

Business Intelligence aplicado al proceso de seguimiento de graduados de la Universidad Técnica del Norte

Cathy Pamela Guevara Vega^a, Sania Miroslava Ortega Andrade^a, Vicente Alexander Guevara Vega^a, José Antonio Quiña Mera^b

^a Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Av. 17 de Julio, Ibarra, Ecuador
cguevara@utn.edu.ec, smortega@utn.edu.ec, alexguevara@utn.edu.ec

^b Empresa Pública YACHAY EP, Ciudad del Conocimiento, Urcuquí, Ecuador
aquina@yachay.gob.ec

Resumen. El proceso de seguimiento de graduados en la universidad, es parte del mejoramiento de la gestión en la calidad de la formación integral de los estudiantes, como estrategia para la vinculación de la academia en la sociedad. En dicho proceso la universidad maneja una extensa cantidad de datos que no ha logrado explotar en su totalidad, por lo cual no existe información que permita acertar la toma de decisiones, en el mejoramiento del currículo y el proceso de acreditación académica. Se propuso implementar una plataforma de Business Intelligence bajo una metodología de desarrollo de software, para integrar, procesar y estandarizar la información que pretenda mejorar el proceso de evaluación de los indicadores de acreditación. Se procesó los datos personales, formación académica, experiencia laboral y capacitación continua de los graduados, recopilados de distintas aplicaciones informáticas. Los resultados de la implementación mejoraron el análisis e integración de los datos, los tiempos de elaboración en reportes, alertas, vistas y cuadros de mando, que se muestran en un solo entorno de presentación, logrando sistematizar el proceso y facilitar el cumplimiento de indicadores.

Palabras Clave: Business Intelligence, metodología, software, análisis de datos, graduados.

1 Introducción

El proceso de seguimiento de graduados en la universidad es un programa de vinculación con la colectividad que conlleva potenciar la formación de los estudiantes a través de la interacción con la sociedad, las experiencias, los debates y la filantropía que, los graduados mantienen a lo largo de su ciclo profesional en la universidad, con el objetivo de apoyar, guiar y mejorar el currículo académico y las oportunidades de cambio en la matriz productiva de un país [1].

Los graduados poseen información valiosa y relevante para la universidad, como el conocimiento del trabajo actual, las aptitudes y destrezas que van adquiriendo a través del tiempo, para determinar desde una perspectiva externa la pertinencia y la calidad de la educación y los docentes. La mayor parte de la universidad a nivel mundial es financiada por fondos del gobierno, los aportes en el ámbito académico, investigativo, social y humanístico son valiosos para obtener una educación de calidad [2].

Los datos e información que se manejan en dicho proceso son amplios que provienen de diferentes fuentes, por ejemplo, la información del cumplimiento de las

competencias generales de formación aplicadas al desempeño laboral, que permiten evaluar la misión de la universidad. Al no existir un acertado análisis de la información para obtener tendencias, guías de conocimiento o comportamiento en el proceso de seguimiento de graduados, no se puede aportar mejoras al currículo académico, contribuir al proceso de acreditación ni establecer mecanismos de control y evaluación de las actividades permanentes en el ámbito laboral, social, académico del entorno. Es ahí donde las herramientas de análisis de datos dan un apoyo a la gestión de la información.

Business Intelligence (BI), es una herramienta informática basada en el proceso de análisis de datos que se consolida a través de pasos, tareas, actividades y herramientas que al ser agrupadas en etapas y fases, permite obtener información procesada para determinar una adecuada toma de decisiones que aporte al proceso de gestión [3].

En el presente artículo da a conocer una propuesta de desarrollo de una plataforma de Business Intelligence para facilitar el análisis de datos en el proceso de seguimiento de graduados, utilizando la ingeniería de software, una metodología de desarrollo de BI y sustentado bajo los indicadores de acreditación que norman los organismos de control de la educación universitaria en el Ecuador. Esta plataforma fue implementada con datos de aplicaciones informáticas desarrolladas en el ámbito académico, en un período determinado de tiempo y enfocada al proceso de seguimiento de graduados. La evaluación de la plataforma BI se llevó a cabo sobre tres indicadores de acreditación de las carreras académicas, correspondientes al periodo 2013-2015, obteniéndose mejora en los reportes de información estadística en menos tiempo, en relación a los reportes de los sistemas transaccionales existentes. Este resultado evidencia la efectividad de los tiempos de respuesta en la información académica valorada a través de los indicadores de acreditación de carrera.

El documento está organizado de la siguiente manera: En la sección 2 se determina la importancia de analizar datos de los procesos académicos a través de la inteligencia de negocios como mejora en la gestión académica de la universidad. También se describen los principales componentes de BI y el uso de la metodología de desarrollo para plataformas BI con artefactos de ingeniería de software. La sección 3 presenta la propuesta de la plataforma de BI para el análisis de datos académicos y se muestra los resultados obtenidos en la fase de pruebas de la plataforma. En la sección 4 se muestra el desempeño de la plataforma BI cuando sus resultados son comparados con aquellos reportes transaccionales. Finalmente, en la sección 5, se muestran las principales conclusiones de esta investigación y el trabajo futuro.

2 Antecedentes

2.1 Necesidad de analizar datos de los procesos académicos a través de business intelligence como mejora en la gestión académica de la universidad.

El estado actual del arte evidencia, por una parte, la necesidad de organización, integración y análisis de la información académica, por otra parte, la importancia en la elaboración de reportes de indicadores para evaluación institucional, lo cual se

formula como una necesidad urgente en beneficio de la calidad de la formación de los estudiantes.

La acertada toma de decisiones en la universidad se vuelve complicada y muy imprecisa lo que hace que la información que se encuentra en las aplicaciones informáticas se deje de lado, haciendo que su análisis se retrase y no alcance los objetivos deseados por los usuarios finales en especial las autoridades universitarias. Para la investigación académica la recolección de datos es considerada una de las fuentes importantes, por cuanto se debe manejar cuidadosamente dicha información. En la mayoría de las instituciones este proceso puede ser confuso y tedioso de interpretar; sin embargo, se debe empezar por utilizar métodos u orientaciones teórico-metodológico que ayuden a comprender la complejidad del proceso de análisis de datos que consiste en inspeccionar, limpiar y transformar datos con el objetivo de obtener información útil.

Como se puede notar, la tarea de realizar un buen análisis de los datos académicos existentes determina la acertada toma de decisiones; el tratamiento de los datos e información basado en la inteligencia de negocios es vital para mejorar la gestión académica, a continuación, se justifica dicha necesidad.

