



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

UNIDAD ACADÉMICA:

OFICINA DE POSTGRADOS

TEMA:

CREACIÓN DE UNA PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS Y
GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO COMO APOYO EN LA TOMA DE DECISIONES
SOBRE INDICADORES ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EN LA
ESPOCH

**Proyecto de investigación y desarrollo previo a la obtención del título de
Magister en Gerencia Informática**

Línea de Investigación, Innovación y Desarrollo principal:

Sistemas de Información y/o Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación y sus
aplicaciones

Caracterización técnica del trabajo:

Desarrollo

Autor:

Milton Paul López Ramos

Director:

José Marcelo Balseca Manzano, Mg.

Ambato – Ecuador

Septiembre 2018

**Creación de una plataforma tecnológica para el
análisis y generación de conocimiento como apoyo en
la toma de decisiones sobre indicadores académicos
de la facultad de Ciencias en la Espoch**

Informe de Trabajo de Titulación
presentado ante la
Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Sede Ambato
por

Milton Paul López Ramos

En cumplimiento parcial de
los requisitos para el Grado de
Magister en Gerencia Informática



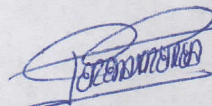
**Oficina de Postgrados
Septiembre 2018**

**Creación de una plataforma tecnológica para el
análisis y generación de conocimiento como apoyo
en la toma de decisiones sobre indicadores
académicos de la facultad de Ciencias en la Espoch**

Aprobado por:



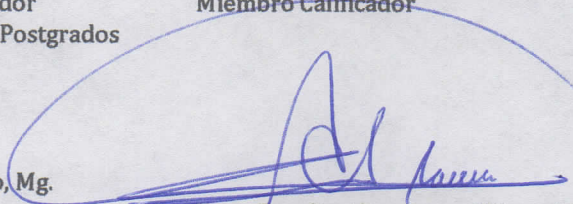
María Fernanda San Lucas Solorzano, Mg.
Presidente del Comité Calificador
Coordinadora de la oficina de Postgrados



Teresa Milena Freire Aillón, Mg.
Miembro Calificador



José Marcelo Balseca Manzano, Mg.
Miembro Calificador
Director de Proyecto

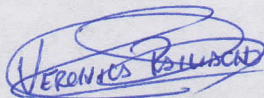


Hugo Rogelio Altamirano Villaroel, Dr.
Secretario General



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SECRETARÍA GENERAL
PROCURADURÍA



Verónica Maribel Pailiacho Mena, Mg.
Miembro Calificador

Fecha de aprobación:
Septiembre 2018



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

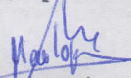
BIBLIOTECA

Declaración y autorización

Yo: MILTON PAUL LÓPEZ RAMOS, con CC. 060204803-5, autor del trabajo de graduación intitulado: "CREACIÓN DE UNA PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS Y GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO COMO APOYO EN LA TOMA DE DECISIONES SOBRE INDICADORES ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EN LA ESPOCH", previa a la obtención del título profesional de Magister en Gerencia Informática, en la oficina de Postgrados.

- 1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
- 2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad

Ambato, septiembre 2018



MILTON PAUL LÓPEZ RAMOS

CC: 060204803-5



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

BIBLIOTECA

Dedicatoria

Dedicado especialmente a mis hermosas hijas Emily Alejandra y Belén Shelomi por ser mi razón de vivir y a mi querida esposa Miriam.

A mis padres Rosa y Luis que siempre me han guiado incondicionalmente.

Reconocimientos

Al Ing. Marcelo Balseca por su apoyo profesional y personal, guiándome de manera generosa en el desarrollo de mi Tesis.

A la Magister Teresa Freire, Magister Verónica Pailiacho y el personal administrativo de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, quienes brindaron su apoyo en la realización del presente trabajo.

Resumen

El procesamiento de información y su tratamiento se convierten en un proceso esencial para cualquier organización, esto le permite ver de manera simplificada su operación y utilizarla como una herramienta de apoyo para la toma de decisiones. Ante la ausencia de información académica consolidada en bases de datos y su buen aprovechamiento, este trabajo presenta el proceso para integrar las distintas fuentes de datos: académicos, de investigación y estudiantes, generados en cada periodo académico en la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Metodológicamente en este proyecto en su primera etapa se diagnosticó que información se genera y cuál se necesita para construir los indicadores de Evaluación institucional, luego de la revisión teórica correspondiente, se construyó un prototipo utilizando la herramienta de desarrollo C# y la base de datos SQLSERVER para alimentar la información que debe ser integrada. Con herramientas de inteligencia de negocios Power BI se desarrolló la construcción de un almacén de datos siguiendo la metodología Hefesto, además las visualizaciones de los indicadores de evaluación institucional basados en el modelo de evaluación de Universidades y Escuelas Politécnicas propuesto por el CEAACES. El resultado final presenta la publicación de los indicadores a través de la plataforma Web de Power BI y de Correo de Microsoft 365. El modelo desarrollado se presentó a las autoridades para su evaluación funcional. Con la ayuda de dos encuestas: la primera del estado inicial de la información y uso de la información académica de la facultad, y una segunda para evaluar los criterios de funcionalidad de la propuesta presentada, se determinó criterios favorables de las autoridades reflejados en los gráficos descriptivos y de la técnica estadística análisis de correspondencias. En conclusión, el camino para integrar los datos generados cada período esta desarrollado, se observa que el uso de herramientas de inteligencia de negocios que ya son parte de los activos de la institución permite presentar esta información de forma consolidada y resumida. Las autoridades y los involucrados en la mejora académica, con el apoyo de esta herramienta y su experiencia puedan desarrollar nuevo conocimiento y estrategias para trabajar en la calidad educativa de la facultad.

Palabras claves: inteligencia de negocios, almacén de datos, indicadores educativos, educación superior, calidad

Abstract

Information processing has become an essential process for any organization, offering a simplified way to see its operation and use it as a support tool for decision making. In the absence of academic information consolidated in databases and its good use, this study presents the process to integrate academic, research and student data sources that are generated in each academic term in the Faculty of Sciences at Chimborazo Polytechnic University. In the first stage of the methodology of this study, the information that is generated and what is needed to create institutional evaluation indicators was diagnosed. Following the corresponding theoretical review, a prototype was built using the C # development tool and the SQLSERVER database to feed the information that must be integrated. With Power BI business intelligence tools, a data warehouse was constructed following the Hephaestus methodology, along with the visualizations of the institutional evaluation indicators in the evaluation model of universities and polytechnic schools proposed by CEAACES. The final result presents the publication of the indicators through the Power BI Web platform and Microsoft 365 E-mail. The developed model was presented to the authorities for a functional evaluation. With the help two surveys - the first regarding the initial state of the information and the use of the faculty's academic information, and a second one to evaluate the functional criteria of the presented proposal. The favorable criteria of the authorities reflected in the descriptive illustrations and the correspondence analysis statistical technique were determined. In conclusion, the way to integrate the data generated in each term is developed. It is observed that the use of business intelligence tools that are already part of the assets of the institution makes it possible to present this information in a consolidated and summarized manner. The authorities and those involved in academic improvement, with the support of this tool and their experience, can develop new knowledge and strategies to work on the quality of education of the faculty.

Key words: business intelligence, data warehouse, educational indicators, higher education, quality.

Tabla de Contenido

Ficha Técnica	iii
Declaración y autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Reconocimientos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
Lista de Tablas	xiii
Lista de Figuras.....	xiv
CAPITULOS	
1. Introducción	1
1.1. Presentación del trabajo	3
1.2. Descripción del documento.....	3
2. Planteamiento de la propuesta de trabajo	5
2.1. Información técnica básica	5
2.3. Preguntas básicas.....	6
2.4. Formulación de meta.....	6
2.5. Objetivos.....	6
2.6. Delimitación funcional.....	7
3. Marco Teórico	9
3.1. Definiciones y conceptos	9
3.1.1. Calidad de la educación superior	9
3.1.2. Modelo de evaluación institucional de universidades y escuelas politécnicas	10
3.1.2.1. Criterios.....	10
3.1.2.2. Subcriterio.....	11
3.1.2.3. Indicadores.....	11

3.1.2.4.	Indicadores académicos.....	12
3.1.3.	Autoevaluación institucional.....	12
3.1.4.	Plataforma tecnológica.....	13
3.1.5.	Inteligencia de negocios.....	14
3.1.5.1.	<i>Data warehouse</i>	15
3.1.5.1.1.	Recuperación de datos.....	16
3.1.5.1.2.	Consolidación de datos.....	17
3.1.5.1.3.	Periodicidad.....	17
3.1.5.1.4.	Almacenamiento de datos dimensional.....	17
3.1.5.1.5.	Componentes del data warehouse.....	17
3.1.6.	Términos del modelamiento dimensional.....	19
3.1.6.1.	Tabla de hechos.....	19
3.1.6.2.	Dimensiones.....	19
3.1.7.	Esquemas de construcción del <i>data warehouse</i>	20
3.1.8.	Metodología de desarrollo del data warehouse.....	22
3.1.9.	Herramientas de análisis de datos.....	28
3.1.10.	Generación de conocimiento.....	29
3.1.11.	Toma de decisiones empresariales.....	29
3.2.	Estado del arte.....	30
4.	Metodología.....	34
4.1.	Diagnóstico.....	34
4.2.	Método(s) aplicado(s).....	35
4.2.1.	Examinar las características del problema.....	36
4.2.2.	Establecer indicadores a implementar.....	36
4.2.3.	Seleccionar las fuentes para el marco teórico.....	46
4.2.4.	Selección de la información.....	47

4.2.5.	Construcción del <i>data warehouse</i>	47
4.2.5.1.	Análisis de requerimientos.....	47
4.2.5.2.	Análisis de los <i>onLine transaction processing</i> (OLPT)	48
4.2.5.3.	Modelo lógico del <i>data warehouse</i>	49
4.2.5.4.	Integración de la información.....	51
4.2.5.4.1.	Carga inicial.....	51
4.2.5.4.2.	Procesos extraer, transformar y cargar (ETL)	53
4.2.5.4.2.	Actualización.....	54
4.2.6.	Implementación	55
4.2.6.1.	Herramientas	55
4.2.6.1.1.	Sistema gestor de base de datos	55
4.2.6.1.2.	Modelador de datos.....	57
4.2.6.1.3.	Selección de herramientas de inteligencia de negocios.	57
4.2.6.2.	Integración de los datos.....	58
4.2.6.3.	Construcción del <i>data warehouse</i>	58
4.2.6.3.	Creación de vistas e informes.	60
5.	Resultados.....	62
5.1.	Producto final del proyecto de titulación	62
5.1.1.	Datos integrados.....	62
5.1.2.	Almacén de datos	63
5.1.3.	Visualizaciones	65
5.1.4.	Distribución de indicadores académicos.....	68
5.1.5.	Apoyo para la toma de decisiones.....	69
5.2.	Evaluación.....	70
5.2.1	Verificación de validez del instrumento	72
5.2.2	Análisis descriptivo situación actual y propuesta.....	72

