración propia, con datos del Departamento de Servicios Escolares del ITSSLP, C.

de instruir y formar a los estudiantes, así como de dar seguimiento oportuno y administrativo a sus procesos académicos.

Partiendo de las discusiones de grupos focales, y bajo la dirección de los macrodatos, el presente estudio proporciona una panorámica respecto a la necesidad que actualmente cubre el sistema informático del ITCAP Web como medio de acercamiento, interacción y seguimiento al proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre los principales procesos están los siguientes: gestión del curso, actividades complementarias, residencias profesionales, servicio social, ocupación de aulas, seguimiento a la puntualidad y asistencia del personal directivo y administrativo; además de generar reportes de desarrollo académico, desarrollo de personal, recursos financieros, servicios escolares, índices de reprobación y vinculación. Lo anterior permite dar seguimiento e interactuar de manera sistematizada con estudiantes, académicos y personal administrativo de manera oportuna. En las ilustraciones 1 y 2 se puede observar una carátula de la presentación del sistema ITCAP Web. En los apartados “Sistemas” y “Reportes”, se identifican algunos de los procesos académicos y administrativos ya señalados, los cuales se gestionan desde la intranet.

De igual manera, con la generación y la consulta del ITCAP Web de los índices de reprobación, tanto el personal académico como directivo pueden predecir el comportamiento y la trayectoria escolar, posibilitando la canalización del estudiante de manera oportuna al programa o departamento que le compete.

Ahora bien, recurrimos a dos métodos estadísticos que permiten predecir los posibles resultados proyectándonos a cinco

Ilustración 1. Presentación del sistema ITCAP Web, apartado “Sistemas”.



Fuente: Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital.

Ilustración 2. Presentación del sistema ITCAP Web, apartado “Reportes”.



Fuente: Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital.

años a futuro del corte actual. Con estos métodos se generó nueva información estadística de análisis. En la tabla 6 se muestran las predicciones calculadas con análisis de regresión lineal simple para los años de 2014 a 2018.

En la gráfica 3 se integraron las predicciones de la tabla 6 a los datos de la tabla 5 para obtener una gráfica uniforme y visualizar los posibles resultados futuros.

En la tabla 7 se muestran los pronósticos estimados con análisis de tendencia lineal para series de tiempo, para los años 2014-2018.

En la gráfica 4 se integraron los pronósticos de la tabla 7 a los datos de la tabla 5, para obtener una gráfica uniforme y analizar los posibles resultados futuros.

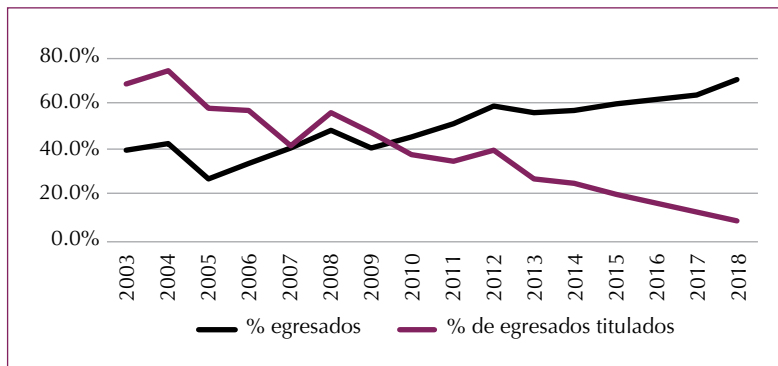
Los resultados obtenidos por ambos métodos estadísticos son muy similares y ambos posibles resultados pueden considerarse ne-

Tabla 6. Predicciones calculadas con análisis de regresión lineal simple.

Cohorte	Eficiencia de egreso	Eficiencia de titulación	% de egresados titulados
2014	57.1%	15.8%	24.3%
2015	59.4%	15.0%	20.2%
2016	61.6%	14.1%	16.1%
2017	63.8%	13.3%	12.0%
2018	70.0%	12.5%	7.9%

Fuente: elaboración propia, con datos del Departamento de Servicios Escolares ITSSLP, C.

Gráfica 3. Predicción por regresión lineal de eficiencia de egreso vs egresados titulados por cohorte.



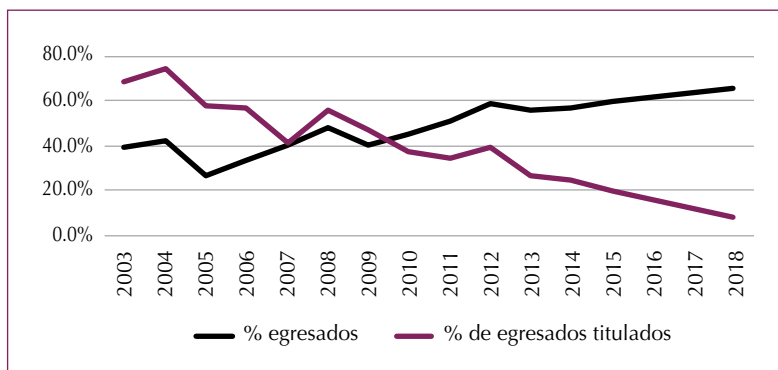
Fuente: elaboración propia de los autores.

Tabla 7. Pronósticos estimados con análisis de tendencia lineal para series de tiempo.

Cohorte	Eficiencia de egreso	Eficiencia de titulación	% de egresados titulados
2014	57.1 %	15.8 %	24.3 %
2015	59.4 %	15.0 %	20.2 %
2016	61.6 %	14.1 %	16.1 %
2017	63.8 %	13.3 %	12.0 %
2018	66.0 %	12.5 %	7.9 %

Fuente: elaboración propia, con datos del Departamento de Servicios Escolares ITSSLP, C.