Business Intelligence se define como un concepto que integra el almacenamiento y el procesamiento de grandes cantidades de datos, con el principal objetivo de transformarlos en conocimiento para consecuentemente tomar decisiones acertadas, a través del análisis de datos [4]. Dicho conocimiento debe ser oportuno, relevante, útil y acorde con el contexto de la organización. BI hace la diferencia dentro del ámbito de los sistemas, en términos de su enfoque; el ámbito de aplicación; el nivel de compromiso y los recursos necesarios; en donde causa impacto sobre el personal y los procesos de negocio obteniendo beneficios para la organización [5].

Yves-Michel Marti científico, profesor y fundador de Egideria [6], una de las mayores e importantes empresas europeas de consultoría en inteligencia de negocios determina que con el transcurso de los años, el concepto BI tuvo mayor alcance, dentro de un proceso evolutivo, abarcando un conjunto de herramientas de software, por ejemplo el EIS (Executive Information System – Sistema de Informaciones Ejecutivas), las soluciones DSS (Decision Support System – Sistema de Soporte a la toma de decisiones), Planillas Electrónicas, Generadores de Consultas y de Informes, Data Marts, Data Mining, Herramientas OLAP (On-Line Analytical Processing – Proceso Analítico en línea) y en si la relación directa con el ERP (Enterprise Resource Planning – Sistemas Integrados de Gestión Empresarial) y CRM (Customer Relationship Management – Administración basada en la relación de los clientes), que tienen como objetivo agilizar y mejorar dinámicamente la capacidad de toma de decisiones refinando estrategias de relación con clientes, para atender a las necesidades de la empresa .

Business Intelligence se enfoca a la administración del conocimiento como una disciplina que articula personas y procesos, en donde los datos combinados con la información permiten vincular al conocimiento en entendimiento, para finalizar con la sabiduría en donde se conjuga una retroalimentación y mejora continua en la transformación de los procesos organizacionales [7]. A partir de los 80's la inteligencia de negocios ha sido la disciplina más considerada debido a que la tecnología para llevarla a cabo fue creada y evolucionada por las grandes y representativas empresas del mundo como IBM, Microsoft, Oracle, Cognos, SAS, [8].

Además, apareció el concepto de Data warehouse DW (almacén de datos) por Ralph Kimball y Bill Inmon [9], utilizado para manejar inmensas cantidades de datos con un análisis en tiempo real y reportes personalizados. En un artículo publicado por los investigadores de International Data Corporation “The Expanding Digital Universe: A Forecast of Worldwide Information Growth through 2010”, se determina el pronóstico en la cantidad de datos digitales que se crearán y reproducirán cada año. Solo en el año 2006, se crearon en todo el mundo 161 exabytes de datos lo que indica que, para los próximos cuatro años, la información creada aumentará por seis y llegará hasta los 988 exabytes, es decir se incrementará cerca del 40% año a año y alcanzará 44,4 trillones de gigabytes para 2020. Las empresas deberán aprovechar esta marea de información y lograr mantenerse competitivas en esta nueva era tecnológica [10]. En síntesis, el análisis de datos es importante para consolidar la toma de decisiones acertadas, aún más cuando el crecimiento de la información se realiza de manera acelerada, esto no sólo permitirá gestionar la información si no también asegurar la calidad académica universitaria.

2.2 Componentes y modelos para el análisis de datos académicos

Existen algunos componentes y modelos que deben ser considerados, a continuación, se detallan los siguientes:

Análisis de datos: se divide en análisis exploratorio de datos (EDA), donde se descubren nuevas características en los datos y el análisis confirmatorio de datos (CDA), donde se prueba si la hipótesis es verdadera o falsa [11]. El tipo de análisis de datos depende de: el nivel de medición y descripción de las variables, el tipo de hipótesis formulada en la investigación y el diseño de investigación. En la siguiente tabla se detallan los tipos de análisis de datos.

Tabla 1. Tipos de análisis de datos.

Análisis cualitativo:	Método
los datos son representados de manera verbal como entrevistas, notas de campo, hojas de documentos, no existe reglas formales y está orientado al método inductivo de la investigación [12].	Fenomenología: identifica la esencia de un fenómeno a través de la experiencia vivida en una expresión textual de su esencia (Análisis temático) [12].
	Etnografía: identificar patrones culturales [12].
	Teoría Fundamentada: identificar procesos sociales básicos, a través de la codificación abierta, selectiva y comparación constante [12].
	Análisis de correspondencia: adaptado para tablas de contingencia o variables cualitativas [13].
Análisis cuantitativo: los datos se representan de manera numérica, lleva una	Análisis Descriptivo: consiste en presentar la información de forma sistémica, resumida y específica, a través de diagramas de barras o sectores, no realiza generalizaciones [14].
	Análisis inferencial: obtienen conclusiones de un grupo

investigación lineal y un método deductivo [12].	mayor (población) a partir de las observaciones obtenidas en la muestra y hace generalizaciones [15].
	Análisis Predictivo: a través de un proceso cíclico define nuevas correlaciones, patrones y tendencias significativas, filtrando y depurando grandes volúmenes de datos, utilizando técnicas de reconocimiento de comportamiento, así como modelos matemáticos y estadísticos[16].
	Análisis factoriales: consiste en transformar la tabla de datos inicial en una nueva tabla que contiene la misma información de manera jerarquizada y está compuesta de ejes factoriales [17].
	Análisis en componentes principales: adaptado para datos heterogéneos que combinan variables expresadas en escalas de medida diferentes o porcentajes [18].
	Comparativa de grupos: permite comparar variables continuas en varios grupos por medio del Test T de Student, análisis de la varianza o métodos no paramétricos equivalentes [19].

Codificación de datos: es el proceso por el cual se fragmentan o segmentan los datos en función de su naturaleza, significado y objetivo de la investigación. Este proceso conlleva depurar, tratar e interpretar los datos de manera que permita condensar en unidades que puedan ser analizadas como números, etiquetas o códigos.

Exposición de los datos: está centrada en la organización y comprensión de los datos codificados por medio de la búsqueda de relaciones entre los elementos que conforman los diferentes grupos, identificados por medio de diagramas como pueden ser: matrices, redes de interconexión, diagramas de flujo, mapas, o cualquier interpretación gráfica que facilita el trabajo comparativo de los datos, y el camino de la interpretación de los mismos en busca de sus características y dimensiones.