5.2.3.	Análisis multivariado	74
5.3.	Análisis de resultados	76
6.	Conclusiones y recomendaciones.....	81
6.1.	Conclusiones.....	81
6.2.	Recomendaciones	82
APÉNDICES		
	Apéndice A	83
	Apéndice B	85
	Referencias	86

Lista de Tablas

1. Subcriterios modelo de evaluación de universidades y escuelas politécnicas.....	11
2. Características de las metodologías para un data warehouse.....	27
3. Comparación gestores bases de datos.....	55
4. Comparación Herramientas Power Bi – Qlick View	57
5. Personal a Evaluar.....	70
6. Preguntas para evaluar el proceso actual y el propuesto	71
7. Matriz de correlaciones	76

Lista de Figuras

1. Proceso de KDD	2
2. Arquitectura de inteligencia de Negocios	15
3. Data warehouse.....	16
4. Elementos básicos del data warehouse	18
5. Esquema en estrella	20
6. Esquema Copo de nieve.....	21
7. Ejemplo de un esquema galaxia.....	21
8. Bill Inmon Data Warehouse.....	22
9. Ciclo de vida para la construcción de un almacén de datos	23
10. DWEP.....	25
11. Hefesto	26
12. Ventana de Desarrollo de PowerBi	28
13. Criterio Academia.....	37
14. Criterio Investigación	43
15. Criterio Estudiantes.....	45
16. Esquema DW academia-estudiantes	50
17. Esquema DW investigación	50
18. Carga de Información Docente.....	51
19. Carga de Información de Investigación Docente.....	52
20. Carga tabla HechosDWH	52
21. Carga tabla InvestigaDWH	53
22. Datos de la dimensión periodo previa a la limpieza	53
23. Datos de la dimensión periodo posterior a la limpieza.....	54
24. Ambiente de Carga de datos de Power BI.....	54
25. Data warehouse IndicadoresDWH.....	56
26. Información de Jornada Laboral Docente.....	58
27. Carga de Datos en Power BI	59
28. Relación de Tablas en Power BI	60

29. Ambiente de diseño de Power BI.....	60
30. Indicador diseñado en Power BI.....	61
31. Formatos de registro de información docente.....	63
32. Información integrada sobre la base de datos	63
33. Data warehouse Power BI.....	64
34. Relaciones data warehouse de Ciencias	64
35. Indicador formación posgrado.....	65
36. Indicador doctores a tiempo completo.....	65
37. Posgrado en formación.....	66
38. Estudiantes por docente a tiempo completo.....	66
39. Titularidad a tiempo completo	66
40. Horas Clase a tiempo completo.....	67
41. Titularidad	67
42. Dirección mujeres	68
43. Remuneración.....	68
44. Vista web de la Aplicación.....	69
45. Vista dispositivo móvil.....	69
46. Integración de los datos	72
47. Apoyo en la toma de decisiones.....	73
48. Fácil acceso a los datos	73
49. Mejora y facilita la interpretación de resultados	74
50. Mejor proceso de elaboración de indicadores.....	74
51. Medidas de discriminación	75
52. Tableros de Control de Indicadores de Academia	77
53. Plataforma apoya a la toma de decisiones.....	78
54. Integración de los Datos.....	78
55. Accesibilidad.....	79
56. Interfaz amigable.....	79
57. Superior al trabajo manual	80

Capítulo 1

Introducción

El gobierno ecuatoriano preocupado por la mejora de la calidad académica en el Ecuador, entró en un proceso de evaluación y acreditación de universidades. Para ello el organismo regulador, el Consejo de Evaluación Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES), ha propuesto distintos modelos que permiten evaluar las universidades y escuelas politécnicas del país. Por lo cual, la facultad debe poseer una herramienta tecnológica que les permita obtener información oportuna para la toma de decisiones y que contribuya al proceso de evaluación de las instituciones de educación superior de una manera rápida, concreta y efectiva.

La Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, no puede generar esta información de forma automática, dificultando transformar los datos académicos con los que cuenta, en conocimiento que le permita liderar un proceso de cambio sobre la base de entender y conocer qué es lo que está ocurriendo académicamente con el sector estudiantil y personal docente de la Facultad.

Así se plantea el desarrollo de una plataforma tecnológica, como herramienta para que la Facultad de Ciencias transforme los datos del sistema transaccional y la información generada por las comisiones de evaluación de la facultad en indicadores y conocimiento para la toma de decisiones inherentes a la mejora académica que indirectamente contribuye en mejorar el servicio que se brinda al sector estudiantil.

Estos procesos dejan la puerta abierta para ser mejorados o innovados de requerir nueva información.

En la actualidad las organizaciones requieren ya no únicamente del registro transaccional de cada una de sus operaciones diarias, el adecuado proceso de esta información apoyado en la tecnología brinda perspectivas que de otra forma no se pudieran evidenciar con claridad, con el uso únicamente de reportes transaccionales.

“El conocimiento deriva de información, así como la información deriva de los datos. Existe una relación directa entre datos, información y conocimiento. Si la información se transforma en conocimiento, entonces ha ocurrido la intervención de un ente inteligente. Las acciones de generación del conocimiento se producen en los seres humanos (Davenport y Prusak, 2001)” [1].

Las herramientas informáticas ayudan al procesamiento de grandes conjuntos de datos e inclusive descubren patrones no explícitamente presentes, pero la interpretación humana es quien agrega valor a estos resultados.

En ocasiones las relaciones de los datos no son evidentes en primera instancia, es aquí donde el KDD (*Knowledge Discovery in Databases*) contribuye en el proceso de extracción de información válida a partir de los datos almacenados, es importante realizar un pre procesamiento de los datos con el objetivo de mejorar su calidad, apoyándose además en modelos de minería de datos que se utilizan en distintos campos de la ciencia [2].

Figura 1: Proceso de KDD



Fuente: [3]

En otros casos la información no requiere de complejos procesos de minería de datos, más bien la creación de cubos de información es una buena alternativa previa a la creación de visualizaciones de inteligencia de negocios. Una de las primeras fases a cumplir está relacionada con la preparación de los datos, incluyéndose en esta fase la creación del almacén de datos o *data warehouse* (DW), el mismo que es el encargado de extraer, transformar, consolidar, integrar y centralizar los datos de la organización [4].

“A partir de la gestión del conocimiento, surge el concepto de inteligencia de negocios (*Business Intelligence*, inteligencia empresarial o inteligencia de negocios, BI); se llama así al conjunto de estrategias, acciones y herramientas enfocadas a la administración y creación de conocimiento mediante el análisis de datos existentes en una organización o empresa [5].

Para la creación del DW de la Facultad de Ciencias se utilizó la metodología planteada por Bernabéu Darío (HEFESTO 2.0.) Se integraron: la base de datos del sistema OASIS, la base de datos IndicadoresDWH y la información generada por la facultad en archivos Excel; la mayor parte de información necesaria para la generación de los indicadores académicos no está siendo registrada transaccionalmente en ninguna base de datos.

Un punto importante en el desarrollo del proyecto es el uso de informes de inteligencia de negocios para la presentación de los indicadores de acreditación institucional, considerando que la mayoría de los indicadores han sido establecidos en el modelo de evaluación de universidades y escuelas politécnicas del CEAACES 2016.

1.1. Presentación del trabajo

Actualmente la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, tiene su información en distintos orígenes de datos, para solucionar el inconveniente se utilizó la herramienta de inteligencia de negocios Power BI, que facilita la creación de almacenes de datos (DW) personalizados, integrando con facilidad, fuentes de datos heterogéneos como: bases de datos SQL Server, archivos de Excel, archivos CSV, archivos de texto, entre otros.

De esta forma aun cuando la Facultad no pueda tener registrada transaccionalmente toda la información en una sola base de datos, especialmente debido a la complejidad del Sistema burocrático que conlleva este tema, toda la información que se genera pueda ser utilizada resumiendo estadísticamente y de forma gráfica los distintos indicadores que el modelo de evaluación del CEAACES solicita.

Este tipo de reportes generados con un criterio de inteligencia de negocios, están orientados a facilitar la rápida observación del estado de cada una de las carreras y su evolución respecto a cada uno de los indicadores del modelo de autoevaluación institucional, convirtiéndose en una herramienta de apoyo para la toma de decisiones, con el objetivo de la mejora académica de la Facultad.

1.2. Descripción del documento

El presente trabajo se ha estructurado de acuerdo con los siguientes capítulos:

Capítulo 1, describe el enfoque principal del trabajo introduciendo de forma rápida a cada uno de los conceptos relacionados al desarrollo del proyecto.

En el Capítulo 2 se presenta el planteamiento de la propuesta de investigación, explicando como este trabajo puede ayudar a las autoridades de la Facultad de Ciencias en el conocimiento de su realidad académica, convirtiéndose en una herramienta de apoyo en el proceso de evaluación institucional de la Espoch, considerando que su limitación es actualmente investigativa y su aplicabilidad depende de la formalización institucional.

El Capítulo 3, presenta el aspecto teórico de la investigación clasificado en dos elementos importantes: en la sección 3.1 se detallan definiciones y conceptos, relacionados a los temas

importantes del proyecto y en la sección 3.2 el estado del arte relacionado con investigaciones e innovaciones de similares características al proyecto.

El Capítulo 4, establece la metodología aplicada al desarrollo del proyecto; el análisis de la información necesaria para determinar los indicadores académicos utilizados, la selección de las información a utilizar, el proceso de creación del *data warehouse* y la publicación de los resultados.

El Capítulo 5, presenta los resultados de la investigación, los distintos elementos relacionados para la obtención de los indicadores académicos en la herramienta de inteligencia de negocios, las directivas de decisión que pueden ser relevantes a ser consideradas por las autoridades y la evaluación.

Finalmente, en el Capítulo 6 se desarrollan las conclusiones y recomendaciones obtenidas luego de realizar los anteriores capítulos.

Capítulo 2

Planteamiento de la propuesta de trabajo

2.1. Información técnica básica

Tema: Creación de una plataforma tecnológica para el análisis y generación de conocimiento como apoyo en la toma de decisiones sobre indicadores académicos de la facultad de ciencias en la ESPOCH.

Tipo de trabajo: Proyecto de Investigación y Desarrollo

Clasificación técnica del trabajo: Desarrollo

Líneas de Investigación, Innovación y Desarrollo Principal: Sistemas de Información y/o Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación y sus aplicaciones.