Gráfica 4. Proyección de tendencia de eficiencia de egreso vs egresados titulados por cohorte.



Fuente: elaboración propia de los autores.

gativos para esta IES que fue entrevistada. Así, después de analizar a detalle las gráficas 3 y 4, se vuelve imperativo revisar el plan institucional de esta IES y, en lugar de profundizar en el costo por estudiante titulado –puesto que no tener título es como si no hubiese estudiado– y involucrarse en temas macroeconómicos y sociales, se debe evaluar la planeación estratégica y la posibilidad de reformularla.

Conclusiones

Es necesario que las Instituciones de Educación Superior adopten un proceso de reingeniería respecto de la manera en que administran y operan su oferta educativa. Es necesario que busquen garantizar la pertinencia y la calidad educativa por medio de la consolidación de la inteligencia de datos o macrodatos (*Big Data*) contemplada en las cuatro Vs (volumen, velocidad, variedad y veracidad), posibilitando así la eficiente toma de decisiones en su procesos académicos y administrativos. Esto propiciará la eficiente administración de sus recursos y les permitirá atender las exigencias de un mercado laboral que demanda que las instituciones de educación se adecuen al entorno de una Industria 4.0.

Son múltiples los beneficios que actualmente presenta la Cuarta Revolución Industrial, en la que imperan los robots autónomos, la simulación, los sistemas de integración vertical y horizontal, la Internet de las Cosas, la ciberseguridad, la nube, la manufactura aditiva, la realidad aumentada y la inteligencia de datos (Rüßmann et al., 2015). Por consiguiente, las Instituciones de Educación Superior que son administradas públicamente están adoptando en sus procesos una digitalización educativa, posibilitando que el estudiante pueda adquirir un aprendizaje significativo y competitivo, mediante la eficiente toma de decisiones basada en la sistematización de los procesos académico-administrativos.

Dado que la inteligencia de datos implica por sí misma el manejo de grandes volúmenes de información, el uso de una plataforma digital intuitiva en un sistema de educación superior para interactuar con sus agentes se vuelve indispensable para cualquier Institución cuyo modelo educativo vaya encaminado hacia la Industria 4.0. Pero, además, es igualmente imprescindible y pertinente la incorporación de los macrodatos para analizar y presentar todo el volumen de la información que sus agentes generan y así tomar mejores decisiones de reingeniería institucional con base en interpretaciones claramente sustentadas y procurando la mejora continua de los procesos académicos.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Baer, L., y Campbell, J. (2011). *Game changers: Education and information technologies*. Washington, D.C.: EDUCAUSE Association.
- Castells, M. (2002). La era de la información. Economía, sociedad y cultura. *La sociedad Red*, 1, 18.
- Chaudhuri, S., Dayal, U., y Narasayya, V. (2011). An Overview of Business Intelligence Technology. *Commun. ACM*, 54(8), 88-98. doi.org/10.1145/1978542.1978562
- Daniel, B. (2015). Big Data and analytics in higher education: Opportunities and challenges. *British Journal of Educational Technology*, 46(5), 904-920. doi.org/10.1111/bjet.12230
- Douglas, L. (2001). 3D data management: Controlling data volume, velocity and variety. Recuperado de: <http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>.
- Foucault, M. (2012). *Vigilar y castigar: nacimiento de la prisión*. Buenos Aires, AR: Siglo Veintiuno.
- Gamage, P. (2016). Big Data: Are Accounting Educators Ready? *Journal of Accounting and Management Information Systems*, 15(3), 588-604. Recuperado de https://econpapers.repec.org/article/amijournal/v_3a15_3ay_3a2016_3ai_3a3_3ap_3a588-604.htm
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/comotu/>
- Johnson, L. (2014). *The NMC horizon report: 2014 higher education edition*. Washington, DC: EDUCAUSE Association. Recuperado de <http://cdn.nmc.org/media/2014-nmc-horizon-report-he-EN-SC.pdf>
- CACEI/COPAES (2018). *Marco de referencia 2018 del CACEI en el contexto internacional*. Disponible en: http://www.cacei.org/docs/marco_ing_2018.pdf
- Mosconi, F. (2015). *The New European Industrial Policy. Global competitiveness and the manufacturing renaissance* (pp. 367-369). Londres, RU: Routledge. Recuperado de <https://ideas.repec.org/a/mul/j0hje1/doi10.1430-84080y2016i2p367-369.html>
- Newman, D. (2012). *Open for Business: Learn to Profit by Open Data*. Recuperado de <https://www.gartner.com/en/documents/1947015-open-for-business-learn-to-profit-by-open-data>
- Oblinger, D. (2012). *Game Changers: Education and Information Technologies*. Washington, DC: EDUCAUSE Association.
- Oblinger, D. (2012). Let's Talk ... Analytics. Recuperado 12 de junio de 2019, de <https://er.educause.edu/articles/2012/7/lets-talk--analytics>
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., y Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing*. 20. Munich: The Boston Consulting Group. Recuperado de <https://www.zvw.de/media/media.72e472fb-1698-4a15-8858-344351c8902f.original.pdf>
- Schuster, K., Groß, K., Vossen, R., Richert, A., y Jeschke, S. (2015). Preparing for Industry 4.0 – Collaborative Virtual Learning Environments in Engineering Education. Conferencia: The International Conference on E-Learning in the Workplace 2015, junio 12-15, Nueva York. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/279243225_Preparing_for_Industry_40_-_Collaborative_Virtual_Learning_Environments_in_Engineering_Education/link/5591314a08ae47a3490f0c62/download