Modelos pedagógicos y educativos: dentro de las teorías, modelos pedagógicos y educativos se consideran implícitos al ser humano, el conocimiento, la educación, la formación y el desarrollo, de esta manera se ha determinado varias teorías y corrientes que permitan organizar, transmitir y evaluar la educación, entre ellas está las teorías activas, conductistas, cognitivistas y socio críticas [20]. Para una mejor comprensión se presenta un cuadro resumido entre los modelos que existen hasta la actualidad, considerando su metodología y características relevantes en el tiempo y el espacio.

Tabla 2. Tipos de modelos pedagógicos y educativos.

Tipos	Definición
Tradicional	Forma el carácter a través de lo ético y moral, transmite saberes, conocimiento y valores a lo largo de la educación. El conocimiento se basa en la disciplina, el alumno es receptor y el maestro es el ejemplo a seguir [21].

Conductista	El conocimiento, destrezas y competencias se rigen bajo la conducta intelectual de las personas. Define resultados precisos donde el docente es intermediario que envía instrucciones al estudiante que es el ejecutor [21].
Constructivismo	Se desarrolla el conocimiento sobre las experiencias, saberes previos. Existe las interacciones entre persona y entorno, es reflexivo, dialéctico, e interpretativo. El estudiante construye sus propios contenidos de aprendizaje [22].
Crítico-Social	Forma personas productivas, conscientes, éticas y estéticas, cuyas competencias se vinculen con la comunidad, bajo lo científico-técnico. El docente innova y vincula a los estudiantes en la investigación, la relación es horizontal y participativa [23].
Humanista	Premisa el aprendizaje humanista, autorrealización, autoestima, seguridad y la motivación. Es un proceso psicológico para alcanzar objetivos [24].
Desarrollo-Humano	Representa la formación integral del estudiante, bajo los conceptos de saber hacer, saber ser y saber convivir. Conlleva a construir un proyecto personal de vida bajo autonomía y competencias. Los estudiantes desarrollan valores éticos, creatividad, liderazgo, humanismo y uso de las TIC's [25].

Para las Instituciones de Educación Superior (IES) en la actualidad, el estudiante debe formarse en primer lugar como persona, que va construyéndose en el proceso de aprendizaje profesional, con formación humanística, comprometido con el desarrollo social y el medio ambiente, innovador y competitivo en el entorno laboral. Y no existe la simple idea de que los profesionales competentes sean aquellos que poseen los conocimientos y se desempeñen con éxito en una profesión específica. Hoy en día los escenarios son complejos, heterogéneos y requieren integrar valores y diversas habilidades, esto determina que, no basta conocer y saber hacer, es necesario ser profesional [26]. El compromiso de las IES en Ecuador es vincular directamente sus carreras con el sector productivo y fortalecer los modelos académicos, en donde el perfil de egreso de los estudiantes debe mejorarse continuamente. A través de encuestas, graduados y empleadores han puesto en consideración la importancia de las denominadas competencias genéricas en el desempeño académico y profesional.

El Proyecto de Tuning es uno de los proyectos relevante a nivel mundial en la Innovación Educativa y Social que, es coordinado por 230 académicos de 20 países latino americanos, 13 europeos y 17 redes en áreas temáticas. Han logrado afinar las diferentes estructuras académicas a través de la convergencia curricular basada en un enfoque de competencias, que permitan fortalecer el sistema académico universitario [27]. La competencia es un término ampliamente usado para designar “un rango de cualidades y capacidades que son consideradas como importantes para la educación superior” [28]. Incluye habilidades de pensamiento (razonamiento lógico y analítico, solución de problemas, curiosidad intelectual), habilidades de comunicación efectiva, trabajo en equipo y capacidades para identificar, acceder y gestionar el conocimiento y la información; atributos personales como la imaginación, la creatividad y el rigor intelectual; y valores como la ética práctica (deontología profesional), persistencia, tolerancia e integridad. Esta colección de cualidades y capacidades tan diversas se

diferencia del conocimiento profesional específico y las habilidades técnicas tradicionalmente asociadas con la educación superior [29]. Los componentes de una competencia están enfocados en los siguientes aspectos: atributos personales, desempeño de funciones y/o tareas profesionales y condición de realización [30]. Una competencia es efectiva cuando todos sus componentes están integrados. Se consideran los siguientes aspectos para determinar una competencia: *El saber*, que es el conocimiento, datos, conceptos, información permanente, capacitación constante. *El saber hacer*, que es el resultado obtenido, es lo esperado, son las habilidades, las destrezas, métodos propios de actuación, las aptitudes. *El saber estar*, que es emocional, capacidad relacionada con la comunicación y el trabajo cooperativo. *El poder hacer*, que son factores situacionales y de estructura de la organización. *El querer hacer*, que son los factores emocionales y motivacionales, son las actitudes y valores que guían el comportamiento. *El Hacer Hacer*, que es liderar, es participar, delegar, enseñar, organizar [31]. Algunos tipos de competencias entre las reconocidas son:

- **Competencias básicas:** permiten analizar, comprender y resolver problemas cotidianos del diario vivir, se las conoce como competencias instrumentales ya que se adquieren en la formación primaria y secundaria, por ejemplo la habilidad para el cálculo, la comunicación oral [32].
- **Competencias generales:** corresponden a las que son propias de la institución, pretenden dotar a los estudiantes de conocimientos, habilidades y actitudes para desenvolverse en el ámbito profesional, son adquiridas en la universidad [33].
- **Competencias transversales:** que son las que atraviesan a varias disciplinas y consecuentemente, deben desarrollarse a través del trabajo conjunto de ellas.
- **Competencias específicas:** que son las propias del área, la titulación o la asignatura, otorgan lo propio y distintivo de la profesión.[34].

No todos los involucrados en el proceso de formación profesional e inserción laboral coinciden en la importancia de una misma competencia, hay diversos escenarios que dan lugar a una discordia entre los graduados de las universidades, cumplen o no con los requerimientos y competencias del nuevo mercado laboral, o si para los empleadores son otras las competencias que tienen mayor relevancia a diferencia de lo que determinan los académicos. Estos escenarios permiten a las IES mejorar y actualizar los modelos curriculares, analizando y evaluando la realidad del entorno laboral [35]. Un estudio realizado en 1.973 por el profesor David McClelland de la Universidad de Harvard, determina que las características propias de las personas como puede ser el conocimiento y las habilidades profesionales están relacionadas al buen desempeño en su puesto de trabajo [36].

