Estrategias de mejoramiento
continuo en la gestión
académica e investigativa
universitaria, utilizando
técnicas de

MINERÍA DE DATOS

Autores:

Ciro Diego Radicelli García
Gonzalo Nicolay Samaniego Erazo
Vicente Eduardo Benítez Pérez
Edinson Patricio Palacios Trujillo
Omar Patricio Flor Mora

GCPI Unach

Estrategias de mejoramiento
continuo en la gestión
académica e investigativa
universitaria, utilizando
técnicas de

MINERÍA DE DATOS

Editores

PhD. Ciro Radicelli García

PhD. Nicolay Samaniego Erazo

GCPI Unach

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

Rector

Ph.D. Gonzalo Nicolay Samaniego Erazo

Vicerrectora Académica

Ph.D. Lida Mercedes Barba Maggi

Vicerrector de Investigación, Vinculación y Posgrado

Ph.D. Luis Alberto Tuaza Castro

Vicerrectora Administrativa

Ph.D. Yolanda Elizabeth Salazar Granizo

Comité Editorial:

Presidente: Ph.D. Luis Alberto Tuaza Castro

Secretaria: Mag. Sandra Zúñiga Donoso

Miembros: Ph.D. Anita Ríos Rivera; Ph.D. Víctor Julio García; Ph.D. Gerardo Nieves Loja; Ph.D. Carmen Varguillas Carmona; Ph.D. Cristhy Jiménez Granizo; Ph.D. Pablo Djabayan Djibeyan; Ph.D. Magda Cejas Martínez; Ph.D. Cristian Naranjo Navas.

Título de la obra: ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO CONTINUO EN LA GESTIÓN ACADÉMICA E INVESTIGATIVA UNIVERSITARIA, UTILIZANDO TÉCNICAS DE MINERÍA DE DATOS.

Nombres de los autores: Ciro Diego Radicelli García; Gonzalo Nicolay Samaniego Erazo; Vicente Eduardo Benítez Pérez; Edinson Patricio Palacios Trujillo; Omar Patricio Flor Mora; Riobamba, 2021.

Ediciones: Universidad Nacional de Chimborazo (Unach)

Diseño Gráfico: Unach

Primera edición – julio 2021

Riobamba - Ecuador

Derechos reservados. Se prohíbe la reproducción de esta obra por cualquier medio impreso, reprográfico o electrónico. El contenido, uso de fotografías, gráficos, cuadros, tablas y referencias es de exclusiva responsabilidad de los autores.

ISBN: 978-9942-835-50-5

ISBN: 978-9942-835-51-2 (DIGITAL)

Registro Biblioteca Nacional

Depósito legal: 060190

DOI: <https://doi.org/10.37135/u.editorial.05.33>

Estrategias de mejoramiento
continuo en la gestión
académica e investigativa
universitaria, utilizando
técnicas de

MINERÍA DE DATOS

Filiación autora:

Ciro Diego Radicelli García
Universidad Nacional de Chimborazo
cradicelli@unach.edu.ec

Gonzalo Nicolay Samaniego Erazo
Universidad Nacional de Chimborazo
nsamaniego@unach.edu.ec

Vicente Eduardo Benítez Pérez
Universidad Nacional de Chimborazo
vbenitez@unach.edu.ec

Edinson Patricio Palacios Trujillo
Universidad Nacional de Chimborazo
eppalacios@unach.edu.ec

Omar Patricio Flor Mora
Universidad Nacional de Chimborazo
oflor@unach.edu.ec

GCPI Unach

ÍNDICE

PRÓLOGO	7
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO 1.....	11
CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL ECUADOR .	11
CAPÍTULO 2.....	17
MINERÍA DE DATOS EN LA EDUCACIÓN.....	17
2.1. Metodologías para el desarrollo de proyectos de minería de datos	20
2.1.1. Proceso KDD	20
2.1.2. Metodología SEMMA	23
2.1.3. Metodología CRISP-DM.....	23
2.2. Calidad de datos	33
2.3. Integración de datos	35
CAPÍTULO 3.....	37
LA INVESTIGACIÓN Y LA ACADEMIA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR.....	37
3.1. Gestión de actividades de investigación.....	51
3.2. Gestión de divulgación científica	55
3.3. Diagnóstico situacional.....	67
ANEXOS	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85

PRÓLOGO

“La ciencia no sabe de países, porque el conocimiento le pertenece a la humanidad y es la antorcha que ilumina el mundo. La ciencia es el alma de la prosperidad de las naciones y la fuente de todo progreso”

Louis Pasteur

Siempre será un honor y un orgullo, ver plasmado en un documento académico de rigor científico, como un libro, los aportes investigativos que no solo sirven para nuestra alma máter, sino que pueden servir de base para que otras universidades fraternas puedan utilizarlo. La ciencia es para difundirla y que mejor si esta difusión sirve para solucionar los problemas que atañen a nuestra sociedad.

En este sentido, indudablemente el proyecto del cual se desprendió esta obra es de interés científico, debido a que, en este caso específico se plantearon estrategias de mejora para los sectores académicos y de investigación de la Universidad Nacional de Chimborazo (Unach), sin embargo, el estudio podría extenderse para plantear recomendaciones de la gestión en base a los criterios de evaluación, propuestos por el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES) como son: organización, vinculación con la sociedad y recursos e infraestructura, lo cual propendería a la calidad de la educación superior. Por estas razones, el proyecto base planteado, está enfocado en los dos ámbitos anteriormente descritos (academia e investigación), que bien podría extenderse a otros campos del quehacer educativo universitario, con lo cual, se esperaría que al contar con datos que permitan tomar decisiones adecuadas por parte de los directivos de las universidades, estas puedan llegar a obtener altos puntajes en los procesos de recategorización

institucional, realizados a las Instituciones de Educación Superior (IES en adelante).

En este sentido, la idea es que esta obra sirva de base para que dicho estudio pueda replicarse en otras instituciones educativas, debido a que, el modelo de evaluación institucional de universidades y escuelas politécnicas, aplica los mismos parámetros de medición en todas las IES; por tanto, este estudio podría convertirse en un proyecto piloto por ejemplo, si hablamos de las universidades que conforman la zona 3. Entendiéndose por zona a la división administrativa dictaminada por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (Senplades), que comprende las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Pastaza y Tungurahua, en donde existen universidades tales como: la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Espoch), la Universidad Nacional de Chimborazo (Unach), la Universidad Estatal Amazónica (UEA), la Universidad Técnica de Ambato (UTA), la Universidad Regional Autónoma de los Andes (Uniandes), y la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato (PUCESA).

Además de lo mencionado anteriormente, se podría considerar como beneficiarios a la ciudadanía en general, debido a que al contar con las IES que cumplan con parámetros de calidad, la educación superior ecuatoriana, podría competir de manera más equitativa con instituciones educativas internacionales de excelencia.

INTRODUCCIÓN

“La ciencia más útil es aquella cuyo fruto es el más comunicable”

Leonardo Da Vinci

El libro estrategias de mejoramiento continuo en la gestión académica e investigativa universitaria, utilizando técnicas de minería de datos, presenta estrategias para innovar la gestión de la educación superior en general, y en el caso de esta investigación de la Unach en particular, para lo cual se realizó un proceso de selección, limpieza de datos, reducción de datos, minería de datos, y finalmente interpretación de dichos datos de los sistemas académico (SICOA) y de investigación (SCCITYS), esto con el objetivo de obtener información adecuada, que les permita a los entes directivos universitarios tomar las mejores decisiones en cuanto al mejoramiento continuo del aspecto académico e investigativo. Para esto se construyeron los informes pertinentes que abarcaron todas las variables existentes para los sectores de la academia e investigación de la Unach, utilizando la herramienta Power BI, y las técnicas de minería de datos existentes para el ámbito educativo.

Para cumplir el objetivo descrito, esta obra se divide en tres capítulos, el primero de ellos hace énfasis a los procesos de evaluación de la educación superior, por parte de los organismos del Estado ecuatoriano encargados de ello, a fin de propender a la calidad de las IES. Por su parte, en el capítulo segundo se detallan los procesos de minería de datos en general y los de minería de datos aplicados a la educación en particular, en este sentido se describen las metodologías más usadas para el desarrollo de proyectos de minería de datos, para este caso particular se utilizó la metodología

CRISP-DM. En el capítulo tercero se habla de la investigación en la educación superior y de los diversos criterios utilizados a la hora de evaluar, tanto la academia como la investigación.

CAPÍTULO 1

CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL ECUADOR

“Calidad significa hacer lo correcto cuando nadie está mirando”

Henry Ford

Tal como señala la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES, 2016) en sus artículos 3, 9 y 107 respectivamente; la educación superior “constituye un derecho de las personas y el bien público social...”, además que “es condición indispensable para la construcción del derecho del buen vivir, en el marco de la interculturalidad, del respeto a la diversidad y la convivencia armónica con la naturaleza”, debiendo “responder a las expectativas y necesidades de la sociedad, la planificación nacional..., a la prospectiva de desarrollo científico, humanístico y tecnológico mundial, y a la diversidad cultural”. De allí que la globalización incide en el sistema educativo en general y en el superior en particular, proponiendo constantemente desafíos que crean a la vez oportunidades para la formación de las sociedades del siglo XXI.

En este sentido, uno de los desafíos que tienen las IES, es contribuir a solucionar los problemas de la sociedad, por lo que se necesita que todos los componentes asociados a la educación superior sean adecuados y de calidad, de tal manera que incidan positivamente en la formación profesional. Y justamente la necesidad de dotar de calidad a las IES, ha hecho que el gobierno del Ecuador cree políticas públicas que potencien la excelencia, pertinencia, transmisión del conocimiento y desarrollo del pensamiento en pos de una universidad cada vez más competitiva tanto en el ámbito nacional como en el internacional.

Bajo este precedente en la República del Ecuador, existen diversos organismos que gestionan y aseguran la calidad en las instituciones de educación superior, tales como: el Consejo de Educación Superior (CES), que planifica, regula y coordina el Sistema de Educación Superior, y la relación entre sus distintos actores con la Función Ejecutiva y la sociedad ecuatoriana; garantizando una educación superior de calidad que contribuya al crecimiento del país (CES, 2012). La Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia,

Tecnología e Innovación (Senescyt), que ejerce la rectoría de la política pública de educación superior, ciencia, tecnología y saberes ancestrales y gestiona su aplicación para el desarrollo estratégico del país (SENESCYT, 2017). Y el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES), antiguamente denominado Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES), institución que propone el modelo de evaluación institucional de universidades y escuelas politécnicas, en el que se define los siguiente componentes a ser evaluados: (i) organización, (ii) academia, (iii) investigación, (iv) vinculación con las sociedad, (v) recursos e infraestructura, y no menos importante (vi) estudiantes. Bajo este precedente, dicho organismo ha creado el sistema de aseguramiento de la calidad, el cual contempla, la realización de algunos procesos en las IES tales como: autoevaluación, evaluación externa, acreditación, seguimiento, evaluación de estudiantes, y la habilitación para el ejercicio profesional (CEAACES, 2015).

Logreira (2011), resalta la importancia del análisis de datos utilizando técnicas de minería de datos, lo que a su vez influye en la toma de decisiones acertadas para la gestión, en el caso particular de la academia, le permitiría acreditar la calidad educativa (Salas, 2013). La Ley Orgánica de Educación Superior (LOES, 2016) en su artículo 93, establece el principio de calidad como “la búsqueda constante y sistémica de la excelencia, la pertinencia, producción óptima, transmisión del conocimiento y desarrollo del pensamiento mediante la autocrítica, la crítica externa y el mejoramiento permanente”.

Es así que para la Unach, una institución relativamente joven en el sistema de educación superior ecuatoriano, con 25 años de existencia, 4 facultades; (i) Ciencias de la Educación, (ii) Ciencias Políticas y Administrativas, (iii) Ciencias de la Salud, (iv) Ingeniería, con 31 carreras y un aproximado de 654 docentes y 10 000 estudiantes, el tema

de propender a la calidad en su gestión es de suprema importancia, debido en primer lugar, en la visión se menciona “ser una institución de educación líder en la zona 3 del Ecuador, con reconocimiento nacional y proyección internacional” (UNACH, 2018), y en segundo lugar, se desea que en los procesos de recategorización la institución alcance los valores más altos en cada uno de los criterios evaluados por el CACES. Con esto se pretende que la gestión de la calidad en la Unach sea total, es decir empezando por tener docentes de calidad (Jerez, Orsini & Hasbún, 2016), para poder tener estudiantes dispuestos y comprometidos (Silas, 2014). En este sentido según Unesco,(2014), “un sistema educativo es apenas tan bueno como sus docentes”.