2.2. Descripción del problema

La Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo realiza varios procesos manuales para la generación de indicadores contemplados en el modelo de evaluación institucional de universidades y escuelas politécnicas en aspectos como la academia, investigación y estudiantes, esto no permite que las autoridades dispongan de primera mano del conocimiento necesario para una mejor gestión y toma de decisiones en favor de los intereses de la facultad.

El sistema transaccional en el cual se registran los datos académicos de los estudiantes se convierte en un repositorio de información insuficiente para presentar los distintos indicadores mínimos requeridos por el CEAACES. Los reportes generados por el sistema OASIS (Sistema Académico de la ESPOCH), requieren de una laboriosa manipulación manual para lograr transformarlo en información útil; además la información sobre academia e investigación a nivel de este sistema es totalmente nula. En tal virtud cada carrera se ve obligada al registrar estos datos en archivos de Excel, sin que exista ningún tipo de integración automática. Como consecuencia de lo anteriormente descrito, la facultad cada cierto período de tiempo se ve obligada a solicitar a sus docentes elaborar las evidencias para el modelo de acreditación vigente de forma manual.

Se hace necesaria la implementación de una solución tecnológica que permita automatizar la integración y el procesamiento de información para reducir tiempos de registro y respuesta, automatizar cálculos manuales y prevenir inseguridades de información que surgen como consecuencia de manipulación de los datos en forma manual. La utilización de un *data warehouse*

que proporcionará seguridad e integridad al generar los indicadores para que puedan ser considerados por la facultad, además de contribuir a que los docentes se enfoquen en sus actividades de docencia y disminuyan su tiempo en actividades de gestión ajenas a su verdadera labor.

2.3. Preguntas básicas

¿Cómo aparece el problema que se pretende solucionar?

El problema aparece debido a la ausencia de un sistema de información que presente de forma eficiente, ágil y resumida los indicadores del modelo de evaluación institucional de universidades y escuelas politécnicas a las autoridades de la facultad de Ciencias de la Espoch, que les ayude a la toma de decisiones en favor de la unidad académica.

¿Por qué se origina?

Se requieren de varios procesos manuales para la elaboración de los indicadores, la información se encuentra dispersa y se la elabora a criterio de cada comisión de docentes designados para su desarrollo, aumentando el riesgo de: generar errores, largos tiempos de procesamiento, y problemas de integridad. A esto se suma la falta de una herramienta que integre la información: académica, de investigación y estudiantes necesarias para ajustarse al modelo de evaluación institucional de universidades y escuelas politécnicas del CEAACES.

¿Cuándo se origina?

Esto se evidencia en cada período, cuando se pone en marcha el proceso de recopilación de evidencias para indicadores del modelo de autoevaluación institucional.

¿Dónde se origina?

En la facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

2.4. Formulación de meta

Tomar decisiones sobre indicadores académicos de la facultad, en función del conocimiento generado a través de la plataforma tecnológica.

2.5. Objetivos

Objetivo general

Desarrollar una plataforma tecnológica para el análisis y generación de indicadores académicos como apoyo en la toma de decisiones de la facultad de Ciencias en la Espoch.

Objetivos específicos

1. Fundamentar aspectos teóricos acerca del análisis y generación de conocimiento, metodologías de desarrollo del *data warehouse* y toma de decisiones.
2. Realizar un análisis comparativo de las metodologías de desarrollo de un *data warehouse* para seleccionar la más apropiada para la creación del almacén de datos.
3. Implementar un *data warehouse* que integre la información generada por las carreras de la facultad de Ciencias para el proceso de autoevaluación y acreditación institucional.
4. Generar reportes *Business Intelligence* e indicadores detallados para una adecuada y oportuna toma de decisiones, en el ámbito académico de la facultad de Ciencias.

2.6. Delimitación funcional

Pregunta 1. ¿Qué será capaz de hacer el producto final del trabajo de titulación?

- La plataforma tecnológica, constará básicamente de un servidor para la publicación de los reportes de inteligencia de negocios y consolidación del *data warehouse*, la Base de Datos del sistema OASIS, una base de datos de integración con la base transaccional del OASIS, además una herramienta para la creación del *data warehouse* que permita la integración de las bases transaccionales, con la información generada en archivos Excel.
- Los principales criterios que considerar dentro del modelo de evaluación Institucional de Universidades y Escuelas Politécnicas son:
 - Academia con los subcriterios: posgrado, dedicación y carrera docente
 - Investigación con el subcriterio: resultados de la investigación
 - Estudiantes con el subcriterio: Eficiencia académica
- Se publicarán los indicadores de los criterios y subcriterios correspondientes a través de tableros de control y hojas detalladas que permitirán a las autoridades de la facultad evidenciar la necesidad de acciones a tomar en función de la mejora continua de la facultad para reflejarlo en la mejora institucional.
- Como propuesta tecnológica evidenciará el camino para poder integrar las distintas fuentes de información.

Pregunta 2. ¿Qué no será capaz de hacer el producto final del trabajo de titulación?

- No contará con una aplicación transaccional para el registro de la información faltante con la relación a la del sistema OASIS, debido principalmente a que esto es competencia de la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación (DTICS) de la ESPOCH, para ser oficial depende de otras instancias administrativas y de un proceso burocrático más complejo.

Capítulo 3

Marco Teórico

3.1. Definiciones y conceptos

3.1.1. Calidad de la educación superior

“La calidad de la educación superior es un concepto multidimensional, que incluye características universales y particulares que aluden a la naturaleza de las instituciones y a los problemas que se plantean en relación con los distintos contextos sociales en el marco de prioridades nacionales, regionales y locales” [6].

La educación superior se ve obligada a un proceso de mejora continua, que le permita contribuir positivamente sobre su área de influencia.

“Las nociones sobre calidad permiten comprender que la vigencia de ésta en las instituciones de educación superior se refiere a la manera de hacer las cosas en estas organizaciones. En consecuencia, se entiende por calidad, al conjunto de cualidades de una institución valoradas en un tiempo y situación determinados, que reflejan el modo de ser y de actuar de la institución” [6].

Todas las organizaciones de educación superior se ven inmersas en un proceso de valoración de sus objetivos y actividades en forma repetitiva.

El Consejo de evaluación, acreditación y aseguramiento de la calidad de educación superior (CEAACES) en este sentido establece la calidad de las universidades y escuelas politécnicas como el grado en el que, de conformidad con su misión, enmarcada en los fines y funciones del sistema de educación superior ecuatoriano, alcanzan los objetivos de docencia, investigación y vinculación con la sociedad, a través de la ejecución de procesos que observan los principios del sistema y buscan el mejoramiento permanente. La calidad a nivel institucional comprende aspectos que la distinguen de la calidad de las carreras y programas y la complementan; esto debido principalmente a que, el nivel institucional constituye el marco que permite y facilita la obtención de resultados a nivel de carreras y programas, los mismos que a su vez contribuyen con la consecución de los objetivos institucionales [7].

Entonces la evaluación institucional se ve afectada por la gestión de cada una de las carreras que son parte de las instituciones de educación superior, entonces la calidad educativa de cada carrera complementa a la calidad institucional.

3.1.2. Modelo de evaluación institucional de universidades y escuelas politécnicas

La ley Orgánica de la Educación Superior ecuatoriana en su artículo 93 del año 2010 establece: Para el sistema de educación superior ecuatoriano la calidad se constituye en un principio que consiste en la búsqueda constante y sistemática de la excelencia, la pertinencia, producción optima, transmisión del conocimiento y desarrollo del pensamiento mediante la autocrítica, la crítica externa y el mejoramiento permanente [8].

El modelo base para el de evaluación institucional de las Universidades y Escuelas Politécnicas del Ecuador fue presentado en el año 2015 y no ha sufrido cambios sustanciales en la actualidad, ha sido estructurado en criterios, subcriterios e indicadores.

3.1.2.1. Criterios

Seis criterios son la columna vertebral considerada en este proceso: Organización, Academia, Investigación, Vinculación con la sociedad, Recursos e infraestructura y Estudiantes. Estos criterios consideran aspectos amplios de la calidad, y están relacionados con las funciones sustantivas de las universidades y escuelas politécnicas, así como los procesos, las condiciones y los recursos que permiten la ejecución adecuada de las misma [8].

El modelo de evaluación institucional de universidades y escuelas politécnicas del Ecuador [8] propuesto por el Ceaaces considera los criterios: Organización, Academia, Investigación, Vinculación con la sociedad, Recursos e infraestructura y Estudiantes como los aspectos más relevantes para evaluar la organización. Esta investigación se desarrolla a partir de tres criterios de este modelo que se describen a continuación:

- Academia. - Evalúa las cualidades de la planta docente y las condiciones laborales y de contratación en las que se desarrollan sus actividades.
- Investigación. - evalúa la institucionalización de los objetivos, proyectos y actividades de investigación, así como los resultados obtenidos por los investigadores de la institución.
- Estudiantes. - Este criterio considera las políticas y acciones emprendidas por la institución para garantizar y promover condiciones adecuadas que permitan a los estudiantes alcanzar resultados exitosos en su carrera académica, así como los resultados medidos en términos de eficiencia académica

Cada criterio del modelo considera subcriterios a través de los cuales se mide aspectos concretos que influyen en el ser de cada unidad académica.

3.1.2.2. Subcriterio

Los subcriterios abordan aspectos conceptuales más específicos y atributos de los criterios; los subcriterios son susceptibles de ser medidos a través de indicadores de evaluación [8].

Los indicadores son de carácter cualitativos o cuantitativos, en este estudio se consideran los de naturaleza cuantitativa, a continuación, se describe los subcriterios del modelo que son considerados en esta investigación.

Tabla 1: Subcriterios modelo de evaluación de universidades y escuelas politécnicas.

Criterio	Subcriterio
Academia	Posgrado. - evalúa las condiciones de formación académica y los esfuerzos institucionales desarrollados para incrementar la disponibilidad de profesores e investigadores con una formación de doctorado
	Dedicación. - analiza la relación existente entre las actividades de docencia, investigación y gestión académica con la distribución horaria asignada a los profesores e investigadores de la institución.
	Carrera Docente. - analiza las consideraciones necesarias para garantizar el mejoramiento permanente de la planta docente, así como su estabilidad y permanencia.
Investigación	Resultados. - Evalúa los resultados de la investigación científica y académica a través de las publicaciones de artículos y libros o capítulos de libros.
Estudiantes	Eficiencia Académica. - Evalúa el desempeño de los estudiantes a través de la selección de cohortes definidas por el periodo de evaluación de cada indicador, comparándolas con el período establecido para cada carrera o programa

Fuente: [8]

3.1.2.3. Indicadores

Los indicadores de evaluación están concebidos de manera que representan atributos específicos que son susceptibles de ser evaluados en términos de los estándares de evaluación que representan las cualidades deseables en las características de los procesos, la organización, la disponibilidad de recursos, y los resultados obtenidos [8].