2.3 Componentes de la plataforma BI

Es importante aclarar que BI no es una metodología, un software, un sistema o herramientas definidas, sino es un conjunto de tecnologías que dan apoyo a la toma de decisiones empresariales, para la comprensión del desarrollo de un BI el proceso está formado por 6 fases, donde la Fase1 es la obtención de los datos, la Fase2 es la

colocación de datos en un contexto, la Fase3 es el análisis y producción, la Fase4 es el entendimiento, la Fase5 permite la toma de decisiones, y la Fase6 permite observar el resultado y medirlo [37]. Dentro de los componentes que integra un BI se pueden considerar los siguientes elementos:

Diseño conceptual de los sistemas: trata de organizar, definir el formato y composición de la información que es requerida en todo el proceso de implementación de un BI. El diseño conceptual es utilizado en varios momentos de las etapas del desarrollo de la plataforma de BI, por lo que dicha información se transforma según las necesidades presentadas en la toma de decisiones [38]. Los datos, la información y el conocimiento son términos muy utilizados en el desarrollo de un BI, por lo que es importante diferenciarlos. Los datos están localizados en todo el mundo como elementos primarios o un conjunto de valores que no dicen nada sobre el porqué de las cosas, por ejemplo un nombre o un número que solos no ayudan a la toma de decisiones [39]. La información es el conjunto de datos procesados y que tienen un significado que disminuye la incertidumbre cuando se añade un valor, que puede ser a través de la contextualización, el cálculo, la categorización o la agregación y que al receptor puede hacer cambiar la forma de su comprensión [40]. El conocimiento se encuentra en agentes como personas, empresas, organizaciones donde la experiencia, los valores, la comparación con pares, predicciones de consecuencias, búsqueda de conexiones e información, permiten retroalimentar las acciones de las empresas [41].

Data warehouse: (Almacén de datos - DW), generan bases de datos tangibles, transaccionales que proporciona consultas operativas para el análisis multidimensional. Está basado en OLAP, que es usado en el análisis y visión flexible del negocio, los datos integrados son orientados a un material que varían con el tiempo y que no son transitorios.

Data mart: son datos especializados que están enfocados a un área específica, permiten acelerar las consultas, mantener una estructura eficiente de los datos y permiten dividir y segmenta los datos para mejorar el control de acceso [42].

Extracción, transformación y transporte de datos: se conoce como el proceso ETL (Extract, Transform and Load), organiza el flujo de los datos entre varios sistemas con métodos y herramientas para mover, limpiar, formatear en otras bases de datos. Forma parte del proceso de BI en la parte inicial de toma de datos de los sistemas bases, por tal razón es importante considerar un buen proceso ETL para desarrollar un BI [8].

Herramientas OLAP: presentan una visión multidimensional de los datos a través de cubos, donde el usuario formula consultas seleccionado atributos sin conocer la estructura interna del almacén de datos [43]. Existen los siguientes operadores de refinamiento o manipulación de consultas:

- **Rotar (Swap):** alterar las filas por columnas.
- **Bajar (Down):** bajar el nivel de visualización en las filas a una inferior.
- **Detallar (Drilldown):** informar para una fila en concreto de datos a un nivel inferior.
- **Expandir (Expand):** igual que el anterior sin perder la información a nivel superior para todos los valores.
- **Roll:** eliminar criterios de agrupación en el análisis, agregando grupos actuales.
- **Slice & Dice:** impone condiciones sobre las dimensiones.

- **Pivot:** elige atributos para la tabla de salida y cambia la disposición de los atributos [44].

Modelo de datos OLAP: se destacan dos en especial: **i)** modelo estrella: se basa en una tabla de hechos central que representa las medidas y que esta enlazada a las tablas de dimensiones relacionadas que son las categorías descriptivas de las medidas; **ii)** modelo copo de nieve: tienen el mismo concepto que el modelo estrella, pero se enlaza a otras tablas dimensionales. El uso de estos modelos simplifica la comprensión de los datos y maximiza el desempeño de las peticiones (queries) de la base de datos ahorrando espacio de almacenamiento [44].

Sistemas OLAP: se definen los siguientes: **i)** sistema ROLAP: procesamiento analítico relacional en línea, los datos son accesibles desde el DW y no son almacenados por separado, utiliza una arquitectura de tres niveles, la base de datos relacional, el motor ROLAP y el nivel de aplicación que ejecuta las consultas multidimensionales de los usuarios; **ii)** sistema MOLAP: procesamiento analítico multidimensional en línea, los datos son pre calculados y luego almacenados en cubos multidimensionales de datos, utiliza una arquitectura de dos niveles: la base de datos multidimensional y el motor analítico; **iii)** sistema HOLAP: procesamiento analítico híbrido en línea, gestiona datos detallados en una base de datos relacional, y los datos agregados se almacena en una base de datos multidimensional separada [44].

Sistemas de Información Ejecutiva: EIS (Executive Informations System) es cualquier sistema de software que muestra información ejecutiva a la gente que toma decisiones de manera sencilla y con la mayor cantidad de información para monitorear su empresa. Presenta la información a través de indicadores empresariales con cualidades específicas que dependerán del comportamiento del análisis [45]. Entre los cuales se tienen: **i)** interfaz gráfica: deber ser sencilla de usar, vistosa e intuitiva; **ii)** alarmas o semáforos: identifican los errores y valores importantes dentro del monitoreo, disparan indicadores que muestran a la persona donde debe poner atención si ha sobrepasado algunos rangos de tolerancia; **iii)** tableros de control: el usuario puede monitorear a la empresa o área con indicadores de cualquier tipo. Puede utilizar metodologías especializadas por ejemplo Balanced Scorecard que permite monitorear el estado de salud corporativa.

Herramientas de consulta y reportes: (Query & Reporting Tools) son componentes que dan soporte a la plataforma de BI, las consultas y reportes permiten al usuario consultar y publicar los que las bases de datos poseen mediante técnicas y herramientas de software [46].

Roles de usuario: se presentan los siguientes participantes [47]:

- **Gestores de proyectos:** planifican y estructuran proyectos.
- **Preparadores de informes:** escriben informes y resultados.
- **Analistas de negocio:** entienden los requerimientos y construyen modelos.
- **Administradores de bases de datos:** gestionan los datos.
- **Arquitectos de soluciones:** gestionan la solución de problemas.
- **Desarrolladores de integración de datos:** escriben scripts de extracción.
- **Expertos en minería de datos:** aplican algoritmos de proyección para mejorar la toma de decisiones.
- **Expertos en la infraestructura tecnológica y rendimientos:** administran la plataforma tecnológica de BI.
- **Consumidores finales:** todos los tipos de usuarios finales.