Sin embargo, para asegurar la calidad es necesario hacer un diagnóstico situacional de cómo se encuentra la gestión académica e investigativa en la universidad, y justamente por medio del desarrollo del proyecto “*Diseño de estrategias de mejoramiento continuo en la gestión académica e investigativa universitaria, utilizando minería de datos*”, del cual se desprende este libro, donde se pretende utilizar técnicas de minería de datos para realizar análisis de los datos obtenidos, mediante la herramienta de negocios Power BI que es un “conjunto de aplicaciones de análisis de negocios que permite analizar datos y compartir información” (Microsoft, 2017). En este caso específico, dicha herramienta fue implementada en su momento por la Unidad Técnica de Control Académico (Uteca), ahora denominada Coordinación de Desarrollo de Sistemas Informáticos (Codesi) de la Universidad Nacional de Chimborazo (Unach), con el objetivo de plantear estrategias que permitan realizar recomendaciones para el fortalecimiento de la actividad académica institucional, además del planteamiento de estrategias para la promoción de la investigación científica tanto docente como estudiantil. Lo cual supone una serie de ventajas, en comparación con investigaciones más tradicionales relativas a la educación. Es así que, basado en los ejes de academia

e investigación, se han propuesto acorde con la planificación estratégica de la universidad, cuatro objetivos a ser analizados para brindar las recomendaciones antes especificadas, presentados en la Tabla 1.

Tabla 1

Ejes y objetivos de actuación para la gestión de la actividad académica e investigativa en la Unach.

Ejes	Objetivos
Academia	1. Determinar los factores que influyen en la nota mínima del examen de resultados de aprendizaje.
	2. Determinar el comportamiento que define una evaluación docente de excelencia (mayor al 90%).
	3. Determinar los factores que definen la inserción laboral.
Investigación	1. Determinar los factores que inciden en la generación de producción científica del personal académico.

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la Unach se manejan dos sistemas informáticos relacionados con el ámbito académico - investigativo, i) Sistema de Control Académico (SICOA); ii) Sistema de Control de Ciencia, Innovación, Tecnología y Saberes (SCCITYS). Sin embargo, la información generada por los mismos en sus diferentes bases de datos no es utilizada de manera óptima y en muchos casos la misma es almacenada sin dársele ningún uso. Esto genera un inconveniente a la hora de tomar decisiones por parte de las autoridades institucionales, pues no cuentan con la información necesaria para establecer políticas y estrategias que permitan mejorar, tanto la gestión como la calidad de la educación en la institución.

Por lo mencionado anteriormente, la utilización de minería de datos en entornos educativos y en particular en el contexto académico de la Unach, se propone debido a que, se pretende diseñar estrategias de mejoramiento continuo que optimicen la calidad académica y la competitividad por medio de la gestión, interrelacionando las variables presentes en el ámbito educativo superior y que son definidas según Lago, Gamoba & Montes (2014) en seis dimensiones: (i) Pedagógica curricular, actividad principal de la academia, (ii) Administrativa financiera, entendida como la distribución del recurso humano, espacio y tiempo de los aspectos financieros de la institución, (iii) Organizativa operacional, que hace referencia al personal docente (autoridades) y administrativo, así como de las instalaciones de la universidad, (iv) Comunitaria, que trata de la vinculación con la sociedad, (v) Convivencia, referente al clima organizacional de los actores educativos, y (vi) Sistémica, que abarca la relación de la institución con otras IES del sistema nacional y extranjero.

CAPÍTULO 2

MINERÍA DE DATOS EN LA EDUCACIÓN

“La información es la gasolina del siglo XXI, y la analítica de datos el motor de combustión”

Peter Sondergaard.

La minería de datos se utiliza generalmente para el trabajo con bases de datos, en lo relacionado con el reconocimiento de patrones, la inteligencia artificial mediante el uso de máquinas de aprendizaje, la computación de alto rendimiento, entre otras (Timarán, Hernández, Caicedo, Hidalgo & Alvarado, 2016). Y proviene de la necesidad de trabajar con metadatos, es decir conocer los datos acerca de los datos (Senso & De La Rosa, 2003), para lo cual dicha información, debe segregarse, clasificarse y ordenarse, a fin de conseguir los datos de interés. Sin embargo, dichos datos por lo general no están a la mano y son obtenidos de una gran cantidad de datos, lo que según Walker (2015), se denomina Big Data, es por esta razón que a la minería de datos se la conoce también como “descubrimiento de conocimiento en bases de datos” (Ledis & Valencia, 2012, p.98), KDD por sus siglas en inglés.

Pese a que la minería de datos se utilice en áreas eminentemente técnicas o de negocios, es indudable que el futuro de la educación en general va a tener que utilizar tarde o temprano métodos de análisis de datos para mejorar la eficiencia y eficacia de sus procesos. Y es precisamente que uno de los métodos más importantes y utilizados para este fin es la minería de datos que, según Riquelme, Ruiz y Gilbert (2006), es “un intento de buscarle sentido a la explosión de información que actualmente puede ser almacenada” (p. 2). Inicialmente la minería de datos fue utilizada en campos como la informática (Jaramillo, Cardona & Fernández, 2015), la salud (González & Pérez, 2013), las ramas empresariales (Gordillo, Martínez & Sthepens, 2012), la construcción (Castro, Sifuentes, González & Rascón, 2014), y hasta para la detección y prevención del lavado de activos y la financiación del terrorismo (UIAF, 2014).

Hoy en día se ha puesto muy de moda su utilización en el campo educativo, y tal como lo describen Márquez, Romero y Ventura (2012), la misma es una “solución muy prometedora...en educación”

(p.1). Al hablar entonces de minería de datos en educación, se define el concepto por sus siglas en inglés como EDM (*Educational Data Mining*). Cabe destacar que dentro del contexto educativo existen variados estudios, entre los cuales constan, desde la investigación de patrones de aprendizaje (Ballesteros, Sánchez & García, 2013), pasando por la extracción de perfiles de deserción estudiantil (Timarán, Calderón & Jiménez, 2013), y llegando a la utilización de la minería de datos para el proceso de captación de matrículas en instituciones de educación superior particulares (Estrada, Zamarripa, Zúñiga & Martínez, 2016).

La utilización de técnicas de minería de datos en el ámbito educativo se ha incrementado de manera significativa sobre todo en el “desarrollo de métodos de descubrimiento que utilicen los datos de plataformas educativas y en el uso de métodos para comprender mejor a los estudiantes y el entorno en el que aprenden” (Jiménez & Álvarez, 2010, p.1).

Lo cual supone una serie de ventajas en comparación con investigaciones más tradicionales relativas a la educación, sobre todo a los enfoques mediante los cuales se emplea la minería de datos en el ámbito educativo, los cuales según (Jiménez & Álvarez, 2010) son: (i) predicción, para el entendimiento de los resultados académicos de los estudiantes, (ii) agrupamiento, utilizado para el descubrimiento de patrones de comportamiento estudiantil, así como para la investigación de semejanzas y diferencias entre escuelas, (iii) minería de relaciones, utilizada principalmente para generar estrategias pedagógicas que propicien un proceso de aprendizaje efectivo, (iv) descubrimiento mediante modelos, usado para analizar variables contextuales en el ámbito educativo, y (v) destilado de datos, para identificar patrones de aprendizaje.

2.1. Metodologías para el desarrollo de proyectos de minería de datos

Para el desarrollo de modelos de minería de datos, existen algunas metodologías como por ejemplo la de procesos de descubrimiento de conocimiento (proceso de KDD), la de muestreo, exploración, modificación, modelado y evaluación (SEMMA) por sus siglas en inglés, o la del proceso estándar entre industrias para minería de datos (CRISP-DM). Cada metodología presenta características diferentes que las hacen ser útiles para diversos casos de aplicación. A continuación, se hará una revisión rápida de cada una de ellas.

2.1.1. Proceso KDD

“KDD involucra un proceso iterativo e interactivo de búsqueda de modelos, patrones o parámetros, los cuales descubiertos han de ser válidos, novedosos para el sistema y potencialmente útiles” (Valcarcel, 2004, p.83). Esta metodología consta de 5 pasos: (i) selección; (ii) limpieza de datos; (iii) reducción de datos; (iv) minería de datos; (v) interpretación de los datos.

En la etapa de selección, se escogen los datos que serán intervenidos, mismos que son obtenidos de un conjunto de datos de mayor amplitud, en esta fase se logra la comprensión del negocio. En la etapa de limpieza se trabaja en la calidad de los datos obtenidos en la etapa de selección, aquí se aplican técnicas como la eliminación de datos repetidos, celdas vacías, datos incoherentes, entre otros. En esta etapa, el soporte que brinda el o los dueños de los datos es imprescindible para la obtención de datos de calidad. Por su parte, en la etapa de reducción se agrupan los datos con características similares, dependiendo de los objetivos del estudio, de tal forma que se obtenga características útiles.

Ya en la etapa de minería de datos propiamente dicha, se pretende encontrar patrones de datos, que puedan resultar de interés para el objetivo de estudio planteado. Para el efecto se pueden aplicar algunas técnicas, en solitario o de forma combinada, tales como: clasificación de datos, asociaciones, patrones de secuencia, entre otras. Por último, en la fase de interpretación de datos, se comparan los patrones descubiertos con los datos de etapas anteriores y de ser necesario, realizar iteraciones que permitan obtener mejores patrones. En esta etapa además se toman acciones o se elaboran recomendaciones que fortalezcan los objetivos de intervención, planteados para un proyecto de minería de datos en particular. La Figura 1, ilustra las etapas del proceso KDD.

Figura 1. Etapas del proceso KDD. Fuente: (Guzmán, s.f.)

2.1.2. Metodología SEMMA

Es el acrónimo de Sample, Explore, Modify, Model, Assess, se utiliza para el tratamiento de “grandes volúmenes de datos para descubrir patrones de negocio desconocidos” (Moine, Gordillo y Haedo, 2011, p.1). Al igual que la metodología KDD presenta fases, pero no considera entre ellas la comprensión del negocio. Esta tecnología trabaja específicamente con el software diseñado por la compañía SAS, el mismo que contiene herramientas especiales acopladas a cada fase. En la Figura 2, se muestran las etapas de la metodología SEMMA.

Figura 2. Etapas de la metodología SEMMA Fuente: (Guzmán, s.f.)

2.1.3. Metodología CRISP-DM

Es la metodología más utilizada como guía de referencia en el desarrollo de proyectos de minería de datos (Timarán, Calderón & Hidalgo, 2017), así lo comprueba el portal KDNUGETS (2018), en su última encuesta realizada en el año 2014.

CRISP-DM consta de cuatro niveles y seis fases constituidas de forma jerárquica (Pytel, et all., 2011). Dichas fases no tienen que seguirse de manera formal, debido a que presentan tareas generales que, según el nivel de abstracción pueden convertirse en específicas. La Figura 3, ilustra el particular.

Figura 3. Niveles metodología CRISP-DM Fuente: (Timarán, et all, 2016)

Dentro de las fases propiamente dichas, se encuentran: (i) comprensión del negocio o problema, (ii) comprensión de los datos, (iii) preparación de los datos, (iv) modelado, (v) evaluación, y (vi) implementación. En la Figura 4, se ve la relación entre dichas fases.

Figura 4. Fases metodología CRISP-DM. Fuente: (Gallardo, 2009)

Fase de comprensión del negocio o problema. - permite definir los requisitos del proyecto para convertirlos en objetivos técnicos. Es importante en esta etapa comprender de la mejor manera posible el problema a solucionar, con el objeto de obtener los datos y explicar los resultados de manera correcta.

Dentro de las tareas a desarrollar en esta fase se consideran: (i) determinar los objetivos del negocio, (ii) valorar la situación actual, (iii) determinar los objetivos de la minería de datos, (iv) realizar el plan del proyecto. En la Figura 5 se observan las tareas y subtareas de esta fase.

Figura 5. Fase comprensión del negocio metodología CRISP-DM. Fuente: (Gallardo, 2009)

Fase de comprensión de los datos.- aquí se realiza la recolección de los datos de manera preliminar, identificando su calidad y las relaciones entre los mismos. La Figura 6 muestra las subtareas correspondientes.

Figura 6. Fase comprensión de los datos metodología CRISP-DM . Fuente: (Gallardo, 2009)

Fase de preparación de los datos.- en esta fase se adaptan los datos para realizar la minería de datos, aquí se ejecutan tareas como: limpieza de datos, aplicación de técnicas de modelado, selección de los datos ya procesados, entre otras.