Es importante identificar qué aspectos son importantes para ser evaluados y que tienen un mayor impacto sobre la institución de educación superior (IES).

El indicador es un dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o de una actividad, el cual se mide para mejorar. Lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se puede gestionar. No se pueden tomar decisiones por simple intuición. “Los indicadores mostrarán los puntos problemáticos del proceso y nos ayudarán a caracterizarlos, comprenderlos y confirmarlos” [9].

Bajo esta perspectiva las instituciones educativas de nivel superior están sujetas a la medición de su gestión, los indicadores son los puntos de control para su evaluación en distintos aspectos del orden académico.

Los indicadores están relacionados o marcan el paso hacia el cumplimiento de objetivos ya sea que estos se presenten de forma cuantitativa o cualitativa, además estos indicadores se plantean en función de variables críticas de la organización, debiendo establecerse con claridad la forma de calcularlos o medirlos.

3.1.2.4. Indicadores académicos

Se puede considerar la definición de indicadores educativos de la publicación [10], en la cual se presenta el criterio de Oakes en 1986. “Un indicador educativo es una estadística que dice algo acerca del desempeño o salud de un sistema educativo”. Para que una estadística sea un indicador, debe tener un estándar contra el cual éste puede ser juzgado. Los indicadores deben reunir ciertos estándares sustantivos y técnicas que definen la clase de información que ellos deben proveer y las características que ellas deben medir.

Como se expuso anteriormente los indicadores educativos o académicos contribuyen a la medición del sistema universitario en distintos aspectos. Entre los elementos más importantes se puede señalar la academia, la investigación, la organización, la infraestructura.

Al contrastar los datos reunidos, interpretarlos y valorarlos contra los estándares establecidos por los organismos de control de la calidad de la educación superior, se puede establecer un criterio de Autoevaluación que permita tomar decisiones en favor de la mejora institucional, de sus servicios y de sus actores internos y externos [11].

3.1.3. Autoevaluación institucional.

La Autoevaluación, se la puede establecer como una actividad de reflexión y de conocimiento sobre una persona o una organización, este reconocimiento de sus habilidades, limitaciones, fortalezas y debilidades permite crear un auto criterio sobre sí mismo. El CEAACES en su Reglamento publicado en el 2014 define la Autoevaluación con el siguiente criterio: “La Autoevaluación es un proceso de análisis crítico, reflexivo y participativo, que realizarán las

instituciones de educación superior, con el fin de identificar sus fortalezas y debilidades, con el objetivo de emprender acciones de mejoramiento continuo y de aseguramiento de la calidad de la educación a nivel institucional, así como de carreras o programas de posgrado” [12].

La validez de la autoevaluación esta soportada sobre la conciencia de la organización para permitir conocer la realidad institucional y aceptarla, permitiendo fortalecer los aspectos positivos y mejorar los negativos.

En este sentido, la autoevaluación institucional, como proceso interno de ayudas oportunas, que promueven la participación y la colaboración entre colectivos de mejora, en función de los análisis realizados y resultados obtenidos, siempre que se vaya consolidando y promoviendo una cultura al respecto, se puede convertir en un componente esencial de la calidad y desarrollo de la Universidad, al mismo tiempo que puede elevar cualitativamente su propio aprendizaje [13].

Este proceso no es individualizado, es mas bien un compromiso general liderado por las autoridades institucionales y con la decisiva participación de todos los involucrados.

3.1.4. Plataforma tecnológica

El portal web de la Universidad Carlos III de Madrid establece: “Las plataformas tecnológicas definen las estrategias de investigación y desarrollo tecnológico adecuadas para mejorar la competitividad en el sector en el que se encuadran”.

La importancia de la información como recurso de las organizaciones se debe a que todas ellas se han dotado de una infraestructura de tecnología de información que se ha convertido en la base de su actividad. La plataforma de tecnología de información es utilizada para adquirir, almacenar, procesar, distribuir y recuperar datos e información, convirtiéndose en la base sobre la que se construyen los sistemas de información, los recursos de información, los recursos organizativos y el entorno del negocio [14].

La institución de educación superior de igual forma que cualquier organización publica, privada, productiva, comercial se ve afectada por la generación de gran cantidad de información en sus actividades diarias, entonces una plataforma tecnológica se convierte no en una opción sino más bien en una necesidad, para el uso adecuado y la mejor explotación de la información generada.

El portal web de la empresa Rollupconsulting manifiesta sobre la plataforma de Inteligencia de Negocios (*Business Intelligence BI*): Una plataforma de BI dista mucho de una herramienta, o de una suite. La herramienta se especializa en uno de los casos de uso, pero se queda corta para abarcarlos todos. Las suites por su parte son el resultado del esfuerzo que hace un proveedor

adquiriendo herramientas e integrándolas para cubrir todos los casos, pero generan entornos difíciles de administrar y requieren altos niveles de especialización de sus usuarios. La plataforma por su parte es una solución única que cubre todos los casos de uso en un único ambiente que adicionalmente es gobernado, lo cual permite establecer reglas de acceso a la información en un único punto, aumenta la confianza y seguridad de la información y facilita la reutilización de contenido generando un ambiente colaborativo [15].

Las plataformas de inteligencia de negocios integra la información y la transforma en recursos útiles, con el objetivo de ser aprovechados por los expertos de los procesos de una organización.

3.1.5. Inteligencia de negocios

La inteligencia de negocios con su traducción en inglés *Business Intelligence* (BI) permite integrar datos de varias fuentes de información histórica y presentarla de forma sencilla y clara para la ayuda en la toma de decisiones.

El autor Tacco Jhon en su tesis sobre inteligencia de negocios [16] refiere el trabajo de Rainardi conceptualizando la BI como el proceso de recopilar datos de distintas fuentes para transformarlas en información, para su posterior análisis de forma que se convierta en una herramienta estratégica, táctica y operacional para quienes deben y pueden tomar decisiones en una organización.

Uno de los aspectos críticos de el proceso de inteligencia de negocios es reconocer que datos son necesarios y donde están presentes, en la mayoría de los casos estos datos pueden estar dispersos o ser de características heterogéneas.

En la figura 2 se observa un esquema de la solución de inteligencia de negocios, cuenta con un conjunto de fuentes heterogéneas de datos, luego de un proceso de extracción, transformación y carga (*extraction, transformation and load* ETL) de los datos, son modeladas dentro de un repositorio o almacén de datos, desde el cuál se pueden generar distintas vistas multidimensionales de datos accesibles a los usuarios del sistema.

Figura 2: Arquitectura de inteligencia de Negocios



Fuente: [17]

Una solución de *Business Intelligence* parte de los sistemas de origen de una organización (bases de datos, ERPs, ficheros de texto...), en la mayoría de los casos suele ser necesario aplicar una transformación estructural para optimizar su proceso analítico. Para ello se realiza una fase de extracción, transformación y carga (ETL) de datos. Esta etapa suele apoyarse en un almacén intermedio, llamado almacén operacional de datos (*Operational Data Store ODS*), que actúa como pasarela entre los sistemas fuente y los sistemas destino (generalmente un *data warehouse*), y cuyo principal objetivo consiste en evitar la saturación de los servidores funcionales de la organización. La información resultante, ya unificada, depurada y consolidada, se almacena en un *data warehouse* corporativo, que puede servir como base para la construcción de distintos *data marts* departamentales. Estos *data marts* se caracterizan por poseer la estructura óptima para el análisis de determinadas áreas de la empresa, ya sea mediante bases de datos transaccionales (*OnLine Transaction Processing OLPT*) o mediante bases de datos analíticas (*On-Line Analytical Processing OLAP*) [18].

3.1.5.1. *Data warehouse*

“Un almacén de datos se define como un conjunto de datos integrados, orientados a un tema de negocios como ventas, almacén, compras, marketing, etc.”, estos datos varían con el tiempo, no son transitorios y soportan la toma de decisiones administrativas, definición planteada por Inmon en el año 2005 y recogida en su libro *Data Mining* por Alfredo Daza [19].

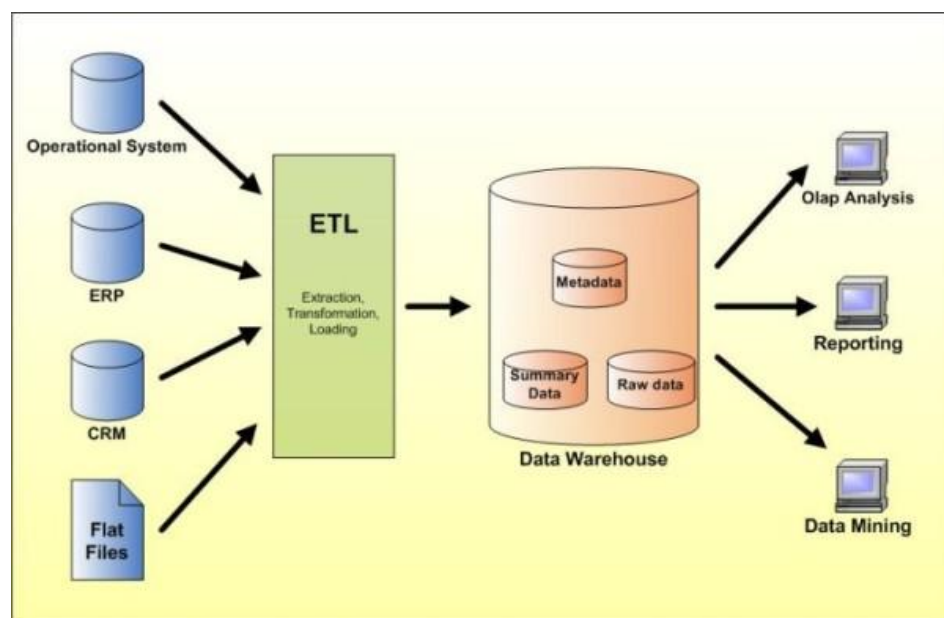
La necesidad de un almacén de datos aparece cuando cualquier organización genera información hacia y desde distintas fuentes homogéneas o heterogéneas por ejemplo bases de datos, archivos de hojas electrónicas, archivos de texto entre las más comunes. Estos datos se agrupan con una operación de la organización, como: recursos humanos, ventas, finanzas, etc.

Estos datos varían en el tiempo agregando constantemente información actual e histórica, esta información es permanente lo que contribuye a la veracidad de los resultados.

Distintas pueden ser las motivaciones o los objetivos o necesidades de la organización para la construcción de un *data warehouse*, se puede referenciar entre otras: permitir que la información de una organización sea accesible, el almacén de datos debe presentar la información de la organización consistentemente, el almacén de datos debe ser adaptable y resistente para cambiar, debe ser un bastión seguro que proteja la información, el almacén de datos debe servir como base para tomar una mejor decisión, la comunidad empresarial debe aceptar el almacén de datos si se va a juzgar como satisfactorio [20].