3 Propuesta de la plataforma Business Intelligence para facilitar el análisis de datos en el proceso académico de seguimiento a graduados. Caso de la Universidad Técnica del Norte

3.1 Metodología de investigación en el análisis de datos

Se aplicaron los siguientes métodos de investigación: Histórico-Lógico, que permitió viabilizar la investigación a través de los antecedentes históricos de proyectos BI en ambientes empresariales y académicos [48]. El Hipotético-Deductivo que determinó las variables de investigación, el problema y la hipótesis del proyecto [49]. El Sistemico por estar relacionado con hechos y objetos aislados que al final se unifican para formar una teoría o hipótesis [50], y el Empírico por que la investigación se fundamentó en los métodos de entrevistas y encuestas para definir los resultados y conclusiones [51]. Se realizó un estudio comparativo de tipos de análisis de datos en el cual se definió implementar el análisis exploratorio y el confirmatorio, ya que se utilizó la estadística descriptiva e inferencial bajo una investigación lineal y un método deductivo de análisis de datos. Lo que permitió, comprender, medir y describir las variables de la investigación de mejor manera e identificar objetivamente hacia donde se desea llegar [52]. A continuación, se muestra el proceso de análisis de datos aplicado.

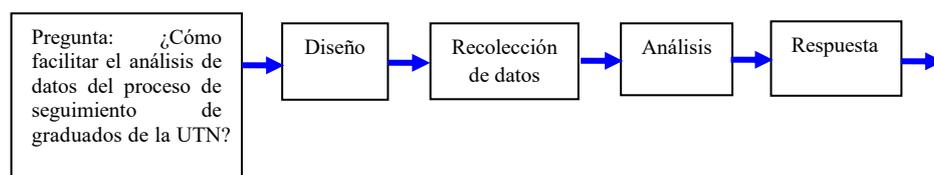


Fig. 1. Proceso de análisis de datos, para el desarrollo de la plataforma de BI, donde se puede observar que la respuesta depende exclusivamente de la pregunta bien formulada.

3.2 Metodología de la plataforma de Business Intelligence

Se estableció un estudio previo aplicando el concepto de ingeniería de software [53], que determinó aplicar la metodología de Ralph Kimball [54], la cual mantiene un enfoque Botton-Up (de abajo hacia arriba) en donde las partes individuales se diseñan con detalle (datamarts) y luego se enlazan para formar componentes más grandes (datawarehouse). En base al entorno de desarrollo, las necesidades y requerimientos que determina la universidad, se determinó definir el proceso y alcance en menos tiempo y costo [55].

3.3 Implementación y resultados obtenidos en la plataforma BI

La plataforma de BI fue implementada en la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (DDTI) de la Universidad Técnica del Norte de Ecuador, como ejecución

al plan de mejoras en el proceso de seguimiento de graduados (periodo 2013-2015), bajo la arquitectura y plataforma tecnológica de Oracle 11g. En base a la metodología Kimball se determinó las siguientes fases de implementación:

Planeación del proyecto: se desarrolló la guía de plan trabajo como artefacto del proceso de ingeniería de software (IS), bajo la plantilla de RUP (Rational Unified Process) [56]. En esta guía se determinaron el propósito, el alcance, los objetivos, los supuestos, las restricciones y se identificaron los entregables como una vista general del proyecto. Se especificaron los involucrados, los roles, responsabilidades y se determinó el calendario del proyecto, para validar los tiempos estimados.

Definición de requerimientos del negocio: se desarrolló el artefacto IS, de Especificación de Requerimientos bajo el estándar IEEE 830 [57]. Entre los requisitos funcionales se determinaron los requisitos de aplicación, datos de entrada, modelo estrella de dimensiones, tabla de hechos, indicadores y datos históricos. Para los requerimientos no funcionales se definieron la arquitectura, usabilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad.

Diseño de la Arquitectura tecnológica: se realizó un análisis previo con los expertos de la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la UTN, dos estudios realizados a través de encuestas a expertos y una investigación con el estudio del cuadrante mágico de Gartner [58]. Se concluyó aprovechar los recursos existentes y la infraestructura actual de la UTN, con el concepto de integración de las aplicaciones informáticas. Se determinó utilizar la Suite de Oracle BI Standard Edition One 11g, bajo el servidor de aplicaciones Oracle WebLogic Server 11g. Para el proceso de extracción, transformación y carga de datos se utilizó el Oracle Warehouse Builder 11g (OWB). En la siguiente figura se muestra el diseño de la Arquitectura de la Plataforma de BI-UTN.

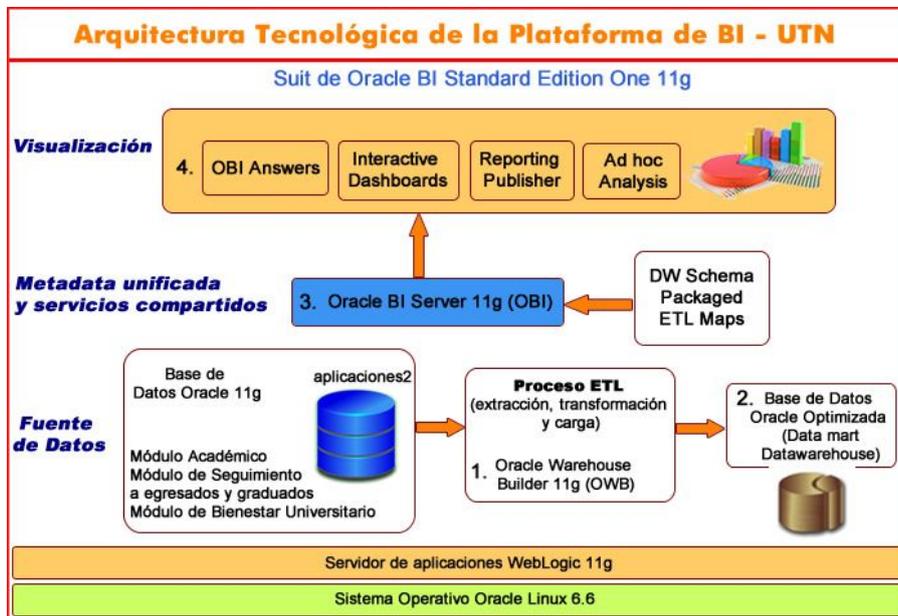


Fig. 2. Arquitectura tecnológica de la plataforma BI-UTN, bajo la suite Oracle 11g.