Figura 7. Fase preparación de los datos metodología CRISP-DM. Fuente: (Gallardo, 2009)

Fase de modelado.- aquí se eligen las técnicas de modelado más adecuadas para la ejecución de la minería de datos. En la Figura 8, se detalla el procedimiento para la elección de la técnica de modelado.

Figura 8. Fase preparación de modelado metodología CRISP-DM. Fuente: (Gallardo, 2009)

Fase de evaluación.- aquí se evalúa el modelo propuesto anteriormente considerando criterios de calidad, como por ejemplo: las matrices de confusión que indican en su diagonal, las clasificaciones válidas realizadas. En la Figura 9, se ilustra de mejor manera el proceso.

Figura 9. Fase evaluación metodología CRISP-DM. Fuente: (Gallardo, 2009)

Fase de implementación.- es la transformación en acciones del conocimiento adquirido luego de haber construido y validado el modelo. Estas acciones se verán aplicadas en el proyecto de minería de datos especificado y deben responder a los objetivos planteados inicialmente en la fase de comprensión del negocio. La Figura 10 muestra el proceso a seguir.

Figura 10. Fase implementación metodología CRISP-DM. Fuente: (Gallardo, 2009)

Para el caso de la ejecución del proyecto “Desarrollo de estrategias de mejoramiento continuo en la gestión académica e investigativa universitaria, utilizando técnicas de minería de datos”, se utilizó la metodología CRISP-DM por lo expuesto anteriormente.

2.2. Calidad de datos

En las fases de comprensión y preparación de los datos, es donde específicamente se desarrollan los procesos necesarios para dotar de calidad a los mismos, esto con el objetivo de formatearlos para que sean más fáciles de utilizar. Comúnmente en los datos provistos por las organizaciones, faltan valores claves, existen inconsistencias, hay duplicidades, y demás. En este sentido el preprocesamiento de datos es imprescindible para aumentar la calidad del análisis realizado a través de la minería de datos (Reyes & García, 2005).

Además, el variado formato de los datos, entre los cuales se encuentran los estructurados tales como: bases de datos, listas, conjuntos (Ruiz, Gilbert & Riquelme, 2006); y los no estructurados como: texto, video, correos electrónicos, imágenes, audio, entre otros (Oviedo, Oviedo & Vélez, 2015), hacen que el preprocesamiento de los datos tenga cada vez diferentes desafíos (Baldizzoni, 2013).

En el caso específico de datos estructurados, se utiliza la minería de datos para obtener un Data Warehouse, es decir una única base de datos depurada, que agrupa los datos provenientes de múltiples bases de datos (Marcano & Talavera, 2007), con lo cual según Gómez (2012), las operaciones de consulta y actualización de datos son más fáciles de realizar, además de que la toma de decisiones son más efectivas, a fin de mejorar el rendimiento e impulsar una ventaja competitiva en las organizaciones, sean estas de cualquier tipo, en donde obviamente las universidades no se quedan fuera.

A esto frecuentemente, se le denomina inteligencia de negocios – BI – por sus siglas en inglés, y es en donde la dirección organizacional y los estilos de liderazgo juegan un papel preponderante a la hora de tomar decisiones (Aumada & Perusquia, 2016).

Como se menciona anteriormente, los datos no estructurados, son más difíciles de tratar, debido a que sus fuentes son diversas, sin embargo, encierran información intrínseca de mucha valía en la toma de decisiones, por tanto, se necesita métodos de acceso eficientes, que permitan recuperar rápidamente los elementos que satisfacen los criterios de una consulta específica (Deco, Reyes & Bender, 2012).

Hernández-Pérez (2016) explica que, tanto los datos estructurados como los no estructurados conforman en una organización el llamado Big Data, que además puede considerarse como datos abiertos, si cualquier persona puede acceder a ellos; o datos abiertos vinculados, si son datos propiamente de la ejecución de tareas en la organización, pero que a su vez son liberados para el uso público.

Cabe destacar en este punto que un Data Warehouse también podría ser utilizado para este tipo de datos, pero su implementación es mucho más difícil y costosa, que utilizar datos estructurados.

Por lo expuesto, la pregunta sería, ¿cómo se puede alcanzar la calidad de los datos?, y la respuesta en teoría “es sencilla”, siguiendo una metodología, sin embargo, en este punto encontramos diversas y variadas metodologías, de la cuales se cita por ejemplo la propuesta de PowerData (2019), que habla de forma general de: (i) reconocer el problema, (ii) crear una estrategia de calidad de datos, (iii) priorizar la importancia de los datos, (iv) evaluar los datos, (v) estimar el retorno de la inversión (ROI) al mejorar los datos, (vi) establecer la responsabilidad de la calidad de los datos, y (vii) contratar una empresa consultora externa que ayude con el proceso de minería de

datos. Pero además existen metodologías más específicas como la propuesta por Amón & Jiménez (2009) para detectar duplicados en los textos.

2.3. Integración de datos

Según Power Data (2018) “La integración de datos es una combinación de procesos técnicos y de negocio que se utilizan para combinar información de diferentes fuentes para convertirla en datos fiables y valiosos” (p.1), esto ayuda a contar con información consistente y confiable a la hora de trabajar.

En sí, un proceso de integración de datos se encuentra como una técnica aplicada de la minería de datos espaciales y consta de tres fases fundamentales; (i) acceso a los datos, de distintas fuentes, (ii) la integración propia de los datos, a fin de utilizar los datos finales con el éxito deseado, y (iii) la entrega de los datos integrados, para que la organización haga uso de ellos (Dueñas-Reyes, 2009), como por ejemplo en el estudio realizado por Durán & Costaguta (2007), para descubrir estilos de aprendizaje.

Para soportar estos procesos, la computación en la nube se ha vuelto esencial, debido a la mejora en la gestión de la información, el acceso desde cualquier sitio en cualquier momento, los bajos costos, el gran espacio de almacenamiento, y el fácil acceso desde cualquier dispositivo (Mamani, 2012).

En este sentido la integración de datos en la nube, permite entre otras cosas tener mensajes de control entre las aplicaciones, permitir escalabilidad de los datos para su futura expansión, y talvez, lo más importante sería la posibilidad de mantener la integridad de la información, todo esto debido a que la nube ha permitido contar con un modelo de distribución definido por García (2013) como software

y como servicio (SaaS) por sus siglas en inglés, el cual, a través del uso de internet, permite acceder a los servidores de una compañía en específico que oferta el servicio, como por ejemplo Microsoft, con su plataforma Azure (Arboleda & Sotelo, 2016).

CAPÍTULO 3

LA INVESTIGACIÓN Y LA ACADEMIA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

“No es tarea de la universidad ofrecer lo que la sociedad le pide, sino lo que la sociedad necesita”

Edsger Wybe Dijkstra.

Las características fundamentales de las universidades están en hacer academia, vinculación e investigación, no importa si es de origen público o privado. Su capacidad de gestión en cualquiera de los tres ejes mencionados anteriormente, permite el reconocimiento de la sociedad tanto local, nacional o internacional, los recursos que generen las mismas se revierten en la misma institución, los profesionales que se gradúan en ella tienen mejores oportunidades laborales, los estudiantes de bachillerato desean ingresar a esa institución, y cuando son profesionales optan por estudiar un posgrado; en ese sentido el rol que juegan las universidades es de mucha importancia ya que es en la misma donde las sociedades y las economías se sostienen. En este capítulo se hace un recorrido por uno de los ejes primordiales que conforman el quehacer universitario, específicamente el de la investigación y cómo desde el lineamiento estratégico universitario se busca generar sostenibilidad utilizando la minería de datos.

Uno de los objetivos planteados en esta obra es generar estrategias de mejoramiento continuo para instituciones de educación superior, tomando los datos que posee la universidad y generando representaciones gráficas de las principales métricas (dashboard) para tomar decisiones que permitan lograr eficiencia, eficacia y efectividad en la gestión universitaria.

Como se mencionó anteriormente, las universidades son consideradas como actores generadores de cambios en las sociedades, desde una lógica compleja e integradora (Rivera, Espinoza, & Valdés, 2017). En este sentido, la investigación nace de la necesidad del ser humano de conocer una realidad o proponer una interpretación de la misma a través de varios caminos, la realidad construida por el hombre genera el conocimiento científico.

Tamayo (2004) define a la investigación como “una de las formas que tiene el hombre para otorgarle un significado con sentido a la

realidad” (p.37), además el mismo autor propone un mecanismo para producir el conocimiento, tal como se observa en la Figura 11.

Figura 11. Mecanismo de producción de conocimiento. Fuente: elaboración propia con base en Tamayo, 2004

Por su parte, Stenhouse (2004) manifiesta que la investigación “es una indagación sistemática y autocrítica” (p.4). Indagación por que la curiosidad y ese deseo de aprender están de manifiesto; sistemática debido a que la misma es un proceso que requiere de una estrategia para lograrla y, por último autocrítica porque es sometida a la comunidad científica para ser evaluada y empleada.

Bajo este precedente, se puede denotar que las instituciones universitarias tienen establecidas estructuras organizacionales de investigación apegadas a las teorías gerenciales. Así para gestionar el conocimiento es necesario contar con varios elementos que confluyan entre sí. La Figura 12 propone una estructura de organización de investigación para ser aplicada en cualquier institución de educación superior.

Figura 12. Sistema propuesto de investigación. Fuente: elaboración propia

El mencionado sistema, al ser empleado por una IES, sirve para tratar de resolver los problemas de la sociedad y de las organizaciones, presentando propuestas en base a la investigación, haciendo para esto en muchas ocasiones uso del conocimiento ya generado, mientras que en otras se plantean nuevos aportes a la comunidad científica para su evaluación, aprobación y replica.

Para este fin, la investigación contiene elementos que son la base del sistema y que sin ellos los componentes de gestión investigativa no funcionarían, entre ellos tenemos: gestión de los recursos, gestión de las actividades y la gestión de la divulgación; en la Figura 13 se visualiza cómo funcionan los elementos de gestión.

Figura 13. Ejes sistemáticos de la gestión de investigación. Fuente: elaboración propia

Sin el componente de gestión de la investigación, las actividades inherentes a esta no podrían desarrollarse, o en su defecto se complicaría su divulgación. Los ejes presentados anteriormente podrían ser considerados como componentes de ida y vuelta, fundamentales para el desarrollo de la investigación.

Algunas IES ecuatorianas al no contar con circulante para destinarlo a las actividades de investigación se han reinventado, optimizando al máximo la capacidad instalada y generando alianzas estratégicas con otras IES u organizaciones públicas o privadas.

En este sentido es preciso señalar que el desarrollo de las actividades investigativas se lo realiza por medio de proyectos de investigación en donde los actores están inmersos en grupos y semilleros de investigación, a esta reinención se la denomina comúnmente como actividades valoradas, en la cuales se le asigna un valor monetario a la infraestructura física y tecnológica, a los investigadores y a algunos elementos que poseen las IES.

Aunque esta forma de hacer investigación es completamente válida, la misma es un limitante para desarrollar la investigación, debido a que el presupuesto que se asigna por ley para actividades de investigación es insuficiente. Además, los modelos de evaluación diseñados por los organismos de control contemplan la evaluación de la eficiencia presupuestaria de investigación.

Según el Banco Mundial (2019) para el año 2016 el gasto de investigación y desarrollo del mundo en relación con el PIB representó el 2.31%, teniendo en este año su pico más alto desde 1974. En este mismo sentido, el Banco Mundial (2019) señala que:

Los gastos en investigación y desarrollo son gastos corrientes y de capital (público y privado) en trabajo creativo realizado sistemáticamente para incrementar los conocimientos, incluso

los saberes sobre la humanidad, la cultura y la sociedad, y el uso de los conocimientos para nuevas aplicaciones.

El área de investigación y desarrollo abarca la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental (p. 1).

En la Figura 14, se muestra la pantalla capturada del portal web del banco mundial, donde se muestra información acerca del crecimiento del PIB a nivel mundial.

Figura 14. Gestión en investigación y desarrollo (% del PIB) mundial. Fuente: Banco Mundial, 2018

Para comprender cómo ha evolucionado la investigación en el Ecuador y cómo ha contribuido al desarrollo del país, se aplicarán técnicas estadísticas para identificar la o las variables que han influenciado en este crecimiento, para esto se ha seleccionado 20 países del continente americano que conforman la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños (CELAC), en la Figura 15 se puede visualizar la selección de los países objeto de investigación:

Figura 15. Países que conforma la CELAC – Mapa adaptado. Fuente: MapChart, 2019

Para el análisis, se tomaron los datos de la última década del Banco Mundial, por otro lado, el indicador de desarrollo mundial de ciencia y tecnología contempla extensas variables que se analizarán con técnicas estadísticas. Para esto, se han codificado las variables del indicador antes mencionado y bajo el código asignado se realizarán algunos cálculos que se podrán visualizar más adelante.