Los procesos que son parte de un almacén de datos se describen a continuación:

Figura 3: Data warehouse



Fuente: [21]

3.1.5.1.1 Recuperación de datos.

Labor realizada por rutinas conocidas con el nombre de ETL (*extract,transform,load*), que son procesos encargados de extraer la información de las fuentes de origen de los datos y cargarlos al almacén de datos adecuándolo al formato del mismo y depositándolo en los data store dimensionales o normalizados. Algunos de estos sistemas ETL además pueden realizar procesos de limpieza de datos, esta limpieza de datos es la actividad de detección y eliminación de datos basura o anómalos [22].

Los procesos ETL son parte integrada del software de inteligencia de negocios, aún cuando ocasionalmente puedan ser apoyados bajo otros procesos o *software* independientes de las herramientas de inteligencia de negocios.

3.1.5.1.2. Consolidación de datos.

Una organización sea de cualquier índole genera constantemente información y no únicamente de su sistema transaccional, las fuentes de origen de estos datos son diversas y heterogéneas, por lo cual este almacén de datos debe consolidar esta información. Algunas circunstancias pueden presentarse en este proceso como: datos que estén en un lugar, en otro no estén o se presenten incompletos, que los periodos de tiempo sean diferentes, o las unidades de datos en uno sean distintas a las de otros, lo que requiera la conversión de los mismos, también que los datos de una fuente de datos se relacionen con los de otro sistema [22].

La consolidación de datos bajo una estructura que estandariza el almacenamiento de los datos, facilita su posterior transformación en información útil.

3.1.5.1.3. Periodicidad.

El proceso de consolidar y recuperar los datos normalmente no es un proceso que ocurre una sola vez, generalmente ocurre muchas veces y en intervalos regulares de tiempo, por ejemplo: meses, bimestres, cuatrimestres, semestres, etc. [22].

La periodicidad de los procesos de inteligencia de negocios se establece en función de las necesidades propias de cada organización.

3.1.5.1.4. Almacenamiento de datos dimensional.

Los datos pueden ser almacenados dentro de sistemas dimensionales (*Dimensional Data Store* DDS) o normalizados [14].

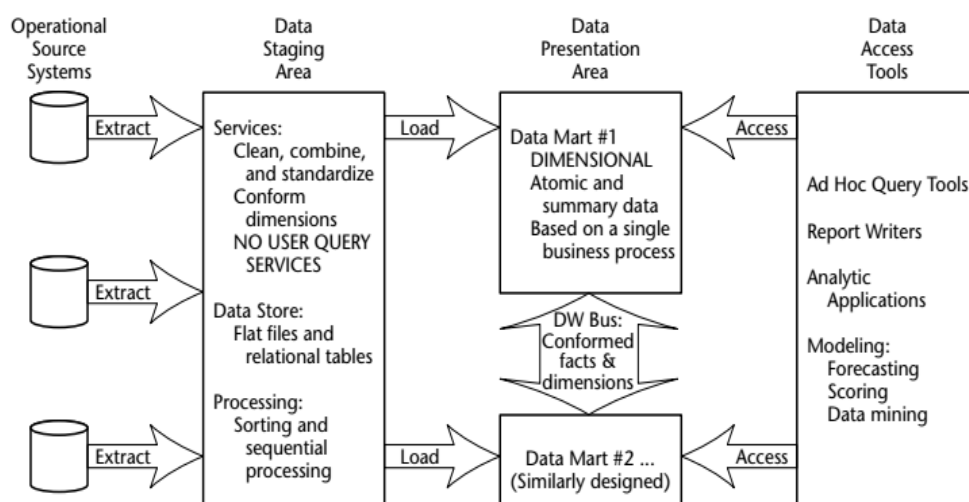
Un DDS es un conjunto de data marts. Un data mart es una colección de tablas de hechos relacionados y sus correspondientes tablas de dimensiones, de manera que las tablas de hechos contienen las medidas categorizadas por cada una de las dimensiones.

3.1.5.1.5. Componentes del data warehouse

En su publicación "*The data warehouse toolkit*" [20] Kimball establece los diferentes componentes de un *data warehouse*, se describen a continuación:

- **Sistema de fuentes operacional:** son los sistemas transaccionales que capturan las operaciones del negocio [20]. Ejemplos pueden ser los sistemas de ventas, roles de pago, etc.
- **Área de almacenamiento de datos:** se considera tanto el área para almacenar los datos, como los procesos referidos como ETL. El primer paso la extracción es leer y entender los datos de las fuentes de datos copiando los que se necesitan, para su posterior manipulación. Luego los datos pueden ser sometidos a transformaciones que incluyen limpieza de datos (corregir errores ortográficos, resolver conflictos de dominio, tratar con elementos faltantes o analizar en formatos estándar), combinar datos de múltiples fuentes, deduplicar datos y asignar claves del data warehouse [20]. En el corazón del *data warehouse* se encuentra su almacenamiento.
- **Presentación de los datos:** el área de presentación es donde la información esta almacenada y disponible, para consultas directas, redactores de informes o aplicaciones de analíticas de datos [20]. *Es la capa visible para quienes requieren utilizar la información del data warehouse.*
- **Herramientas de accesos de datos:** este componente final involucra a toda la variedad de capacidades que pueden ser provistas para aprovechar el área de presentación para la toma de decisiones de analítica de negocios. Estas herramientas pueden ser tan simples como una para generar consultas o complejas como herramientas de minería de datos o aplicaciones de modelamiento [20].

Figura 4: Elementos básicos del *data warehouse*



Fuente: [20]

3.1.6. Términos del modelamiento dimensional

3.1.6.1. Tabla de hechos

Es la tabla del modelo dimensional donde se almacenan las medidas numéricas que registran el rendimiento del negocio, representando procesos como las ventas, compras, incidencias contables, clicks sobre la web, etc. [23].

La tabla de hechos (Fact Table) se compone de los siguientes elementos [23]:

- **Clave Principal:** identifica de forma única una fila.
- **Claves Externas:** son las claves principales subrogadas de las dimensiones, que están relacionadas con la tabla de hechos.
- **Medidas:** con los valores cuantificables que pueden ser agregados
- **Metadatos:** utilizadas para presentar información adicional sobre la fila, como la fecha que se incorporó o de que origen de datos, aunque en realidad no es útil para el usuario del negocio.

Asociado al concepto de la tabla de hechos se encuentra dos conceptos importantes como son:

- **Granularidad:** relacionado al nivel de detalle de los datos que se van a almacenar, mientras mayor sea el nivel de detalle de registro es mejor el análisis que se puede realizar.
- **Agregación:** las medidas registradas pueden ser sometidas a procesos de asociación o calculo como contar, sumar, promedio, etc, que ayudan a resumir el contenido para ayudar a una mejor interpretación de los datos.

3.1.6.2. Dimensiones

Las dimensiones le ayudan a agregar diferentes perspectivas de análisis, cada tabla de dimensión tiene atributos que facilitan la tarea de agrupar, filtrar o seleccionar información en la tabla de hechos. Estas tablas de dimensiones pueden ayudar a construir jerarquías. Estas tablas pueden tener varios registros, pero en ocasiones no tienen gran número de registros.

Las dimensiones están asociadas con las tablas primarias del data warehouse y en la mayoría de los casos son las tablas maestras en el sistema OLTP (OnLine Transaction Processing). Cada tabla de dimensión se estructura internamente en relaciones jerárquicas, por ejemplo: una tabla de tiempo está basada en dos jerarquías: {day, week, year} and {day, month, quarter, year}, en igual forma una dimensión Locación puede estar jerárquicamente organizada como {street, zip code,

city, province, region, country, area}. En general de acuerdo como estén organizadas los futuros análisis serán posibles [24].

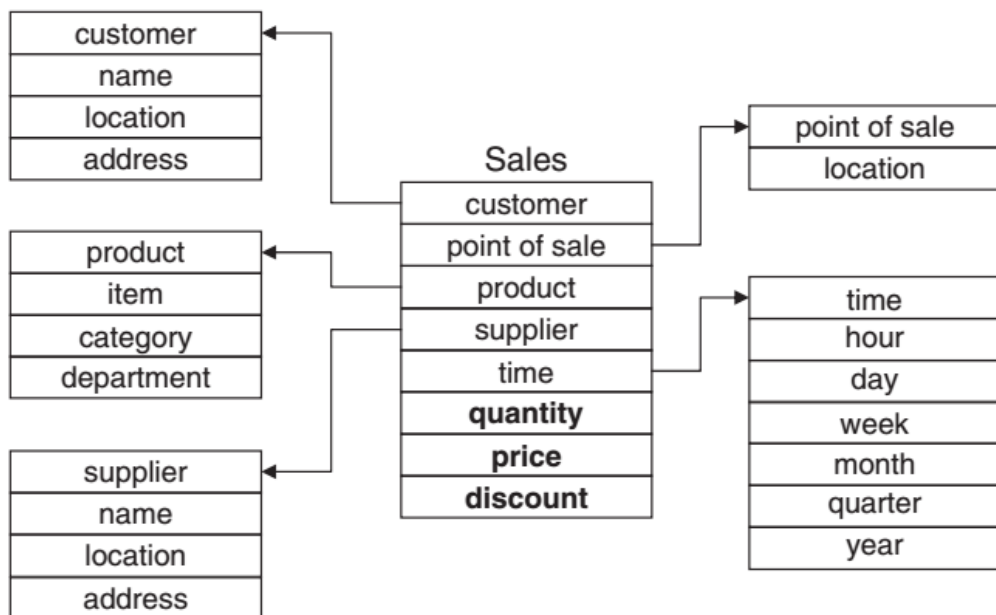
Normalmente en las tablas de dimensiones la clave del negocio no se la utiliza como clave principal, las razones pueden estar relacionadas a la eficiencia del tipo de campo, ciertas tablas del origen de datos son de tipo carácter lo que no es lo más adecuado para facilitar las búsquedas en grandes fuentes de datos, por esto es común que las claves en la tabla de dimensiones sean de tipo enteras. Otros posibles casos se dan cuando se quiere consolidar los datos desde más de un origen, estos datos pueden tener claves heterogéneas o con distintos valores para una misma clave.

A la clave principal de una tabla de dimensiones se le denomina clave subrogada. La clave del negocio o primary key correspondiente de la fuente de datos no se la considera como clave principal en la tabla de dimensiones.

3.1.7. Esquemas de construcción del *data warehouse*

El esquema multidimensional está constituido por la(s) tablas de hechos y de dimensiones. En este contexto se presentan tres referencias en la creación del *data warehouse*: El esquema de estrella, el segundo esquema es copo de nieve y el tercero de galaxia.