Definición del modelo dimensional: se implementó el modelo multidimensional OLAP “Estrella”, definiendo dos dimensiones: graduados y encuesta graduados, que se utilizaron en el caso práctico de la investigación.

Diseño lógico y físico: se determinó el modelo relacional de las tablas y el dimensional de las estrellas FC_GRADUADO y FC_ENCUESTA_GRADUADOS en base al sistema transaccional de seguimiento de graduados de la UTN, como origen de datos.

Diseño y desarrollo de la preparación de datos: se realizó un proceso ETL de los datos, en donde existió inconvenientes como la pérdida de datos sobre todo en la fase de carga, sin embargo, se logró afinar y corregir los errores encontrados a través de un proceso de revisión de la base transaccional. Se utilizó los datos de los módulos del ERP institucional: académico, bienestar y seguimiento de graduados, que son la fuente de datos del proyecto. Se implementó un conjunto de reglas del negocio para tareas de limpieza, filtrado, validación, depuración y combinación de los datos. Finalmente, la carga de datos se realizó completa e incrementalmente.

Especificación de aplicaciones analíticas: se especificaron las necesidades analíticas de los usuarios a través de roles y perfiles de usuarios como: autoridades, coordinadores de carrera y directivos. Además, se revisó el documento de requerimientos para conjugar con el documento de indicadores institucionales que debe cumplir lo dispuesto por el órgano regular de Acreditación y Evaluación de las IES del país que es el CEAACES (Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior del Ecuador).

Desarrollo de las aplicaciones analíticas: se desarrollaron los reportes y dashboards pre-definidos en la guía de requerimiento de indicadores de acreditación institucional. Para la formulación de los reportes en el proceso de seguimiento de graduados se consolidó el indicador de competencias generales de formación, bajo un cálculo promedio de las competencias aplicadas al desempeño laboral (total 26), datos que son analizados en base a las respuestas generadas en el sistema de encuesta a los graduados. Las competencias están valoradas con medidas de ALTO, MEDIO y BAJO con un peso específico. Esto permitió valorar cada competencia por carrera y por facultad.

Implementación: se puso a producción la plataforma de BI en los servidores de la DDTI y se realizó la transferencia tecnológica (capacitaciones y soporte técnico) a los administradores de los sistemas informáticos, y demás roles de usuario, durante un período de cuatro meses.

Mantenimiento y crecimiento: durante el proceso de implementación se han visto algunas reglas pendientes que se debe mejorar, por ejemplo, la calidad de ingreso de los datos hacia los sistemas fuente. Además, se consideró que previo a la generación del DW es importante revisar los indicadores institucionales para que los reportes y dashboards se generen con éxito y los usuarios finales queden satisfechos. Dentro de las oportunidades de mejora se consideró automatizar los reportes de validación para poder compararlos con el sistema fuente y asegurar que contengan los mismos datos de manera automática.

Gestión de proyectos: se consideró llevar un registro de seguimiento sobre el tiempo, las actividades y el cumplimiento de las mismas. Este proceso se realizó a lo largo de todo el ciclo de vida de Kimball, con el objeto de resguardar el avance del proyecto y que tenga los resultados esperados.

4 Evaluación de la plataforma Business Intelligence

El desempeño del análisis de datos del proceso de seguimiento de graduados a través de la plataforma BI-UTN está dado por el indicador de rendimiento, que tiene como principal finalidad medir qué tan óptima es la plataforma para responder a las peticiones con respecto a la accesibilidad a la información que sirve de apoyo a la toma de decisiones. En tal virtud, la plataforma BI-UTN fue validada en función del tiempo que se demora ejecutar los reportes. Se realizaron cuatro peticiones de reportes basados en el análisis de las competencias del desempeño laboral de los graduados, dando como resultado promedio la optimización del 85%, para esto se realizó el conteo de horas a través de la técnica del cronómetro, según el cual los análisis se demoran 14 horas en una hoja de Excel y 2 horas con la plataforma. Los resultados obtenidos de la evaluación se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Tiempos validados en cuatro reportes de análisis de datos del proceso de seguimiento de graduados.

Reporte	Tiempo (Excel) horas	Tiempo (Plataforma BI-UTN) horas	Porcentaje de rendimiento %
1	30	4	85
2	5	1	80
3	16	1	94
4	5	1	80

Para validar la aceptación del uso de la plataforma BI-UTN, los usuarios finales mantuvieron una capacitación técnica de 16 horas presenciales y un seguimiento de dos semanas durante los procesos de ejecución de reportes. Se realizó una encuesta como instrumento de validación de resultados a 12 personas (3 coordinadores de carrera, 3 autoridades departamentales y 6 autoridades de unidades académicas), que mantienen funciones de nivel jerárquico superior para la toma de decisiones, de la cual se obtuvo el 95,08% de aceptación. A continuación, se muestra el porcentaje de aceptación del uso de la plataforma de BI.

Tabla 4. Resultados de aceptación de los encuestados.

Valoración	1	2	3	4	5
Total de (X)	0	0	9	41	190
Multiplicación	*1	*2	*3	*4	*5
Resultado parcial	0	0	27	164	950
Suma total de puntos obtenidos (SumaTotal)	1.141				
RESULTADOS (SumaTotal/12)	95,08% de aceptación				

En la Figura 3. se presenta la interpretación gráfica de los resultados obtenidos en la validación de la aceptación de uso de la plataforma BI-UTN, que muestra un valor de 190 respuestas en la valoración 5 (Siempre están de acuerdo en el uso de la plataforma BI).

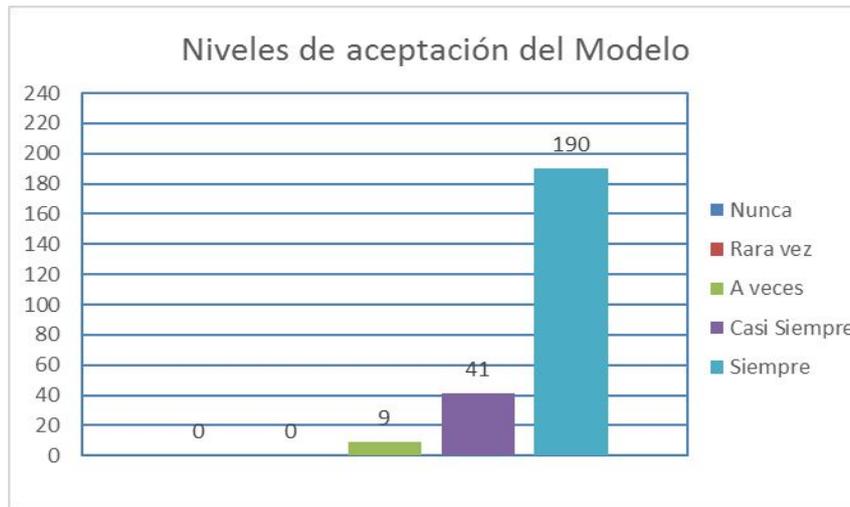


Fig. 3. Criterio de Aceptación de la Plataforma BI –UTN, en la que se indica el número de respuestas positivas para la aceptación de uso de la plataforma.