Tabla 2.
Variables de ciencia y tecnología

Código	Variable
a	Artículos en publicaciones científicas y técnicas
b	Cargos por el uso de propiedad intelectual, pagos (balanza de pagos, USD a precios actuales)
c	Cargos por el uso de propiedad intelectual, recibos (balanza de pagos, USD a precios actuales)
d	Exportaciones de productos de alta tecnología (% de las exportaciones de productos manufacturados)
e	Exportaciones de productos de alta tecnología (USD a precios actuales)
f	Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)
g	Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)
h	Solicitudes de diseño industrial, personas no residentes, por recuento
i	Solicitudes de diseño industrial, personas residentes, por recuento
j	Solicitudes de marca comercial, personas no residentes, por recuento
k	Solicitudes de marca comercial, personas residentes, por recuento
l	Solicitudes de patentes, no residentes
m	Solicitudes de patentes, residentes

n	Técnicos de investigación y desarrollo (por cada millón de personas)
o	Crecimiento del PIB (% anual) (variable respuesta)

Fuente: elaboración propia

Como primer paso se hizo una selección de la base de datos del Banco Mundial, posterior a esto, se procedió a calcular promedios por cada una de las variables investigadas, considerando los países seleccionados; además se utilizó la variable respuesta.

En las tablas 3 y 4 se muestran los resultados obtenidos, mismos que sirvieron de insumos para comparar cómo ha evolucionado la investigación en Ecuador, con relación a los otros países a través de una serie de tiempo.

Tabla 3.
Promedio calculado de variables de ciencia y tecnología - Ecuador

o	g	n	a	f	e	d
0,56649159	118,3501	59,43796	181.9	0,39463	51244801	4,01953125
3,52529867	141,30004	68,90724	190	0,40297	144508135	8,42720362
7,86814092	180,29455	77,53913	168,6	0,33991	56609383	3,22865512
5,64196207	282,15916	83,7891	253,5	0,33236	52230657	2,47843358
4,94651127	351,6894	78,79171	270,2	0,3799	71780677	4,35649673
3,78886855	400,71402	90,23391	409,1	0,44266	74240721	4,90210087
0,09887261	0	0	666	0	97006477	7,16919766
-1,22638398	0	0	1096,1	0	103936492	8,37024706
2,36838653	0	0	0	0	83667672	7,12218119
1,37712703	0	0	0	0	60327497	4,65270178

c	b	m	l	k	j	i	h
0	47457318,4	6	668	7925	6592	26	100
0	54051146,2	4	690	8750	7445	52	110
0	65761531,3	0	0	0	0	0	0
0	90468876,1	0	0	0	0	0	0

0	125980954	7	475	11739	8371	82	118
0	110557408	24	358	15006	10383	80	70
0	72456488,6	20	475	10247	7276	65	95
0	46324537,7	45	329	9254	6636	71	65
0	29617261,8	16	401	8262	6289	192	105
0	18935584,4	0	0	0	0	0	0

Fuente: Banco Mundial, 2018

Tabla 4.

Promedio calculado de variables de ciencia y tecnología - CELAC

o1	g1	n1	a1	f1	e1	d1
-0,68510623	190,281661	38,1378279	3600,93158	0,28635368	2315179960	7,66283669
5,13336532	198,719825	36,7185589	3856,88947	0,24558842	2720924504	7,45250146
4,81902736	208,125792	41,7384079	4108,12632	0,23659053	3176965239	9,13919432
3,70489046	211,468788	45,4756995	4477,73158	0,25201368	3212831456	7,28877168
3,8191015	222,393151	56,0344837	4650,22105	0,28587105	3314788880	7,72772579
2,58646524	215,18789	34,8131932	4971,39474	0,27160368	3393257143	6,90622506
2,85533051	190,829732	41,5207984	4957,44211	0,29722474	3157132470	6,2550545
2,34987884	182,639504	32,1990716	4993,29474	0,24584474	3245452787	6,40229413
2,61181449	35,1410095	0	0	0,01918895	3410870150	5,46843849
1,82824708	0	0	0	0	3095203997	1,92796932

c1	b1	m1	l1	k1	j1	i1	h1
32770241,3	322807187	337,473684	2285,42105	16514,7368	6209,52632	339,263158	250,052632
24782235,1	386046049	334,578947	2402	19624,7895	8528,73684	383,684211	315,157895
32249803,2	444868676	378,684211	2667,47368	17525,7895	7881,52632	388,526316	360
35749249,4	509003414	400,105263	2828,31579	18038,3684	8465,94737	365,736842	391,736842
40750708,4	566245747	401,631579	2804,15789	18530,0526	9093,78947	364	431,105263
41025011,8	642832844	388,789474	2875,10526	18951,9474	9187,89474	366,526316	380,315789
50707329,4	611583594	396,052632	2906,47368	20504,3684	9538,78947	352,052632	368,157895
54860161,6	600599162	451,894737	2620,84211	21825,4211	9496,63158	365,473684	368,210526
59305483,8	607305568	453,526316	2499,68421	24526,9474	9478,10526	353,368421	377,105263
70744438,5	567863023	0	0	0	0	0	0

Fuente: Banco Mundial, 2018

Como se puede observar en la Figura 16, los países que conforman la CELAC en promedio desarrollan más investigación que Ecuador, pero al transcurrir del tiempo se ve un decrecimiento de dichos países, mientras que Ecuador mantiene un nivel sostenible de investigación. Por esta razón, se decidió aplicar un modelo de

regresión lineal múltiple para identificar que variables influyen en la sostenibilidad.

Figura 16. Comparativa de la investigación entre Ecuador y los países de la CELAC. Fuente: elaboración propia

El objetivo de la comparativa anterior es conocer si las variables enunciadas en la Tabla 2, podrían ayudar a predecir cómo ha evolucionado la investigación en Ecuador en los últimos años.

Para esto se ajustó el modelo de regresión lineal múltiple de la siguiente manera:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + E$$

Para realizar el modelo se tomaron los datos de la Tabla 3 (variables explicativas - Ecuador). Como siguiente paso se realizó un diagrama de dispersión para observar si existe alguna variable que explique el desarrollo del Ecuador visto desde crecimiento del PIB.

En el Anexo 1, se muestran todas las variables analizadas en las cuales se denota que ninguna variable explicativa describe a la variable respuesta, lo que se corrobora con el Anexo 2 expuesto al final de esta obra.

Aquí se realiza un análisis de la correlación de cada variable en función a la variable explicativa, siendo la variable “n” (técnicos de investigación y desarrollo por cada millón de personas), la que mejor explica si el análisis se lo realiza por separado; es por ello, que se generó un modelo de regresión lineal múltiple para identificar cuantas y cuáles son las variables que influyen en el desarrollo de la investigación en Ecuador. En la Tabla 5, se muestra el desarrollo de los mejores modelos de cada una de las categorías.

Tabla 5.
Modelos ajustados

Tipo	Modelo ajustado	Modelo ajustado	R ² (coeficiente de determinación)
Simple	$\hat{\delta} = \beta_0 + \beta_1 n$	$\hat{\delta} = 0.502 + 0.052n$	0,5101
Dobles	$\hat{\delta} = \beta_0 + \beta_1 n + \beta_2 f$	$\hat{\delta} = 0.727 + 0.169n - 24.472f$	0,6844
Triple	$\hat{\delta} = \beta_0 + \beta_1 n + \beta_2 a + \beta_3 f$	$\hat{\delta} = 2.090 + 0.172n - 0.003a - 26.543f$	0,8287
Cuádruple	$\hat{\delta} = \beta_0 + \beta_1 g + \beta_2 n + \beta_3 a + \beta_4 f$	$\hat{\delta} = 1.909 - 0.007g + 0.217n - 0.002a - 30.214f$	0,8413
Quíntuple	$\hat{\delta} = \beta_0 + \beta_1 g + \beta_2 n + \beta_3 a + \beta_4 f + \beta_5 k$	$\hat{\delta} = 1.069 - 0.018g + 0.323n - 0.003a - 45.074f$	0,8629
Séxtuplo	$\hat{\delta} = \beta_0 + \beta_1 a + \beta_2 f + \beta_3 e + \beta_4 d + \beta_5 b + \beta_6 j$	$\hat{\delta} = -15.002 - 0.007a + 21.915f - 0e + 6.457d + 0b - 0.001j$	0,8686
Séptuplo	$\hat{\delta} = \beta_0 + \beta_1 f + \beta_2 e + \beta_3 d + \beta_4 b + \beta_5 m + \beta_6 i + \beta_7 j$	$\hat{\delta} = -20.994 + 33.312f - 0e + 10.365d + 0b - 31.2m - 0.010i - 0.0001j$	0,8614
Óctuple	$\hat{\delta} = \beta_0 + \beta_1 n + \beta_2 a + \beta_3 f + \beta_4 e + \beta_5 d + \beta_6 b + \beta_7 m + \beta_8 i$	$\hat{\delta} = -26.913 + 0.742n + 0a - 96.685f - 0e + 16.354d + 0b - 0.580m - 0.060i$	0,992

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla anterior, el modelo que más se ajusta es el múltiple con un coeficiente de determinación del 0.992 (óctuple), indicando así que las variables n, a, f, e, d, b, m, i, explican en un 99% las variables que influyen en el crecimiento del PIB (% anual) de Ecuador, tal como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6.

Variables que influyen en el crecimiento del PIB de Ecuador (% anual)

Código	Variable
n	Técnicos de investigación y desarrollo (por cada millón de personas)
a	Artículos en publicaciones científicas y técnicas
f	Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)
e	Exportaciones de productos de alta tecnología (USD a precios actuales)
d	Exportaciones de productos de alta tecnología (% de las exportaciones de productos manufacturados)
b	Cargos por el uso de propiedad intelectual, pagos (balanza de pagos, USD a precios actuales)
m	Solicitudes de patentes, residentes
i	Solicitudes de diseño industrial, personas residentes, por recuento

Fuente: elaboración propia

3.1. Gestión de actividades de investigación

La gestión de actividades de investigación en las IES deben estar enmarcadas en la solución de las problemáticas de la sociedad para poder cumplir con la misión de las universidades. (Royero, 2003), menciona que es innegable la relación histórica entre el sistema científico-tecnológico y la sociedad en su conjunto, dado que la

actividad científica y tecnológica es concebida como estrategia social para la superación de la pobreza y del atraso social. Para Tünnerman (2002) “el subdesarrollo científico tecnológico es, a la vez causa y consecuencia del subdesarrollo económico-social” (p.130).

Las universidades y muy específicamente el sistema de educación superior tiene sin duda una responsabilidad ante la sociedad en su conjunto, debido a que esta exige a la universidad producir entre otras cosas, conocimiento científico socialmente válido capaz de generar soluciones creativas en las múltiples áreas del quehacer social (Royero, 2003).

Es importante reconocer el papel fundamental que deben jugar las universidades en el desarrollo de un país, sobre todo por medio de la investigación que se pueda desarrollar en las mismas. Así el conocimiento y la información adquieren cada vez mayor relevancia. Está demostrado, por ejemplo, que la riqueza de un país no radica propiamente en sus recursos naturales o en sus bondades geográficas, sino en el valor agregado que se le pueda dar a través de la investigación y la innovación.

Solo así, tales recursos dejarán de ser simplemente una ventaja comparativa para convertirse efectivamente en puntales de desarrollo social y económico. Actualmente para hacer investigación es necesario pasar de la idea o iniciativa a la estructuración de un proyecto claro, viable, coherente y bien sustentado, pues no es suficiente poseer amplios conocimientos sobre un determinado tema, ya que, si el proyecto no está bien elaborado, carecerá de la capacidad para aprobación o financiación ante la instancia o entidad correspondiente.

Para el caso de Ecuador las instituciones de educación superior las actividades de investigación tomaron un giro a partir del año

2008; como lo menciona Milia (2014) cada proyecto debería producir 2,5 artículos en promedio. En la Unach, la investigación ha ido evolucionando de forma positiva, esta realidad se ve reflejada en la calidad de proyectos de investigación presentados por los docentes de la institución, y que son evaluados por expertos como se lo puede observar en la Tabla 7.