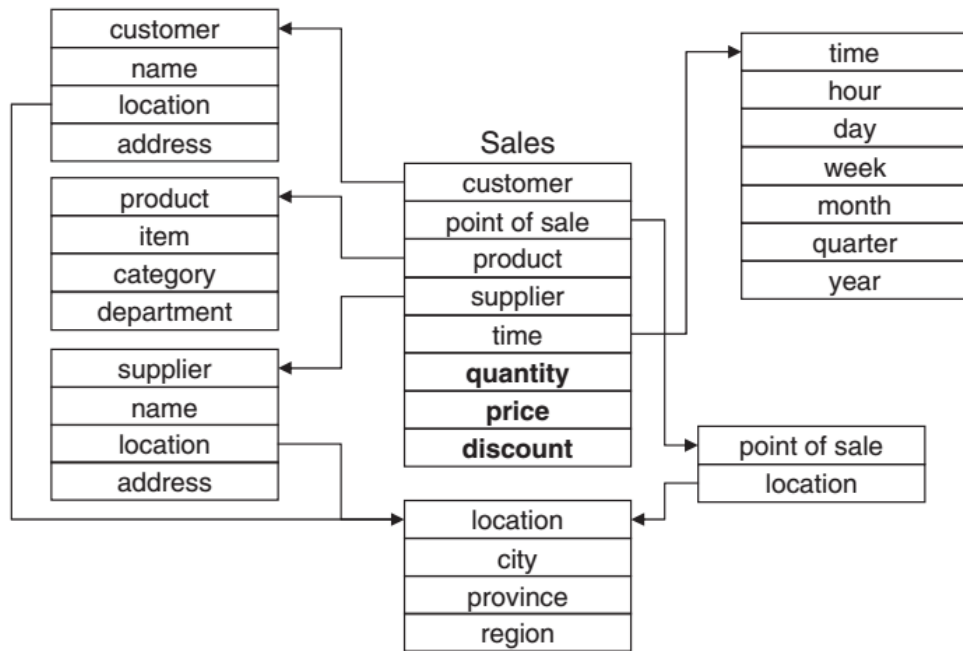
Figura 5: Esquema en estrella



Fuente: [24]

En el esquema en estrella la tabla de hechos es colocada en la mitad y es linkeado a la tabla de dimensiones a través de las referencias.

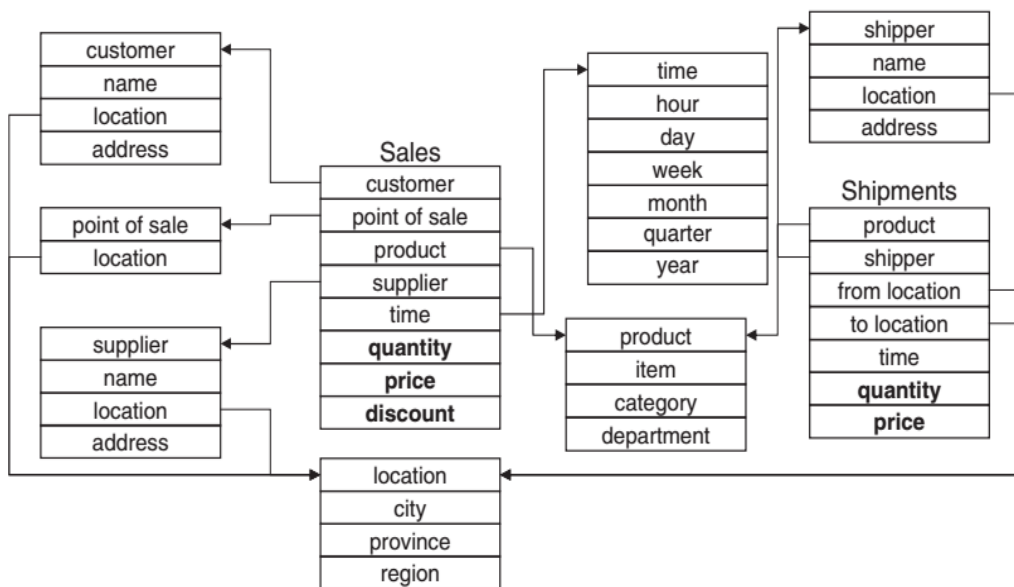
Figura 6: Esquema Copo de nieve



Fuente: [24]

En el esquema copo de nieve las dimensiones pueden estar relacionadas a otras tablas de dimensión, produciendo una referencia múltiple.

Figura 7: Ejemplo de un esquema galaxia



Fuente: [24]

El esquema galaxia incluye más de una tabla de hechos relacionadas a tablas de dimensiones que se conectan con otras tablas de dimensión.

El diseño de *data warehouse* se basa en un sistema multidimensional, paradigma de representación de datos que proporciona al menos dos ventajas principales: en el lado funcional, puede garantizar: tiempos de respuesta rápidos o consultas complejas, mientras que en el lado lógico las dimensiones naturalmente coinciden con los criterios seguidos por los analistas del conocimiento [24].

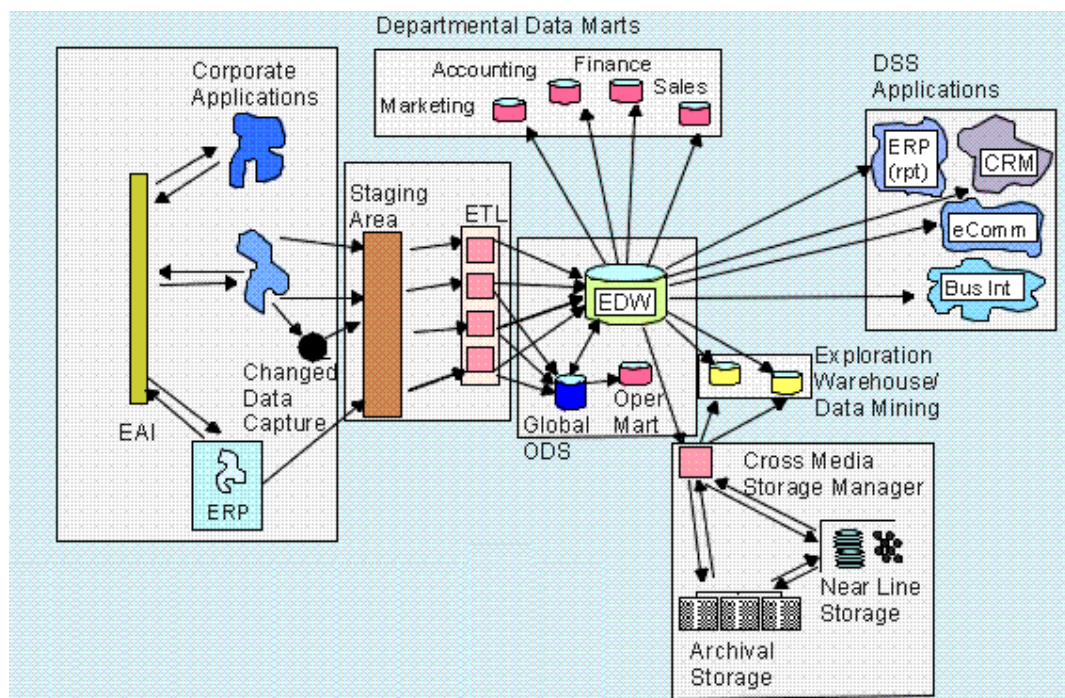
3.1.8. Metodología de desarrollo del data warehouse

Cuando se habla de metodologías se establecen un conjunto de procedimientos, técnicas herramientas y documentos auxiliares que guían en el desarrollo de los almacenes de datos. Las metodologías se dividen en fases que pueden ser subdivididos en sub-fases con la finalidad de elegir las técnicas más apropiadas de forma que se pueda gestionar, planificar y controlar el proceso de creación del almacén de datos [25].

Se expone brevemente sobre cuatro metodologías como son: Ciclo de Vida de Kimball, Bill Inmon, Dwep y Hefesto.

Bill Inmon: establece necesaria la transferencia de la información de los OLTP (*OnLine Transaction Processing*) de la empresa a un solo lugar, centralizando los datos para su análisis (*CIF* o *Corporate Information Factory*) el cual debe cumplir con las características de un repositorio de datos [26].

Figura 8: Bill Inmon Data Warehouse

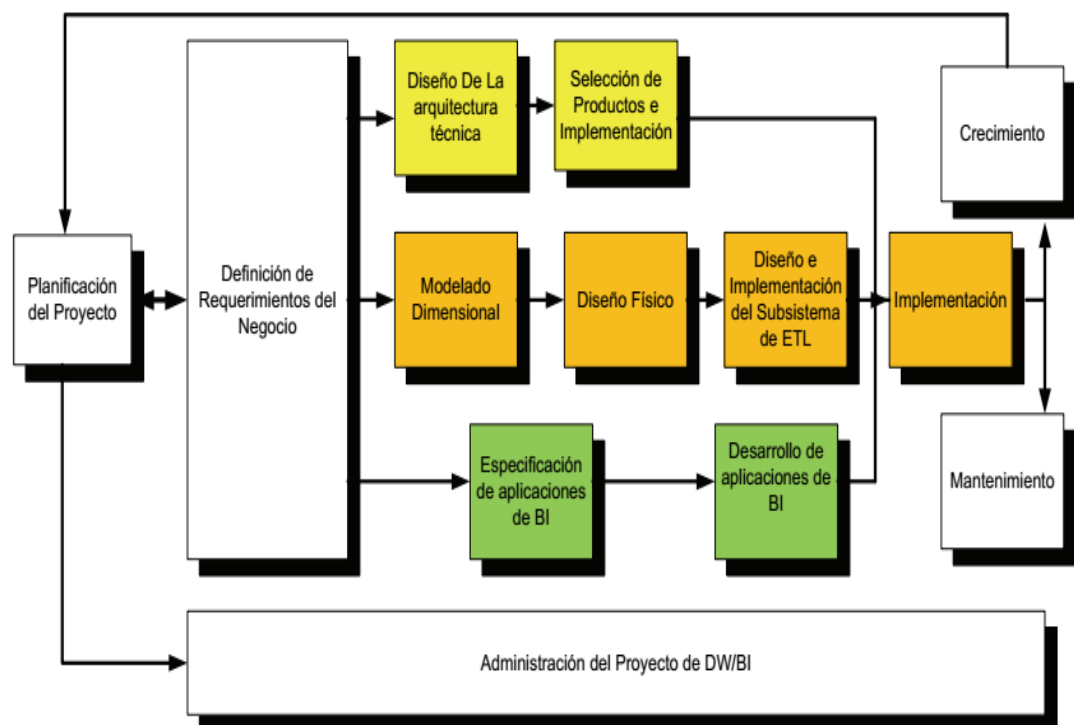


Fuente: [27]

Inmon, tiene un único repositorio integrado de datos atómicos llamado almacén de datos empresarial. Tiene un enfoque empresarial que respalda el análisis de la información en toda la organización. Este enfoque permite abordar los requisitos del negocio no solo dentro de un área temática sino también en todas las áreas temáticas, Inmon usa el modelo ER en el almacén de datos empresariales y un modelo dimensional solo para *data marts*. Bill Inmon recomienda construir el depósito de datos que sigue el enfoque de arriba hacia abajo. En la filosofía de Inmon todos los datos disponibles de los sistemas de transacción se consolidan en una colección de datos orientada a temas, integrada, variable en el tiempo y no volátil que respalda la toma de decisiones, a continuación, los *data marts* se crean para las necesidades analíticas del departamento. Algunas de las características de la metodología son: Es estratégico, integración en toda la empresa, los sistemas fuente tienen una alta tasa de cambio, equipo más grande de especialistas, Se permite un mayor tiempo para satisfacer las necesidades de las empresas, altos costos de puesta en marcha [27].