5 Conclusiones

El uso de la plataforma BI-UTN, facilitó el análisis de datos del proceso de seguimiento de graduados, optimizando el 85% en la ejecución de reportes académicos.

El uso de la plataforma BI-UTN dentro del ambiente de desarrollo fueron de gran ayuda, porque se implementó en función de los indicadores institucionales para la acreditación de carrera, que sirvió de motivación y guía para aplicar a futuros módulos de datos e indicadores de acreditación a través de su alta aceptación (95%).

El uso de una metodología de desarrollo permitió la factibilidad de integridad y trazabilidad de los datos, facilitó la implementación de la plataforma BI-UTN y optimizó las consultas de reportes de manera rápida y eficiente.

Dentro de la fase de diseño y desarrollo de la preparación de los datos se identificó la importancia en la calidad de los datos para evitar que existan datos perdidos o se presenten inconsistencias al momento de la transformación de los mismos, debido a que de esto depende que el proceso de análisis de datos sea preciso y exitoso.

Como trabajo futuro se considera expandir las funcionalidades de la plataforma de BI-UTN hacia la minería de datos con el fin de generar conocimiento nuevo que permita crear modelos predictivos, ejecutar proyectos con inteligencia artificial y mejorar la toma de decisiones en la universidad.

Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado gracias a la colaboración directa del equipo de trabajo de la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad Técnica del Norte.

Referencias

- [1] S. Moore and N. Kuol, "Relacionado al corazón: Explorando la dimensión emocional de experiencia educativas mediante recolección de vivencias de enseñanza superior," *Int. J. Acad. Dev.*, vol. 12, no. 2, pp. 87–98, 2007.
- [2] Universidad de Shanghai Jiao Tong, "Ranking Académico de las Universidades del Mundo," 2015. [Online]. Available: <http://www.shanghairanking.com/es/aboutus.html>.
- [3] L. Nader, Javier, "Sistema de Apoyo Gerencial Universitario," p. 456; Creación: 21 noviembre 2002; Recuperado: 26 febre, 2002.
- [4] K. Bernabeu, Dario and L. García, Mariano, "BI Usability: evolución y tendencia," *DataPrix, Article*, p. Creación: 09 noviembre 2011; Recuperado: 06 enero 201, 2011.
- [5] I. Cherry Tree & Co.'s, I T Services, "' Business Intelligence- The Missing Link ,'" no. Creación: 01 julio 2000; Recuperado: 07 enero 2015, 2000.
- [6] P. Consultant, "Dossier spécial: Intelligence Economique," *septiembre - octobre*, 2005. [Online]. Available: <http://www.consultingnewslines.com/Info/Dossiers/IntelligenceEconomie/YvesMichelMarti.html>.
- [7] A. Calzada, Leticia and C. Abreu, Jose Luis, "El impacto de las herramientas de inteligencia de negocios en la toma de decisiones de los ejecutivos," *Int. J. Good Consience*, vol. 4, no. 2, pp. 16–52; Creación: 3 abril 2009; Recuperado: 20 enero 20, 2009.
- [8] F. Espiñeira, Sheldon, "Boletín de Asesoría Gerencial * Contenido," no. 10, p. Creación: octubre 2008; Recuperado: 29 enero 2015, 2008.
- [9] Nagesh.com, "Inmon vs. Kimball - An Analysis," *mayo*, 2005. [Online]. Available: <http://www.nagesh.com/publications/technology/173-inmon-vs-kimball-analysis.html>.
- [10] F. Gantz, John, "Big data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East," *IDC White Pap.*, p. Creación: diciembre 2012; Recuperado: 8 febrero 2015, 2012.
- [11] A. Cano, Arana and A. González Gil, Teresa, "Introducción al análisis de datos en investigación cualitativa: tipos de análisis y proceso de codificación (II)," *Nure Investig.*, pp. 1–10; Creación: marzo 2010; Recuperado: 8 febrero 2015, 2010.
- [12] C. Arturo and M. Álvarez, *Guía didáctica CUANTITATIVA Y CUALITATIVA Guía didáctica*. 2011.
- [13] M. Greenacre, "La práctica del análisis de correspondencias," 2008, p. Cap. 18.
- [14] J. M. Rojo, "ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y EXPLORATORIO DE DATOS," Madrid, 2006.
- [15] H. G. Mancilla and J. Matus Parra, "ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA E INFERENCIAL I," 2010, pp. 1–88.
- [16] A. P. González, "Análisis predictivo de datos mediante técnicas de regresión estadística," 2010.
- [17] D. Frías Navarro and M. Pascual Soler, "EXPLORATORY FACTOR ANALYSIS (EFA) IN CONSUMER BEHAVIOR AND MARKETING RESEARCH," vol. 19, pp. 47–58, 2012.
- [18] M. Terrádez Gurrea, "Análisis de componentes principales," 2010.