Tabla 7.
Proyectos de investigación presentados y aprobados a partir del año 2014

Año	Número de proyectos presentados	Número de proyectos aprobados	Porcentaje de aprobación
2016	N/A	N/A	N/A
2017	50	26	52%
2018	45	39	86%

Fuente: elaboración propia

Con la evolución de los proyectos de investigación ha ido creciendo la cultura de investigación en su conjunto dentro de la Unach, aspecto que se puede corroborar con el número de grupos de investigación activos, entendidos según UNACH (2018) como un conjunto de investigadores pertenecientes al personal académico de la Universidad Nacional de Chimborazo que organizan y gestionan el desarrollo de una línea de investigación, contribuyendo a la solución de la problemática dentro de su ámbito investigativo; planifican y generan resultados fruto de sus investigaciones. Dichos grupos se han ido creando a partir del año 2015 y en lo que va del 2019 se contabilizan 32 grupos, mismos que responden a las líneas de investigación y carreras vigentes en el alma máter. En la Tabla 8, se puede observar el número de grupos creados por año.

Tabla 8.

Grupos creados a partir del año 2015 en la Unach.

Año	Número de grupos
2015	04
2016	02
2017	07
2018	14
2019	32

Fuente: elaboración propia

Un incremento de proyectos y grupos de investigación sin resultados reales, no se pueden considerar exitosos; es así que en la Tabla 9, se puede observar los resultados entendidos como número de estudiantes y docentes involucrados, y la producción científica generada, entendiéndose por este particular, las producciones regionales, libros y capítulos de libros producto de los proyectos de investigación.

Tabla 9.

Proyectos, estudiantes y docentes involucrados y producción generada Unach 2017-2019

Facultad	No. Proyectos Período 2017 – 2019	Estudiantes involucrados	Docentes involucrados	Producción generada
Ingeniería	50	129	162	48
Ciencias Políticas y Administrativas	14	23	101	20
Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías	40	54	126	36
Ciencias de la Salud	39	101	19	48
TOTAL	143	307	408	152

Fuente: elaboración propia

3.2 Gestión de divulgación científica

Sin la generación de ciencia no se hubiese llegado a la civilización que hoy conocemos. La divulgación ha permitido la resolución de problemas complejos en un entorno que evoluciona día a día. A continuación se verán unos ejemplos de los aportes que se realizan desde la investigación y de la utilidad que generan a la sociedad, entre estos se pueden mencionar: (i) la recodificación de las memorias para reducir el daño cerebral, (ii) baterías fabricadas a partir de hongos portobello, (iii) el desarrollo de la visión desde el nacimiento de bebés, (iv) la exposición temprana al tabaco y la generación de problemas de conducta en los niños, (v) la impresión 3D para la fabricación de casas, (vi) la presencia de agua y probabilidades de vida extraterrestre en Marte (Universia, 2019).

La divulgación y los procesos de enseñanza-aprendizaje no tienen definido sus límites ya que la enseñanza a través de los conceptos, técnicas, métodos, resultados y otros crean esos puentes entre estos dos procesos, así el uno apalanca al otro para generar un sistema cíclico fundamental para el progreso. Por otro lado, la misma divulgación no admite una sola tesis debido a que, la época cambia día a día y el espacio donde se desarrolla tampoco es el mismo, así como el capital intelectual.

Las naciones se han enriquecido constantemente con los aportes que realizan sus investigadores en las diversas áreas del conocimiento, los resultados obtenidos son significativos, así como también, las metodologías que desarrollan y que también son parte de la evolución.

La divulgación científica está ligada a procesos culturales que posiblemente han sido los causantes de las brechas de desarrollo que existen entre las naciones. Blanco (2004) manifiesta que “la

ciencia es una de las mayores consecuciones de nuestra cultura y, por tanto, todos los jóvenes deberían ser capaces de comprenderla y apreciarla” (p.2). Si se analiza desde el punto de vista social la ciencia y la sociedad están relacionadas, donde los actores (ciudadanos y científicos) defienden sus posturas y utilidades, asimismo, los resultados de investigación permiten a la sociedad tomar mejores decisiones que permita su mejoramiento continuo.

En base a lo expuesto, se pueden plantear las siguientes interrogantes: ¿Qué es la divulgación científica? ¿Cuándo se inició la divulgación científica? ¿Qué tipo de modalidades de divulgación científica existen? ¿Qué resultados de divulgación científica han generado las IES en Ecuador? y, por último, ¿Qué modelo innovador se pueden proponer para la divulgación científica? Se tratará a continuación de responder a las interrogantes planteadas.

¿Qué es la divulgación científica?

La divulgación por su naturaleza no admite una sola solución ya que evoluciona constantemente en el tiempo y el espacio, algunos comprenderán que la divulgación es la manera más sencilla de informar o comunicar lo encontrado (Sánchez, 2018). Actualmente, se están desarrollando nuevos conceptos en base a este macro concepto donde están asociadas la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Así entonces, la divulgación científica se transforma en un elemento fundamental para la alfabetización científica y tecnológica para la sociedad (Manassero & Vázquez, 2019). Por su parte, Domènech (2018) plantea el desarrollo de competencias científicas para la ciudadanía, donde ellos deben tener la capacidad de comprender, decidir y actuar.

Figura 17. Divulgación científica. Fuente: elaboración propia con base en Domènech, 2018

Historia de la divulgación científica

Hasta mediados del siglo XVII la comunicación científica se lo realizaba a través de libros, folletos o de manera particular a través de reuniones donde se discutían problemas científicos y experiencias, estas reuniones traían consigo la publicación de resúmenes. Con el pasar de los años, las revistas científicas dieron una gran relevancia a las publicaciones científicas, la ventaja de emplear este sistema está en la difusión rápida y garantizada de resultados de investigación que han pasado filtros y que poseen gran significancia.

En el siglo XIX la divulgación se convierte en una actividad específica y se vuelve masiva a través de los medios impresos a nivel mundial, en el caso iberoamericano la divulgación ha recibido una atención especial.

En los últimos 30 años países como Argentina, Costa Rica, México, Brasil, Venezuela y Colombia han sobresalido en este tema (Cazaux, 2010). Para el caso ecuatoriano dado los cambios en la última década, la educación superior empieza a desarrollar un progreso significativo que va en ascenso debido a las políticas públicas y un nuevo cambio de paradigma.

Formas de divulgación científica

Hoy en día la divulgación científica se está realizando por los diferentes medios de comunicación existentes, de este modo, artículos de revistas, artículos periodísticos, documentales, investigaciones, libros y demás estudios son difundidos.

Desde 1977 hasta la actualidad la transferencia del conocimiento se lo realiza a través de la tecnociencia, que se centra en las nuevas tecnologías, cuyo modo de comunicación es la promoción de la imagen pública de la ciencia, las estrategias de relaciones públicas e imagen corporativa y por último los eventos mediáticos (Alcíbar, 2015).

Para divulgar el conocimiento es necesario la presencia de los medios de comunicación, las personas están cada vez más deseosos de información en el menor tiempo posible, así los medios cumplen tres funciones: (i) la de informar, (ii) la de explicar y (iii) la de opinar. (Fernández, Mecha, & Milán, 2018). Otros medios para la divulgación científica son los proyectos audiovisuales (video artículos), sitios en internet, espacios radiales, entre otros.

Entre los tipos de trabajos científicos para difundir el conocimiento se encuentran los artículos científicos, informes, protocolos de laboratorio, proyectos, manuales, informes de investigación, papeles de trabajo, monografías, ponencias, tesinas, tesis, trabajos de

grado, reseñas, ensayos, resúmenes analíticos, estudios controlados aleatorios, revisiones bibliográficas, metaanálisis, estudios de casos clínicos, entre otros (Espinoza, 2010).

Generalmente los artículos son la forma más común de divulgar los resultados de investigación, estos tienen una estructura universal que las revistas científicas han adoptado como una norma adecuada para facilitar el intercambio entre científicos a nivel mundial. En este sentido, Artiles (1995), dice que “Lo que se investiga y no se escribe, o se escribe y no se publica, equivale a que no se investiga” (p.2). La estructura IMRD es la que generalmente se emplea para la escritura de un artículo científico, teniendo como I = Introducción, M = Método, R = Resultados y D = Discusión y Conclusiones (Tecnológico de Monterrey, 2018). Otras secciones que forman parte de la estructura del artículo son: el título, resumen (abstract), palabras claves (keywords) y referencias bibliográficas.

Por otra parte, están las bases de datos científicas, que como su nombre lo indica son repositorios de publicaciones científico – técnico y que están agrupados por contenido temático sobre áreas de conocimiento en particular. Estas bases poseen datos relevantes, de actualidad, contrastados y de calidad, entre ellos se tienen: Scopus, SCI FINDER, Pro Quest, CSIC, EBSCO, MEDLINE, WEB OF SCIENCE, VLEX, PubMed, OVID (Universidad de Extremadura, 2019) ISI Web of Knowledge, SCImago Journal Rank, Thomson Reuters (NNN & NNN, 2018).

Resultados de la divulgación científica

Las universidades tienen la obligación de aportar conocimientos nuevos a la sociedad resolviendo los problemas a través de la investigación, no obstante, uno de los mecanismos para evaluar o calificar si una universidad es de calidad o no, es por medio de las

publicaciones realizadas en las diferentes bases científicas existentes a nivel mundial, estas publicaciones generan reputación y prestigio a las IES a más de calificarlas para posteriormente colocarlas dentro de un ranking. La Tabla 10 y la Figura 18 muestran cómo han evolucionado las publicaciones realizadas desde el Ecuador.

Tabla 10.

Publicaciones en bases científicas Ecuador

Bases científicas	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Science Citation Index (SCI)	345	417	350	380	471	555	691	1060	1428	1768
SCOPUS	416	500	457	484	648	762	1060	1675	2453	3529
Pascal	129	126	115	116	125	129	85	-	-	-
INSPEC	19	44	45	45	155	144	271	511	-	-
COMPENDEX	41	32	69	53	177	186	318	643	-	-
Chemical Abstracts	29	29	33	-	-	-	-	-	-	-
BIOSIS	71	88	63	74	83	101	123	182	-	-
MEDLINE	168	196	225	200	241	326	443	580	720	857
CAB International	55	78	59	75	71	102	146	206	-	-
ICYT	10	6	7	3	11	10	13	26	-	-
IME	4	7	6	1	-	-	-	-	-	-
PERÍODICA	8	13	23	13	27	30	25	67	84	115
CLASE	24	24	37	31	41	61	85	115	77	149
LILACS	159	68	50	58	41	27	54	61	97	196

Fuente: RICYT, 2018

Figura 18. Evolución de las publicaciones del Ecuador. Fuente: elaboración propia

Por otro lado, las patentes también son consideradas como resultados de investigación ya que son publicadas, se las denomina también propiedad industrial, o riqueza no material. Las patentes por sus características son una fuente de información tecnológica, y aunque poseen posibilidades de explotación, tiene también restricciones de uso.

En sí, las patentes son una fuente de información tecnológica. (Orlandi , 1997). En la Figura 19, se puede visualizar cómo han evolucionado las solicitudes de patentes nacionales de residentes y no residentes en Ecuador.

Figura 19. Evolución de las patentes en el Ecuador. Fuente: RICYT, 2019

Modelo de innovación para la divulgación científica

Cada día las IES buscan establecer nuevos estándares de calidad, este afán de mejoramiento continuo está ligado a realizar constantemente pruebas en sus procesos y procedimientos

académicos-científicos, para esto es recomendable emplear herramientas de benchmarking, según el Centro Americano de Productividad y Calidad (APQC por sus siglas en inglés), “La evaluación comparativa es el proceso de comparar y medir su organización con otros, en cualquier parte del mundo, para obtener información sobre filosofías, prácticas y medidas que ayudarán a su organización a tomar medidas para mejorar su rendimiento” (APQC, 2019, p.1).

A fin de establecer un modelo de innovación para la divulgación científica se empleó benchmarking para los procesos de investigación, innovación y divulgación científica, para esto se utilizaron las etapas propuestas por Antún & Ojeda (2004) que son: (i) planeación, (ii) integración del equipo de benchmarking, (iii) recolección de datos y (iv) ejecución de acciones. Uno de los insumos para proponer el modelo de divulgación es el análisis del ranking de las universidades que tienen reconocimiento, identificando cuáles son las variables de éxito que les ha permitido situarse en los primeros lugares y realizar un diagnóstico situacional del contexto en cual se desenvuelven las IES. Por ejemplo, la Academic Ranking of World Universities (ARWU por sus siglas en inglés), se creó para conocer el posicionamiento de las IES chinas en relación a las universidades de clase mundial (ARWU, 2015), para esto desarrollaron un modelo. A continuación, se describen los insumos para el diseño del mismo, analizando: (i) el ranking de universidades, (ii) variables de éxito y (iii) el diagnóstico situacional.