Ciclo de Vida de Kimball: En la Figura 9 se observa las distintas fases que son parte del ciclo de vida de Kimball

Figura 9: Ciclo de vida para la construcción de un almacén de datos



Fuente: [25]

La metodología se basa en lo que se denomina Ciclo de vida dimensional del negocio, se pueden establecer cuatro principios básicos:

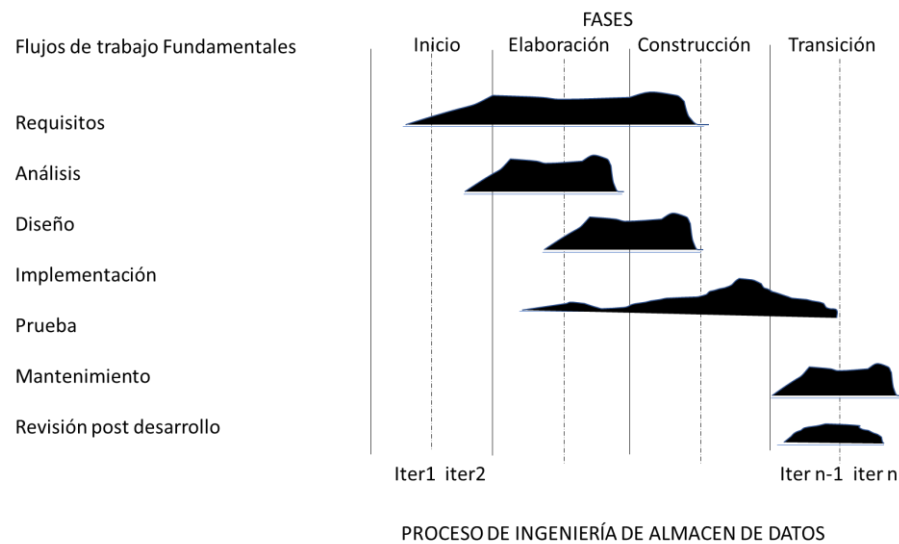
- Centrarse en el negocio: identificar los requerimientos del negocio y su valor asociado
- Construir una infraestructura de información adecuada: Diseñar una base de información única, integrada, fácil de usar.
- Realizar entregas en incrementos significativos: crear el almacén de datos en incrementos entregables de 6 a 12 meses.
- Ofrecer la solución completa: Proporcionar todos los elementos necesarios para entregar valor a los usuarios de los negocios. Tener un almacén de datos sólido, con calidad probada y accesible.

Los requerimientos del negocio son el soporte inicial de las tareas, también tiene influencia en el plan del proyecto [28].

EL ciclo de vida empieza con la planificación estableciendo el alcance y la justificación, la segunda fase de mayor complejidad es enfocarse en la definición de los requerimientos del negocio, existe interacción en las dos vías entre estas dos fases, es aquí donde se vuelve importante alinear el almacén de datos con los requerimientos del negocio. Para alcanzar estos objetivos se establecen tres vías: en el extremo superior la tecnología que establece el marco para la integración de múltiples tecnologías. La vía del medio se enfoca en los datos, primeramente, trasladando los requerimientos en un modelo dimensional a continuación se le transforma en una estructura física, a través de estrategias de agregación, indexación y partición. Un conjunto de procesos ETL que permiten tener la información adecuada, disponible para ser presentada a los usuarios del negocio. En el tercer bloque se desarrolla las aplicaciones de analítica [20].

DWEP (Data Warehouse Engineering Process): está basada en el proceso unificado (en inglés: Unified Process UP) estándar para el desarrollo de software; se puede distinguir como características que es iterativo e incremental, se basa en cuatro fases de desarrollo y siete flujos de trabajo. Utiliza UML (Unified Modeling Language - Lenguaje Unificado de Modelado) como lenguaje de trabajo [25].

Figura 10: DWEP



Fuente: Metodologías para el desarrollo del almacén de datos [25]

Esta metodología identifica 4 fases: La primera de Inicio que permite analizar el proyecto para ponerlo en marcha, para lograrlo se realiza la descripción del proyecto, se detectan riesgos y funcionalidad del software. La segunda la fase de elaboración en la cual se elabora la arquitectura para la elaboración del software, definir casos de uso y artefactos necesarios. La siguiente fase de construcción toma como base lo establecido en la fase de elaboración y aquí se desarrolla el producto listo para usar. La fase de transición nos lleva hacia el entorno de operación final [25].

Ricardo Bernabeu, Hefesto: es una metodología propia, cuya propuesta está fundamentada en una muy amplia investigación, comparación de metodologías existentes, experiencias propias en procesos de confección de almacenes de datos [25]. Cabe destacar que HEFESTO está en continua evolución, y se han tenido en cuenta, como gran valor agregado, todos los feedbacks que han aportado quienes han utilizado esta metodología en diversos países y con diversos fines.

Se plantea la posibilidad de adaptarse a cualquier ciclo de vida de desarrollo de software, sin embargo, algunas fases tendrán condiciones particulares de creación. Así esta metodología se puede resumir de acuerdo con lo presentado en la Figura 11 [4].

Figura 11: Hefesto

- 1) Análisis de requerimientos**
 - a. Identificar preguntas
 - b. Identificar indicadores y perspectivas
 - c. Modelo Conceptual
- 2) Análisis de los OLTP**
 - a. Conformar indicadores
 - b. Establecer correspondencias
 - c. Nivel de Granularidad
 - d. Modelo Conceptual ampliado
- 3) Modelo Lógico del DW**
 - a. Tipo de Modelo Lógico del DW
 - b. Tablas de dimensiones
 - c. Tablas de Hechos
 - d. Uniones
- 4) Integración de datos**
 - a. Carga inicial
 - b. Actualización

Fuente: [4]

En forma similar a otras metodologías, el inicio del proceso es el análisis de requerimientos, de forma que se puedan obtener las preguntas claves del negocio, tras la revisión de los indicadores, se puede tener una perspectiva más clara sobre lo que se necesita construir. La segunda fase corresponde a los análisis OLTP (On line transaction process), de forma que se pueda asociar las fuentes de datos con los indicadores y las perspectivas a obtener. La tercera fase involucra la creación del modelo lógico del *data warehouse*, esto involucra el esquema, tablas de dimensiones y de hechos necesarias. Finalmente se procede a la integración de los datos a través de los respectivos ETL, para lo cual se consideran procesos de limpieza de datos y de calidad de la información.

Considerando el análisis propuesto en [25] en su trabajo sobre las metodologías de desarrollo del *data warehouse* establecen lo siguiente: Kimball es muy amplia y no deja muy claro cómo se debe hacer para cumplir cada fase, DWEP tiene como base la teoría de objetos, puede llegar a requerir de muchos artefactos, Hefesto es el resultado de una amplia investigación, es bastante específica sobre los pasos a seguir. En el trabajo [29] se establece que el costo de implementar usando Kimball es alto y en Inmon medio, Además se puede observar que por su envergadura estas metodologías requieren de mayor especialización.

Una vez establecido los aspectos más relevantes de las metodologías anteriormente descritas, con un análisis propio sumado a los trabajos de Erick Leonard, Yudi [25] y la obra de Ximena Lozada y otros [29] se presenta una tabla comparativa sobre las metodologías.

Escala

Bueno/Alto=3, Medio=2, Todos/Bajo=1

Tabla 2: Características de las metodologías para un *data warehouse*

No.	Factores de Análisis	Ralph Kimball	Bill Inmom	Ricardo Bernabeu (Hefesto)	Dwep
1	Flexibilidad	2 (Medio)	3 (Alto)	3 (Alto)	2 (Medio)
2	Adaptable a las tecnologías	1 (Todos)	1 (Todos)	1 (Todos)	1 (Todos)
3	Tamaño del Proyecto	1 (Todos)	1 (Todos)	1 (Medio / Pequeño)	1 (Medio / Grande)
4	Etapas del proceso Claramente Establecidas	1 (Todos)	1 (Todos)	1 (Todos)	1 (Todos)
5	Fácil de implementar	2 (Medio)	2 (Medio)	3 (Alta)	2 (Medio)
6	Entregables	2 (Medio)	2 (Medio)	2 (Medio)	1 (Bajo)
7	Usado Ampliamente	2 (Medio)	2 (Medio)	3 (Alto)	1 (Bajo)
8	Costo Bajo	1 (Bajo)	1 (Bajo)	3 (Alto)	2 (Medio)
	TOTAL	12	13	15	11

Fuente: [25] y [29]

Elaborado por: El autor

Bajo estas premisas se considera que la metodología Hefesto se puede adaptar al proyecto sin mayor dificultad, estableciendo los siguientes criterios:

- Las fases principales propuestas por esta metodología: Análisis de requerimientos, análisis de los OLPT, modelo lógico de DW (*data warehouse*) e integración de datos son de sencilla y secuencial aplicación lo cual contribuye a una propuesta clara de desarrollo.
- Su aplicación inicial no demanda de técnicas o herramientas complejas para su aplicación.
- Existe cierta libertad en cada fase de acuerdo con el criterio del analista.