- [19] M. Gómez-gómez, C. Danglot-banck, and L. Vega-franco, "Cómo seleccionar una prueba estadística," *Rev. Mex. Pediatr.*, vol. 80, pp. 81–85, 2013.
- [20] G. González, Mara, B. Armendáriz, Griselda, and A. Bernal, Anabel, *Modelo Educativo para el Siglo XXI, Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales*. 2012.
- [21] M. Gómez Hurtado and N. R. González, "ESTILOS DE ENSEÑANZA Y MODELOS PEDAGÓGICOS," Universidad de la Salle - Bogotá, 2008.
- [22] S. H. Requena, "El modelo constructivista con las nuevas tecnologías : aplicado en el proceso de aprendizaje," *Rev. Univ. y Soc. del Conoc.*, vol. 5, pp. 1–10, 2008.
- [23] L. Alvarado and M. García, "Características más relevantes del paradigma socio-crítico : su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas," *Rev. Univ. Investig.*, no. 2, pp. 187–202, 2008.
- [24] J. L. García, "¿ QUÉ ES EL PARADIGMA HUMANISTA EN LA EDUCACIÓN ?," *Univ. Guanajuato*, pp. 1–6, 1992.
- [25] L. Delors, Jacques, "Los cuatro pilares de la educación," p. Creación:2007;Recuperado:15 febrero 2015, 2007.
- [26] M. González, Viviana and M. González, Rosa, "Competencias genéricas y formación profesional: un análisis desde la docencia universitaria," *Rev. Ibero Am.*, p. Creación:agosto 2008;Recuperado:17 febrero 2015, 2008.
- [27] A. Benetone, Pablo, "PROYECTO TUNING LATINOAMERICA, 2007-2013 Innovación Educativa y Social, Reflexiones y perspectivas," 2007.
- [28] A. Hager, Paul, K. Holland, Susan, and K. Beckett, David, "Enhancing The Learning And Employability of Graduates: The Role of Generic Skills," no. 9, p. 16, Creación:julio 2002;Recuperado:20 febrero 2015, 2002.
- [29] K. Mulder, Martin, "Competencia : la esencia y la utilización del concepto en la formación profesional inicial y permanente," 2007.
- [30] L. Tobón, Sergio, "Aspectos Básicos de la Formación basada en Competencias," p. 16;Creación:2006, Recuperado:26 febrero 2015, 2006.
- [31] M. Hernández, Silvia, "Las competencias una sugerencia para redactarlas," 2010.
- [32] Á. Concepción, Yániz, "Currículo universitario basado en competencias," *Rev. Docencia Univ.*, vol. 4, p. 14;Creación:2008;Recuperación:19 febrero 2015, 2008.
- [33] M. Cepeda, Jesús, "Metodología de la enseñanza basada en competencias," *Rev. Iberoam. Educ.*, vol. 34, p. 10;Creación:2005;Recuperación:20 febrero 2015, 2005.
- [34] K. Gairín Sallán, Joaquín, A. Armengol Asparó, Carmen, and D. Mercè Gisbert, Cervera, "Guía para la evaluación de competencias en el área de ciencias sociales," 2009.
- [35] C. Centro Interuniversitario de Desarrollo, *Seguimiento de Egresados E Inserción Laboral: Experiencias Universitarias*. Chile, 2012.
- [36] L. Plascencia, Yolanda, K. Peñalva, Laura, and B. Ysunza Marisa, "DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL ESTUDIANTE DE LA UAM-XOCHIMILCO," p. 11;Creación:2009;Recuperado:25 febrero 2015, 2009.
- [37] L. Medina la Plata, Edison, "Business Intelligence," p. 7;Creación:2005;Recuperado:28 febrero 2015, 2005.
- [38] O. Rodríguez, David, "Modelos para la creación y gestión del conocimiento: una aproximación teórica," p. 39;Creación:2006;Recuperado:3 marzo 2015, 2006.
- [39] A. Schiff, Michael, "Business Intelligence : Una guía para medianas empresas," p. Creación:2011;Recuperado:28 febrero 2015, 2011.
- [40] R. Amarilla Iglesias and C. Bustelo, "Gestión del Conocimiento y Gestión de la información," *Boletín del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico*, vol. 34, p. 230;Creación:marzo 2001;Recuperado:1 marzo 2015, 2001.
- [41] L. Chen, Hsinchun, C. Storey, Veda, and L. Chiang, Roger, "Business Intelligence and

- Analytics:From Big Data To Big Impact,” vol. 36, p. 24;Creación:diciembre 2012;Recuperado;2 marzo 2015, 2012.
- [42] L. Moura, Joao, “Data Warehouse - Basic Concepts,” p. Creado:2012; Recuperado:20 julio 2015, 2012.
- [43] U. P. de V. F. de J. N. C. José Hernández Orallo, “Explotación de un Almacén de Datos: Herramientas OLAP,” p. Creación:2011;Recuperado:6 marzo 2015, 2011.
- [44] A. Peña, Alejandro, “Inteligencia de Negocios: Una Propuesta para su Desarrollo en las Organizaciones,” p. Creación:2006;Recuperado:7 marzo 2015, 2006.
- [45] L. Gil Pechuán, Ignancio, “Sistemas y Tecnologías de la Información para La Gestión,” 2006.
- [46] Sinnexus, “Soluciones de Business Intelligence para su empresa,” 2011.
- [47] K. Invernón, Antonio, “Estudio del Business Intelligence y desarrollo de un Cuadro de Mando para el Análisis de Ventas,” p. 52;Creación:enero2014;Recuperado:17 marzo 2015, 2014.
- [48] D. Behar, *Metodología de la Investigación*. 2008.
- [49] A. H. Chanto, “El método hipotético-deductivo como legado del positivismo lógico y el racionalismo crítico: Su influencia en la economía,” *ISSN: 0252-9521*, no. 2, pp. 183–195;, 2008.
- [50] E. Compañ, “El modelo sistémico aplicado al campo educativo APLICACIONES,” 2010.
- [51] V. L. Simão, “Formación Continuada y varias voces del profesorado de educación infantil de Blumenau : Una propuesta desde dentro,” 2010.
- [52] I. Cabanilla, Enrique, “Metodología para elaborar un estudio por Encuestas de la Satisfacción del Turista,” 2011.
- [53] M. Visconti and H. Astudillo, “Fundamentos de Ingeniería de Software Presentación Introducción a la Ingeniería de Software Contenido Introducción a la Ingeniería de Software,” 2010.
- [54] M. Breslin, “Data Warehousing Battle of the Giants : Comparing the Basics of the Kimball an ...,” *Bus. Intell. J.*, 2004.
- [55] L. Wang, John, “Data Warehouse and Data Mining: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications,” 2008.
- [56] L. W. Portillo, “Mejorando las debilidades de RUP para la gestión de proyectos,” *ISSN 1816-3823*, vol. 7, no. 2, pp. 49–56, 2010.
- [57] O. Arévalo, S. P. Linares, and H. A. Gonzalez, “IEEE-STD-830-1998: práctica recomendada para las especificaciones de requisitos del software,” *Univ. Nac. Colomb.*, 2008.
- [58] R. Castaño, “Cuadrante Mágico de Gartner,” *revista Helpdeskitic*, 2015. [Online]. Available: <http://revista.helpdeskitic.com/cuadrante-magico-de-gartner/>.