1. Ranking de universidades

- Clasificación de universidades del mundo de The Times – THES
- Clasificación de universidades del mundo de la Universidad Nacional de Taiwán – NTU
- Clasificación de universidades del mundo de la Universidad Jiao Tong de Shanghái – ARWU

- Clasificación Webométrica del CSIC
- Clasificación de Scimago - SIR World Repor
- University Ranking by Academic Performance (URAP)
- QS World Ranking

2. Variables de éxito

Se muestra en la Tabla 11, los criterios utilizados por las diversas empresas clasificadoras de universidades en el mundo.

Tabla 11.

Criterios de calidad utilizados por organizaciones clasificadoras

Fuente	Criterios
THE	Enseñanza (el ambiente de aprendizaje)
	Investigación (volumen, ingresos y reputación)
	Citas (influencia de la investigación)
	Perspectiva internacional (personal, estudiantes, investigación)
	Ingresos de la industria (transferencia de conocimiento)
NTU	Productividad de la investigación
	Impacto de la investigación
	Excelencia en investigación
ARWU	Calidad de la docencia
	Calidad del profesorado
	Producción investigadora
	Rendimiento per cápita
CSIC	Presencia
	Visibilidad
	Transparencia (u apertura)
	Excelencia (o becario)
SIR	Investigación
	Innovación
	Sociedad

URAP	Número de artículos
	Citación
	Documento total
	Impacto diario total
	Revista 'Cita Impacto Total'
	Colaboración internacional
QS	Reputación académica
	Reputación del empleador
	Proporción facultad / estudiante
	Citas por facultad
	Ratio internacional de profesores
	Proporción de estudiantes internacionales

Fuente: THE, 2018; NTU Ranking, 2019; ARWU, 2015; Webometrics, 2019; Scimagoir, 2019; QS, 2019

Las organizaciones que se han dedicado a realizar estas evaluaciones a las IES, han empleado metodologías de tipo bibliométrico y no bibliométrico, donde a través de indicadores medibles y reproducibles han calificado la excelencia académica de las universidades. Dado que estos criterios no solo contienen componentes de investigación sino también componentes académicos, se ha considerado pertinente establecer un punto de conexión de la divulgación como se muestra en la Figura 20.

Figura 20. Factores claves para la divulgación científica. Fuente: elaboración propia

3.3 Diagnóstico situacional

La calidad de las universidades ecuatorianas ha sido evaluada constantemente, primero por el Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior del Ecuador (CONEA), posteriormente por el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES), y actualmente por el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES), todos estos organismos han evaluado en su momento. Actualmente el CACES evalúa criterios claves del quehacer universitario como la academia, la investigación y la vinculación. La Tabla 12, muestra los diferentes criterios de evaluación según el organismo y el año en que se ejecutaron.

Tabla 12.

Criterios de evaluación – método de decisión multicriterio

CONEA 2009	CEAACES 2012	CEAACES 2013	CEAACES 2015	CACES 2019
Academia	Academia	Academia	Academia	Academia
investigación	Currículo e investigación	Investigación	Investigación	Investigación
Estudiantes y entorno	Soporte pedagógico	Eficiencia académica	Estudiantes	Vinculación con la sociedad
Gestión	Institucional	Organización	Organización	Condiciones institucionales
		Infraestructura	Recursos e infraestructura	
			Vinculación con la sociedad	

Fuente: CACES, 2019

Para realizar el diagnóstico situacional y posterior establecimiento del modelo de divulgación, se consideró el criterio de investigación

y las fuentes de información del criterio mencionado, esto se puede observar en la Figura 21.

Figura 21. Fuentes de información – criterio de investigación. Fuente: elaboración propia

El escenario actual en el que se desarrolla la sociedad y las IES, está regido por el avance tecnológico, mismo que propone un cambio de paradigma en la educación y la formación a través del aprendizaje continuo, la investigación, la gratuidad, la ubicuidad, entre otras, lo que deviene en una transformación de estos términos en los pilares básicos para un movimiento abierto de aprendizaje (Vázquez, 2013). Las investigaciones son un círculo que retroalimentan a otras investigaciones y van generando aportaciones constantes, así como nuevos conocimientos; dichas publicaciones que poseen el nuevo conocimiento, así como experiencias de investigación aportan insumos para que los académicos repliquen esta información en las aulas de clase. La Figura 22 muestra un modelo terminado para la divulgación científica.

Figura 22. Modelo innovador para la divulgación científica. Fuente: elaboración propia

La herramienta principal que se propone en este modelo para la divulgación científica es la utilización de técnicas de minería de datos propuestas en la metodología CRISP-DM, para identificar los problemas estudiados comúnmente y de esta manera, estudiar aquellos que no lo han investigado. Adicionalmente, se podría también repotenciar aquellos temas que son de interés común. Por otro lado, la minería de datos puede ser empleada para potencializar las publicaciones a través de nuevas e innovadoras formas de comunicación.

En este sentido, una de las alternativas encontradas a través de la utilización de técnicas de minería de datos fue la contratación de docentes con el grado de PhD, a fin de incrementar las actividades de investigación y por ende la producción científica de las IES; la Unach no quedó fuera de este proceso.

Un objetivo adicional fue el de lograr que el personal docente con poca experiencia en investigación participe de estas actividades, y por medio de los docentes con grado de PhD, se realice el proceso de inducción para la elaboración de material intelectual que pudiera ser publicado, todo esto a través de la vinculación en programas y proyectos de investigación; en este sentido el Vicerrectorado de Investigación, Vinculación y Posgrado, así como la Dirección de Investigación de la Unach, tomaron cartas en el asunto y permitieron el intercambio de experiencias mediante la participación en proyectos de investigación del personal con menor desarrollo en el campo de la investigación. Cabe destacar además que se llevaron a cabo capacitaciones en cuanto a escritura científica-académica, así como diferentes convocatorias a proyectos financiados.

Una alternativa fue la creación de editoriales internas para la generación de libros y capítulos de libro, pero, por el proceso de edición, corrección y maquetación es una alternativa a largo plazo.

Sin embargo, la Unach cuenta con su propia editorial, a través de la cual se han producido desde el año 2016 hasta el año 2019 más de 50 libros.

La alternativa a corto plazo es la participación y el desarrollo de eventos científicos académicos, bajo la modalidad de ponencias y la publicación de artículos en las revistas científicas institucionales, debido a que, el tiempo de participación y el desarrollo es mucho más corto que la publicación de libros y capítulos de libro.

Para cubrir esta alternativa, el Vicerrectorado de Investigación, Vinculación y Posgrado, así como la Dirección de Investigación de la Unach, ha llevado a cabo eventos científicos que propiciaron no solo la publicación de artículos en revistas institucionales, sino que, además permitieron la publicación de capítulos de libros y libros bajo el sello de la editorial institucional, para lo cual, el desarrollo de las diferentes versiones del Workshop de Ciencia, Innovación, Tecnología y Saberes, es un puntal a destacar.

ANEXOS

Anexo 1.

Diagramas de dispersión

Anexo 2.

Correlación de variables

	o	g	n	a	f	e	d	c	b	m	l	k	j	i	h
o	1.00	0.66	0.75	-0.50	0.62	-0.31	-0.62	NA	0.48	-0.62	-0.41	-0.35	-0.36	-0.25	-0.37
g	0.66	1.00	0.91	-0.15	0.84	-0.27	-0.55	NA	0.88	-0.23	-0.04	0.25	0.21	-0.15	-0.01
n	0.75	0.91	1.00	-0.26	0.97	-0.22	-0.58	NA	0.70	-0.43	0.01	0.05	0.05	-0.34	-0.07
a	-0.50	-0.15	0.84	1.00	-0.28	0.35	0.46	NA	0.17	0.85	0.13	0.40	0.36	0.04	0.13
f	0.62	0.84	-0.27	-0.28	1.00	-0.14	-0.47	NA	0.62	-0.41	0.22	0.15	0.18	-0.31	0.09
e	-0.31	-0.27	-0.22	0.35	-0.14	1.00	0.89	NA	-0.14	0.38	0.56	0.44	0.49	0.34	0.52
d	-0.62	-0.55	-0.58	0.46	-0.47	0.89	1.00	NA	-0.36	0.62	0.55	0.49	0.53	0.55	0.57
c	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
b	0.48	0.88	0.70	0.17	0.62	-0.14	-0.36	NA	1.00	-0.01	0.07	0.42	0.36	-0.04	0.16
m	-0.62	-0.23	-0.43	0.85	-0.41	0.38	0.62	NA	-0.01	0.07	0.23	0.59	0.55	0.46	0.31
l	-0.41	-0.04	0.01	0.13	0.22	0.56	0.55	NA	0.07	0.23	1.00	0.74	0.82	0.43	0.94
k	-0.35	0.25	0.05	0.40	0.15	0.44	0.49	NA	0.42	0.59	0.74	1.00	0.99	0.61	0.82
j	-0.36	0.21	0.05	0.36	0.18	0.49	0.53	NA	0.36	0.55	0.82	0.99	1.00	0.61	0.87
i	-0.25	-0.15	-0.34	0.04	-0.31	0.34	0.55	NA	-0.04	0.46	0.43	0.61	0.61	1.00	0.66
h	-0.37	-0.01	-0.07	0.13	0.09	0.52	0.57	NA	0.16	0.31	0.94	0.82	0.87	0.66	1.00

Anexo 3.

Modelos: simples, dobles, triples, cuádruples, quintuples y séxtuples.

Modelo	g	n	a	f	e	d	b	m	l	k	j	i	h	R2
Simples	x													0,3678
		x												0,5101
			x											0,1605
				x										0,3058
					x									0,0194
						x								0,3045
							x							0,1374
								x						0,3091
									x					0,0667
										x				0,0113
											x			0,0246
												x		0,0555
													x	0,0258
												x	x	-0,1133
Dobles											x	x		-0,1132
										x	x		x	-0,1023
										x	x			-0,09956
										x		x		-0,1272
										x			x	-0,1047
									x	x				-0,06187
									x		x			-0,6385
									x			x		-0,05887
									x				x	-0,0623
								x	x					0,3074
								x		x				0,2113
								x			x			0,2112
								x				x		0,213
								x					x	0,2529
							x	x						0,5055
							x		x					0,2689
							x			x				0,4897
							x				x			0,4476
							x					x		0,08261
							x						x	0,275
						x	x							0,3036
						x		x						0,3229
						x			x					0,2154

					x				x				0,2082
					x					x			0,2076
					x						x		0,2198
					x							x	0,2055
				x	x								0,5841
				x		x							0,09008
				x			x						0,2185
				x				x					0,05568
				x					x				-0,0922
				x						x			-0,08685
				x							x		-0,135
				x								x	-0,0901
			x	x									0,271
			x		x								0,3816
			x			x							0,2281
			x				x						0,4137
			x					x					0,6102
			x						x				0,4626
			x							x			0,5062
			x								x		0,2111
			x									x	0,4353
		x	x										0,3588
		x		x									0,06572
		x			x								0,2847
		x				x							0,4654
		x					x						0,2131
		x						x					0,1964
		x							x				0,0738
		x								x			0,09112
		x									x		0,108
		x										x	0,1571
	x	x											0,5688
	x		x										0,6844
	x			x									0,4661
	x				x								0,5057
	x					x							0,4455
	x						x						0,5805
	x							x					0,6695
	x								x				0,6284
	x									x			0,6492
	x										x		0,4403

		x										x	0,5658
	x	x											0,443
	x		x										0,4946
	x			x									0,2952
	x				x								0,3002
	x					x							0,3965
	x						x						0,3293
	x							x					0,5744
	x								x				0,4711
	x									x			0,6359
	x										x		0,6201
	x											x	0,3047
	x											x	0,4422
Triples	x	x	x										0,4979
	x	x		x									0,7132
	x	x			x								0,3847
	x	x				x							0,4296
	x	x					x						0,3532
	x	x						x					0,5252
	x	x							x				0,6286
	x	x								x			0,6053
	x	x									x		0,6129
	x	x										x	0,3517
	x	x										x	0,4935
		x	x	x									0,8287
		x	x		x								0,5002
		x	x			x							0,5158
		x	x				x						0,5166
		x	x					x					0,5178
		x	x						x				0,7147
		x	x							x			0,6096
		x	x								x		0,6367
		x	x									x	0,497
		x	x									x	0,6117
			x	x	x								0,2729
			x	x		x							0,3506
			x	x			x						0,4028
			x	x				x					0,3163
			x	x					x				0,6262
			x	x						x			0,4089
			x	x							x		0,4582

			x	x								x		0,2609
			x	x									x	0,4569
				x	x	x								0,5159
				x	x		x							0,1692
				x	x			x						0,3275
				x	x				x					0,5769
				x	x					x				0,3734
				x	x						x			0,4258
				x	x							x		0,1497
				x	x								x	0,3412
					x	x	x							0,5167
					x	x		x						0,5162
					x	x			x					0,5692
					x	x				x				0,5178
					x	x					x			0,521
					x	x						x		0,6908
					x	x							x	0,5177
						x	x	x						0,4339
						x	x		x					0,2445
						x	x			x				0,4049
						x	x				x			0,3589
						x	x					x		0,1914
						x	x						x	0,2325
							x	x	x					0,5655
							x	x		x				0,5303
							x	x			x			0,5276
							x	x				x		0,4292
							x	x					x	0,5312
								x	x	x				0,4048
								x	x		x			0,4264
								x	x			x		0,23
								x	x				x	0,2588
									x	x	x			-0,1768
									x	x		x		-0,2342
									x	x			x	-0,2213
										x	x	x		-0,2803
										x	x		x	-0,2811
										x		x	x	-0,2887
											x	x	x	-0,286
	x	x	x	x										0,8413
	x	x	x		x									0,4007

Cuádruples	x	x	x			x							0,419
	x	x	x				x						0,4433
	x	x	x					x					0,4341
	x	x	x						x				0,6597
	x	x	x							x			0,5808
	x	x	x								x		0,5984
	x	x	x									x	0,3983
	x	x	x									x	0,5395
		x	x	x	x								0,8303
		x	x	x		x							0,8202
		x	x	x			x						0,8021
		x	x	x				x					0,7963
		x	x	x					x				0,7963
		x	x	x						x			0,7965
		x	x	x							x		0,7955
		x	x	x								x	0,7966
		x	x	x								x	0,7972
			x	x	x	x							0,4702
			x	x	x		x						0,2863
			x	x	x			x					0,1932
			x	x	x				x				0,6324
			x	x	x					x			0,2907
			x	x	x						x		0,3553
			x	x	x							x	0,13
			x	x	x							x	0,3626
				x	x	x	x						0,4234
				x	x	x		x					0,42
				x	x	x			x				0,5386
				x	x	x				x			0,4215
				x	x	x					x		0,4277
				x	x	x						x	0,6673
				x	x	x						x	0,4213
					x	x	x	x					0,4308
					x	x	x		x				0,4998
					x	x	x			x			0,454
					x	x	x				x		0,4583
					x	x	x					x	0,6633
					x	x	x					x	0,4299
						x	x	x	x				0,5144
						x	x	x		x			0,4504
						x	x	x			x		0,4502

						x	x					x		0,341
						x	x						x	0,4662
							x	x	x	x				0,4786
							x	x	x		x			0,4824
							x	x	x			x		0,5469
							x	x	x				x	0,4853
								x	x	x	x			0,3749
								x	x	x		x		0,2901
								x	x	x			x	0,2872
									x	x	x	x		-0,392
									x	x	x		x	-0,367
										x	x	x	x	-0,536
Quíntuples	x	x	x	x	x									0,8349
	x	x	x	x		x								0,8467
	x	x	x	x			x							0,8226
	x	x	x	x				x						0,8114
	x	x	x	x					x					0,82
	x	x	x	x						x				0,8629
	x	x	x	x							x			0,8556
	x	x	x	x								x		0,8407
	x	x	x	x									x	0,8436
		x	x	x	x	x								0,7888
		x	x	x	x		x							0,7969
		x	x	x	x			x						0,7913
		x	x	x	x				x					0,792
		x	x	x	x					x				0,7985
		x	x	x	x						x			0,7991
		x	x	x	x							x		0,7882
		x	x	x	x								x	0,7885
			x	x	x	x	x							0,4037
			x	x	x	x		x						0,5344
			x	x	x	x			x					0,5511
			x	x	x	x				x				0,3382
			x	x	x	x					x			0,3405
			x	x	x	x						x		0,585
			x	x	x	x							x	0,3522
				x	x	x	x	x						0,2911
				x	x	x	x		x					0,4319
				x	x	x	x			x				0,3604
				x	x	x	x				x			0,3861
				x	x	x	x					x		0,6095

Séxtuples				x	x	x	x						x	0,2873
					x	x	x	x	x					0,4473
					x	x	x	x		x				0,3458
					x	x	x	x			x			0,3547
					x	x	x	x				x		0,6173
					x	x	x	x					x	0,3487
						x	x	x	x	x				0,3933
						x	x	x	x		x			0,395
						x	x	x	x			x		0,456
						x	x	x	x				x	0,3942
							x	x	x	x	x			0,62
							x	x	x	x		x		0,4668
							x	x	x	x			x	0,3582
								x	x	x	x	x		0,2186
								x	x	x	x		x	0,2331
									x	x	x	x	x	-0,1856
	x	x	x	x	x	x								0,8058
	x	x	x	x	x		x							0,7997
	x	x	x	x	x			x						0,7872
	x	x	x	x	x				x					0,7819
	x	x	x	x	x					x				0,8202
	x	x	x	x	x						x			0,8105
	x	x	x	x	x							x		0,8027
	x	x	x	x	x								x	0,8022
		x	x	x	x	x	x							0,7319
		x	x	x	x	x		x						0,8457
		x	x	x	x	x			x					0,727
		x	x	x	x	x				x				0,756
		x	x	x	x	x					x			0,7594
		x	x	x	x	x						x		0,7312
		x	x	x	x	x							x	0,7211
			x	x	x	x	x	x						0,387
			x	x	x	x	x		x					0,5855
			x	x	x	x	x			x				0,7267
			x	x	x	x	x				x			0,8686
			x	x	x	x	x					x		0,536
			x	x	x	x	x						x	0,4171
				x	x	x	x	x	x					0,6807
				x	x	x	x	x		x				0,3328
				x	x	x	x	x			x			0,5383
				x	x	x	x	x				x		0,5621

				x	x	x	x	x					x	0,3127
					x	x	x	x	x	x				0,2835
					x	x	x	x	x		x			0,2988
					x	x	x	x	x			x		0,6757
					x	x	x	x	x				x	0,6116
						x	x	x	x	x	x			0,5135
						x	x	x	x	x		x		0,3167
						x	x	x	x	x			x	0,1938
							x	x	x	x	x	x		0,6104
							x	x	x	x	x		x	0,5804
								x	x	x	x	x	x	0.06637

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcíbar, M. (2015). Comunicación pública de la ciencia y la tecnología: una aproximación crítica a su historia conceptual. *Arbor*, 191(773) pp 1-20 DOI: <https://doi.org/10.3989/arbor.2015.773n3012>
- Amón, I., & Jiménez, C. (2009). Hacia una metodología para la selección de técnicas de depuración de datos, *Avances en Sistemas e Informática*, 6,1 pp 185-190. ISSN: 1909-0056.
- Antún, J., & Ojeda, L. (2004). Benchmarking de procesos logísticos. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 1, 1 pp 59-76. ISSN: 1405-7743
- APQC. (2019). Benchmarking. [Consulta: 19-08-2019]. Disponible en <https://www.apqc.org/benchmarking>
- Arboleda, O., & Sotelo, S. (2016). Construcción de aplicativos de programación por restricciones en Microsoft Solver Foundation y Windows Azure, *Scientia et Technica*, 21,4 pp 336 – 341. ISSN: 0122-1701.
- Artiles, L. (1995). El artículo científico. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 11, 4. pp 387-394. ISSN 0864-2125.
- Aumada, E., & Perusquia, J. (2016). Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo de competitividad en empresas de base tecnológica, *Contaduría y Administración*, 61,1 pp 127-158. ISSN: 0186-1042.
- ARWU. (2015). Acerca del Ranking Académico de las Universidades del Mundo. [Consulta: 13-08-2019]. Disponible en <http://www.shanghairanking.com/es/aboutarwu.html>

- Baldizzoni, E. (2013). Propuesta de proceso de transformación de datos para proyectos de explotación de información, *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 1, 2 pp 57-70. ISSN: 2314-2642.
- Ballesteros, A., Sánchez, D., & García, R. (2013). Minería de datos educativa: Una herramienta para la investigación de patrones de aprendizaje sobre un contexto educativo, *Revista Latinoamericana de Física Educativa (LAJPE)*, 7, 4 pp 662-668. ISSN: 1870-9095.
- Banco Mundial. (2018). World Development Indicators: Science and technology. Disponible en <http://wdi.worldbank.org/table/5.13>
- Banco Mundial (2019). Gasto de investigación y desarrollo (% del PIB). [Consulta: 18-03-2019]. Disponible en <https://datos.bancomundial.org/indicador/gb.xpd.rsdv.gd.zs?end=2016&start=1996&type=shaded&view=chart>
- Blanco, Á. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 1, 2 pp 70-86. ISSN 1697-011X.
- CACES. (2019). Evaluación externa con fines de acreditación de universidades y escuelas politécnicas. [Consulta: 19-08-2019]. Disponible en <https://www.caces.gob.ec/web/ceaaces/institucional>
- Castro, A., Sifuentes, E., González, S., & Rascón, L. (2014). Uso de minería de datos en el manejo de Información Geográfica, *Revista Información Tecnológica*, 25, 5 pp 95-102. ISSN: 0718-0764.

Cazaux, D. (2010). Historia de la divulgación científica en la Argentina. Buenos Aires: Teseo; Asociación Argentina de Periodismo Científico.

CEAACES. (2015). [Consulta: 11-05-2018]. Disponible en <https://apps.ceaaces.gob.ec/profesoresColaboradores/paginas/inicio.jsf>

CES. (2012). [Consulta: 11-05-2018]. Disponible en http://www.ces.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=140

Deco, C., Reyes., & Bender. (Abril 2012). Recuperación de información en bases de datos no estructuradas. En H. Kuna (Presidencia), XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, México D.F., México.

Domènech, J. (2018). Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta-marco de Competencia Científica para la Ciudadanía. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 15, 1, pp 11-20. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1105

Dueñas-Reyes, M. (2009). Minería de datos espaciales en búsqueda de la verdadera información. Ingeniería y Universidad, 13,1 pp 137-156. ISSN: 0123-2126.

Durán, E., & Costaguta, R. (2007). Minería de datos para descubrir estilos de aprendizaje, Revista Iberoamericana de Educación, 42,2 pp 1-10. ISSN: 1681-5653.

- Espinoza, V. (2010). Difusión y divulgación de la investigación científica. *Idesia (Arica)*, 28(3) pp 5-6. DOI :<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292010000300001>
- Estrada, R., Zamarripa, R., Zúñiga, P., & Martínez, I. (2016). Aportaciones desde la minería de datos al proceso de captación de matrícula en instituciones de educación superior particulares, *Revista Electrónica Educare*, 20, 3 pp 1-21. ISSN: 1409-4258.
- Fernández, I., Mecha, R., & Milán, M. (2018). *La Comunidad Científica ante los Medios de Comunicación. Guía de Actuación para la Divulgación de la Ciencia*. Madrid: Divulga. Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/1334-2018-05-04-Gu%C3%ADa%20de%20actuaci%C3%B3n%20WEB.pdf>
- Gallardo, J. (2009). *Metodología para la definición de requisitos en proyectos de data mining*. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, España.
- García, A. (2013). *Análisis de integración de soluciones basadas en software como servicio para la implantación de ecosistemas tecnológicos corporativos*. (Trabajo Fin de Máster). Universidad de Salamanca, España.
- Gómez, A. (2012). *Inteligencia de negocios, una ventaja competitiva para las organizaciones*. *Revista Ciencia y Tecnología*, 8, 22 pp 85-96. ISSN: 2306-2002.
- González, L., & Pérez, Y. (2013). *La minería de datos espaciales y su aplicación en los estudios de salud y epidemiología*, *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 24, 4 pp 1-13. ISSN: 2307-2113.

- Gordillo, J., Martínez, E., & Stephens, C. (2012). Develando estrategias de mercado: minería de datos aplicada al análisis de mercados financieros, *Revista Computación y Sistemas*, 16, 2 pp 221-231. ISSN: 1405-5546.
- Guzman, E. (s.f.). Módulo minería de datos. [Consulta: -05-2018]. Disponible en: http://disi.unal.edu.co/~eleonguz/cursos/md/presentaciones/Sesion5_Metodologias.pdf
- Hernández-Pérez. (2016). En la era de la web de los datos; primero datos abiertos, después datos masivos, *El profesional de la información*, 25, 4 pp 517 – 525. ISSN: 1699-2407.
- Jaramillo, S., Cardona, S., & Fernández, A. (2015). Minería de datos sobre streams de redes sociales, una herramienta al servicio de la Bibliotecología, *Revista Información, Cultura y Sociedad*, 33, pp 1-15. ISSN: 1851-1740.
- Jerez, O., Orsini, C., & Hasbun, B. (2016). Atributos de una docencia de calidad en la educación superior: una revisión sistémica, *Revista Estudios Pedagógicos*, 41, 3 pp 483-506. ISSN: 0718-0705.
- Jiménez, A., & Álvarez, H. (2010). Minería de datos en la educación [en línea]. Universidad Carlos III de Madrid. [Consulta: 08-09-2017]. Disponible en: <https://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/10-11/08mem.pdf>
- KDNUGGETS. (2018). CRISP-DM. Still the top methodology for analytics. Data mining, or science projects. [en línea]. KDnuggets/News. [Consulta: 28-05-2018]. Disponible en: <https://www.kdnuggets.com/2014/10/crisp-dm-top-methodology-analytics-data-mining-data-science-projects.html>

- Lago, D., Gamoba, A., & Montes, A. (2014). Calidad de la educación superior: Un análisis de sus principales determinantes, *Revista Saber, Ciencia y Libertad*, 8, 2 pp 157-169. ISSN: 1794-7154.
- Ledis, N., & Valencia, C. (2012). Aplicación del proceso de KDD en el contexto de bibliomining: El caso Elogim. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 35, 1 pp 97-108. ISSN: 0120-0976
- LOES. (2016). Ley Orgánica de Educación Superior. Ecuador. [Consulta: 02-05-2017]. Disponible en: <https://procuraduria.utpl.edu.ec/sitios/documentos/NormativasPublicas/Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Educaci%C3%B3n%20Superior%20Codificada.pdf>
- Logreira, C. (2011). Minería de datos y su incidencia en la toma de decisiones empresariales en el contexto de crm, *Revista Ingeniería Solidaria*, 7, 12-13 pp 68-71. ISSN: 2357-6014.
- Mamani, J. (2012). Ventajas y Desventajas de Cloud Computing, *Revista de Información, Tecnología y Sociedad*, 7 pp 86-87. ISSN: 1997-4044.
- Manassero, M., & Vázquez, Á. (2019). Conceptualización y taxonomía para estructurar los conocimientos acerca de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16, 3 pp 31-39. DOI:https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3104
- MAPCHART. (2019). World Map: Simple. Disponible en <https://mapchart.net/world.html>
- Marcano, Y., & Talavera, R. (2007). Minería de datos como soporte a la toma de decisiones empresariales, *Opción*, 23, 52 pp 104-118. ISSN: 1012-1587.

- Márquez, C., Romero, C., & Ventura, S. (2012). Predicción del fracaso escolar mediante técnicas de minería de datos, *IEEE-RITA*, 7, 3 pp 109-117. ISSN: 1932-8540.
- MICROSOFT. (2017). ¿Qué es Power BI?. [en línea]. Microsoft. [Consulta: 09-09-2017]. Disponible en: <https://powerbi.microsoft.com/es-es/what-is-power-bi/>
- Milia, M. (2014). de Políticas Públicas de Ciencia, Tecnología y Educación Superior en el Ecuador. Nuevos horizontes: dinámicas y condicionamientos para una Investigación Universitaria de cara a la Sociedad. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, (págs. 1,26, Art 616). Buenos Aires, Argentina.
- Moine, J., Gordillo, S., & Haedo, A. (2011). Análisis comparativo de metodologías para la gestión de proyectos de minería de datos. XVII Congreso argentino de ciencias de la computación. Red de Universidades Nacionales con carreras en Informática (RedUNCI), Argentina.
- NTU Ranking. (2019). Methodology Indicators. [Consulta: 12-07-2019]. Disponible en <http://nturanking.lis.ntu.edu.tw/methodology/indicators>
- Orlandi, R. (1997). Patente como fonte de informação tecnológica. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 2, 2 pp 235-264.
- Oviedo, E., Oviedo, A., & Vélez, G. (2015). Minería de Datos: Aportes y tendencias en el servicio de salud de ciudades inteligentes, *Revista Politécnica*, 11, 20 pp 111-120. ISSN: 2256-5353.
- POWERDATA. (2018). [Consulta: 21-06-2019]. Disponible en: <https://www.powerdata.es/integracion-de-datos>.

- POWERDATA. (2019). Calidad de datos en minería de datos a través del preprocesamiento. [Consulta: 20-06-2019]. Disponible en <https://blog.powerdata.es/el-valor-de-la-gestion-de-datos/calidad-de-datos-en-mineria-de-datos-a-traves-del-preprocesamiento>.
- Pytel, P., Tomasello, M., Rodríguez, D., Arboleya, H., Pollo-Cattaneo, M., Britos, P., & García-Martínez, R. (Mayo de 2011). Estimación de proyectos de explotación de información estudio comparado de modelos analíticos y empíricos. En A. Buquete (Presidencia), XIII Workshop de Investigadores de Ciencias de la Computación, Rosario, Argentina.
- QS. (2019). Metodología. [Consulta: 18-08-2019]. Disponible en <https://www.topuniversities.com/qs-world-university-rankings/methodology>.
- RICYT. (2018). Ecuador 2008-2017 Publicaciones. [Consulta: 16-08-2019]. Disponible en http://dev.ricyt.org/ui/v3/bycountry.html?country=EC&subfamily=CTI_BIB&start_year=2008&end_year=2017
- RICYT. (2019). Infografía Ecuador. [Consulta: 19-08-2019]. Disponible en https://datastudio.google.com/reporting/1mtazAUR-e8DRZF6uu3nu_wL79Auh_-Wq/page/HNBj
- Reyes, J., & García, R. (2005). El proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos. Ingenierías, 8, 26 pp 37-47. ISSN: 1405-0676.
- Riquelme, J., Ruiz, R., & Gilbert, K. (2006). Minería de datos: Conceptos y Tendencias, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, 10, 29 pp 11-18. ISSN: 1137-3601.

- Rivera, C., Espinoza, J., & Valdés, Y. (2017). La investigación científica en las universidades ecuatorianas. Prioridad del sistema educativo vigente. *Revista Cubana de Educación Superior*, 36, 2 pp 113-125. ISSN: 0257-4314.
- Royero, J. (2003). Gestión de sistemas de investigación universitaria en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación*, 33, 1 pp 1-19. DOI: <https://doi.org/10.35362/rie3312944>
- Ruiz, R., Gilbert, K., & Riquelme, J. (2006). Presentación: Minería de datos, *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 10, 29 pp 7-9. ISSN: 1137-3601.
- Salas, I. (2013). La acreditación de la calidad educativa y la percepción de su impacto en la gestión académica: El caso de una institución del sector no universitario en México, *Revista Calidad en la Educación*, 38, pp 305-333. ISSN: 0718-4565.
- Sánchez, A. (2018). La divulgación de la ciencia como literatura. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- SCIMAGOIR. (2019). Metodología SIR. [Consulta: 19-08-2019]. Disponible en <https://www.scimagoir.com/methodology.php>
- SENESCYT. (2017). [Consulta: 11-05-2018]. Disponible en: <https://www.educacionsuperior.gob.ec/valores-mision-vision/>
- Senso, J., & De La Rosa, A. (2003). El concepto de metadato. Algo más que descripción de recursos electrónicos, *Revista Ciência da Informação*, 32, 2 pp 95-106. ISSN: 1518-8353.

- Silas. (2014). Calidad y acreditación en la educación superior: realidades y retos para América Latina, *Revista Páginas de Educación*, 7, 2 pp 1-20. ISSN: 1688-7468.
- Stenhouse, L. (2004). *La investigación como base de enseñanza*. Madrid: Morata.
- Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa.
- Tecnológico de Monterrey. (2018). Planear y construir borradores. Disponible en <http://sitios.ruv.itesm.mx/portales/crea/planear/como/articuloIMRD.htm>
- THE. (2018). Ranking Mundial de Universidades 2019: metodología. [Consulta: 07-09-2019]. Disponible en <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/methodology-world-university-rankings-2019#survey-answer>
- Timarán, R., Calderón, A., & Hidalgo, A. (2017). Aplicación de los árboles de decisión en la identificación de patrones de lesiones fatales por causa externa en el municipio de Pasto, Colombia, *Revista Universidad y Salud*, 19, 3 pp 359-365. DOI: <http://dx.doi.org/10.22267/rus.171903.101>
- Timarán, R., Calderón, A., & Jiménez, J. (2013). Aplicación de la minería de datos en la extracción de perfiles de deserción estudiantil, *Revista Ventana Informática*, 28, pp 31-47. ISSN: 0123-9678.
- Timarán-Pereira, S., Hernández-Arteaga, I., Caicedo-Zambrano, S., Hidalgo-Troya, A., & Alvarado-Pérez, J. (2016). Descubrimiento de patrones de desempeño académico con árboles de decisión en las competencias genéricas de la formación profesional. Bogotá, Colombia: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia.

Tünnerman, C (2002). Breve historia del desarrollo de la universidad en América Latina. La educación superior en el siglo XXI. pp 11-38.

UIAF. (2014). Técnicas de minería de datos para la detección y prevención del lavado de activos y la financiación del terrorismo (LA/FT). [en línea]. Unidad de Información y Análisis Financiero (UIAF). [Consulta: 07-09-2017]. Disponible en: http://www.urosario.edu.co/observatorio-de-lavado-de-activos/Archivos_Lavados/Tecnicas-de-mineria-de-datos-para-la-prevencion-de.pdf

UNACH. (2018). Misión y Visión. [en línea]. Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). [Consulta: 08-09-2017]. Disponible en: <http://www.unach.edu.ec/index.php/quienessomos/mision-vision>

UNACH. (2018). Reglamento de investigación de la Universidad Nacional de Chimborazo. [en línea]. Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). [Consulta: 08-08-2019]. Disponible en: <http://www.unach.edu.ec/gaceta-universitaria-ele/>

UNESCO. (2014). Informe de seguimiento de la EPT en el mundo. Enseñanza y aprendizaje: lograr la calidad para todos. [en línea]. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). [Consulta: 08-09-2017]. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002261/226159s.pdf>

UNIVERSIA. (2019). Las 8 investigaciones científicas más destacadas de septiembre. [en línea] Universia.net: [Consulta: 5-08-2019] Disponible en: <http://noticias.universia.es/cultura/>

noticia/2015/10/05/1131948/8-investigaciones-cientificas-destacadas-septiembre.html

Universidad de Extremadura. (2019). Cómo buscar en las bases de datos de forma eficaz: Qué son las Bases de Datos. Recuperado de <https://biblioguias.unex.es/buscar-en-bases-de-datos>

Valcarcel. (2004). Data Mining y el descubrimiento del conocimiento. *Industrial Data*, 7, 2 pp 83-86. ISSN: 1560-9146.

Vázquez, E. (2013). El videoartículo: nuevo formato de divulgación en revistas científicas y su integración en MOOCs. *Comunicar*, XXI, 41 pp 83-91. ISSN: 1134-3478

Walker, S. (2015). Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think, *International Journal of Advertising*, 33, 1 pp 181-183. DOI: 10.2501/IJA-33-1-181-183.

WEBOMETRICS. (2019). Metodología. [Consulta: 19-08-2019]. Disponible en: <http://www.webometrics.info/en/Methodology>

**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO**

Gestión del Conocimiento y Propiedad Intelectual

**ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO CONTINUO EN LA GESTIÓN ACADÉMICA
E INVESTIGATIVA UNIVERSITARIA, UTILIZANDO TÉCNICAS DE MINERÍA DE
DATOS ; se publicó en el mes de julio de 2021 en la Universidad Nacional de Chimborazo.**

Estrategias de mejoramiento
continuo en la gestión
académica e investigativa
universitaria, utilizando
técnicas de

MINERÍA DE DATOS

En este sentido, indudablemente el proyecto del cual se desprendió esta obra es de interés científico, debido a que, en este caso específico se plantearon estrategias de mejora para los sectores académicos y de investigación de la Universidad Nacional de Chimborazo (Unach), sin embargo, el estudio podría extenderse para plantear recomendaciones de la gestión en base a los criterios de evaluación, propuestos por el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES), como son: organización, vinculación con la sociedad y recursos e infraestructura, lo cual propendería a la calidad de la educación superior. Por estas razones, el proyecto base planteado, está enfocado en los dos ámbitos anteriormente descritos (academia e investigación), que bien podría extenderse a otros campos del quehacer educativo universitario, con lo cual, se esperaría que al contar con datos que permitan tomar decisiones adecuadas por parte de los directivos de las universidades, estas puedan llegar a obtener altos puntajes en los procesos de recategorización institucional, realizados a las Instituciones de Educación Superior (IES de ahora en adelante).

Unach
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,
VINCULACIÓN Y POSGRADO

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO
Y PROPIEDAD INTELECTUAL