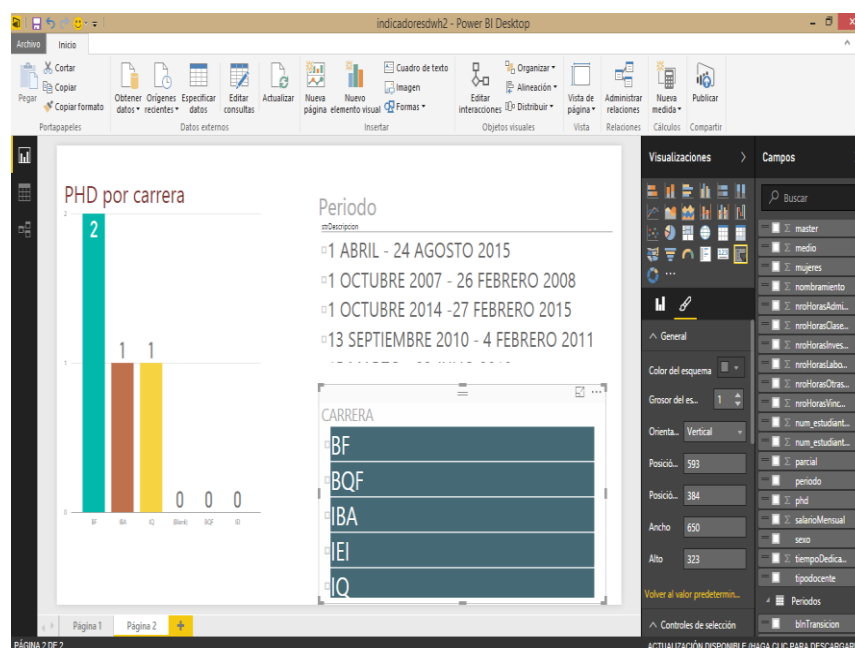
3.1.9. Herramientas de análisis de datos

La Empresa Oracle presenta en su sitio web oficial una definición de Inteligencia de negocios o *Business Intelligence* (BI) que refiere así: “según el *Data Warehouse Institute*, lo define como la combinación de tecnología, herramientas y procesos que permiten transformar los datos almacenados, en información, esta información en conocimiento y este conocimiento dirigido a un plan o una estrategia comercial. La inteligencia de negocios debe ser parte de la estrategia empresarial, esta le permite optimizar la utilización de recursos, monitorear el cumplimiento de los objetivos de la empresa y la capacidad de tomar buenas decisiones para así obtener mejores resultados” [17].

En este sentido existen en el mercado una variada oferta de herramientas para el desarrollo de BI, empresas como Oracle, Microsoft con Power BI, Qlik con Qlik Sense o Qlik View, Tableau, Pentaho, Spago Bi son ejemplos de este tipo de herramientas. Las cuales en su mayoría deben cumplir con algunos de las siguientes características como mínimo para ser funcionales:

- Permitir integra los datos de distintas fuentes
- Presentación de Tableros de control e informes
- Ahorro sustancial de tiempo para analizar los datos
- Interconectividad con distintas plataformas de datos
- Medio de publicación en plataforma Web y Apps

Figura 12: Ventana de Desarrollo de PowerBi



Fuente: Propia del autor

3.1.10. Generación de conocimiento

Los datos constituyen símbolos no estructurados y discretos que deben ser asimilados e interpretados. La información es un medio para la comunicación explícita. En cambio, el conocimiento es más complejo, se caracteriza por ser dinámico, personal y principalmente porque está interpretado y asumido en cierta acción, esta es la principal diferencia con respecto a los datos y de la información [30].

Entender los datos requiere de algunas actividades como: preparación de los datos, construcción de un modelo, evaluación del modelo, refinamiento de los datos y la implementación práctica [31].

El modelo de creación del conocimiento de Nonaka y Takeuchi se basa en la distinción entre saber tácito y saber explícito. El saber tácito está íntimamente ligado a la acción, las rutinas y los contextos específicos, está enraizado profundamente en los actos y experiencias de las personas individuales, así como en sus valores, ideales o emociones. El saber explícito es el que puede ser expresado en palabras, números, o formulas y compartirlo. Puede ser transmitido entre individuos formal y sistemáticamente. es el conocimiento estructurado, transferible a través del lenguaje formal y sistemático [30].

En la actualidad, entender cuál es el rol de las tecnologías de información entorno a la gestión del conocimiento es la pieza clave para no cometer un error de concepto. Este error radica en concebir la implantación de la gestión del conocimiento como una tarea de la tecnología de información. Es importante comprender que las tecnologías de información proveen el marco, pero no el contenido. El individuo es el “creador” de conocimiento y la compañía es “amplificador” de conocimiento [30].

Las Tecnologías de Información, mediante una solución de Inteligencia de Negocios, pueden ayudar a establecer parte de las condiciones asociadas a la generación y administración del conocimiento adquirido, permitiéndole estar disponible a nivel de toda la organización [30].

3.1.11. Toma de decisiones empresariales

El uso adecuado de la información suministrada por el *business intelligence* brinda a la organización herramientas para la toma de decisiones en muchas áreas de esta, convirtiéndose en un aliado de los líderes para dirigir acertadamente el equipo de trabajo enfocando esfuerzos en lo que lo necesita y reforzando la eficiencia de los procesos que marchan bien. Para lograr esto la empresa toma los datos que el *business intelligence* le brinda de manera estructurada, los analiza,

propone sobre ellos y ejecuta, haciendo un análisis de información que de conocimiento efectivo a la empresa acerca de cómo marcha cada aspecto de esta. Este método da cuatro oportunidades a la empresa, la primera de observar que está pasando dentro y fuera de la organización; la segunda, la comprensión, donde la información se transforma en conocimiento; la tercera la predicción, con la cual es posible intentar adelantarse a las necesidades futuras y la quinta la decisión, puesto que con estos datos depurados ya se puede pensar en un camino para seguir [32].

3.2. Estado del arte

La universidad ecuatoriana se ve enfrentada al reto de alcanzar la mejora continua de la calidad en la educación ofrecida en sus servicios a los distintos usuarios de interés relacionados con la actividad de la academia.

En la publicación del ministerio del Ecuador “Estándares de Calidad Educativa” [33] se establece: para que el sistema educativo sea de calidad, se deben considerar aspectos tradicionalmente académicos (rendimientos estudiantiles), así también el desarrollo de la autonomía intelectual en los estudiantes y la formación ética. También son ejemplos de contribución a la calidad las buenas actuaciones de los docentes en su acción profesional o la efectiva gestión de los centros escolares.

La universidad, en respuesta a este entorno, se ve en la necesidad de configurar un esquema educativo con mayor énfasis en la evaluación comparándose en el marco regional, nacional e internacional. “La responsabilidad social de la universidad exige una estrategia de gestión e inteligencia de los impactos que genera en su entorno”. El reconocimiento de los indicadores educativos y su estandarización constituye una condición básica para dar un seguimiento sistemático de lo que sucede al interior de la institución de educación superior [34].

Varias organizaciones tienen particular interés en la educación, se puede mencionar: United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO); el Instituto Internacional para la Educación Superior en la América Latina y el Caribe (IESALC); el Centro Nacional de Evaluación de la Educación Superior (CENEVAL) en México, la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) en Argentina; The National Center for Research on Evaluation, Standards and Student Testing (CRESST) en Estados Unidos, el Consejo de Evaluación Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES) en Ecuador; quienes establecen políticas como apoyo para la evaluación de la calidad de la educación.

En el año 2000 la Oficina de Planificación del Sector Universitario creó el proyecto S.E.A. (Sistema de Evaluación y Acreditación de las Universidades Venezolanas). En este proyecto se manejó una definición de calidad orientada al cumplimiento del deber. Desde el punto de vista

evaluativo, la calidad institucional es entendida como la combinación de tres categorías: pertinencia, eficiencia y eficacia. En tal sentido una institución será considerada de calidad si cumple aceptablemente los estándares establecidos en esas tres categorías [35].

Uno de los principios básicos de la gestión de la calidad es el enfoque objetivo hacia la toma de decisiones, las cuales deben sostenerse en el análisis de datos y de la información disponible. Para realizar este proceso de forma eficaz y eficiente, debe disponerse de datos medidos de forma sistemática, periódica y precisa, que además deben estar organizados y dispuestos para la lectura y el análisis por los distintos miembros de la organización, según su jerarquía. Esto es un sistema de indicadores [36].

En educación los indicadores cumplen funciones informativas, evaluativas y de producción de conocimiento. Lo que se puede medir se puede comprender mejor y lo que mejor se comprende se puede mejorar [37], criterio expresado en su obra “Un Sistema de Indicadores de Calidad para el Mejoramiento de Programas Universitarios en Administración” en la cual se establece además que los indicadores cumplen funciones informativas, evaluativas y de producción de conocimiento.

Los indicadores educativos son estadísticas que permiten medir la pertinencia en aspectos importantes de la entidad educativa; a través de los cuales se puede observar las condiciones actuales del sistema educativo, esperando a través de ellos establecer inferencias acerca de la calidad de la enseñanza.

La normativa del sistema de educación superior ecuatoriano en el artículo 93 expresa que la calidad se constituye en un principio que “consiste en la búsqueda constante y sistemática de la excelencia, la pertinencia, producción óptima, transmisión del conocimiento y desarrollo del pensamiento mediante la autocrítica, la crítica externa y el mejoramiento permanente” [38].

El CEAACES como organismo rector de la educación superior en el Ecuador establece seis criterios de evaluación, que consideran aspectos amplios de la calidad, y están relacionados con las funciones sustantivas de las universidades y escuelas politécnicas, así como los procesos, las condiciones y los recursos que permiten la ejecución adecuada de las mismas. Estos criterios son: Organización, Academia, Investigación, Vinculación con la colectividad, Recursos e infraestructura y Estudiantes [8].

El modelo de evaluación institucional para instituciones de educación superior propuesto por el CEAACES en el año 2015, ha permitido ser la base de este proceso en el Ecuador, lo que ha permitido a las universidades y escuelas politécnicas seguir un proceso de mejora constante.

Se han desarrollado algunos trabajos a nivel mundial como por ejemplo el Sistema Básico de Indicadores para la Educación Superior de América Latina (INFO ACES) en coordinación con la universidad Politécnica de Valencia en el año 2012, el catálogo de indicadores educativos de la Universidad Autónoma de Nuevo León 2014, Sistema de Indicadores de Calidad para el

Mejoramiento de Programas Universitarios en Administración tesis doctoral en la Universidad del Atlántico en Barranquilla 2013, trabajos que metodológicamente proponen los indicadores a ser considerados para la evaluación de la calidad. A pesar de su amplia difusión se presentan poca casi ninguna herramienta automatizada para apoyo en este proceso a las organizaciones. Sobre todo, por el hecho que la información a ser procesada normalmente requiere del manejo de fuentes heterogéneas lo cual obliga a la creación de un almacén de datos personalizado.

Sin embargo la corriente tecnológica actual va introduciendo las aplicaciones de inteligencia de negocios como herramientas de apoyo para que las instituciones de educación superior (IES) de forma que logren resumir y concentrar los datos que generan en su actividad diaria.

Otro trabajo el realizado en el área de la minería de datos e inteligencia de negocios, en donde se acoplaron las fases a la metodología HEFESTO versión 2.0, para la construcción del *data warehouse*) en la Unidad de Nivelación y Admisión de la ESPOCH. Dichos datos fueron generados desde el año 2012, donde la ESPOCH ha trabajado con el Sistema Nacional de Nivelación y Admisión (SNNA - SENESCYT), provocando gran cantidad de información que no ha sido procesada y que no aporta a la toma de decisiones [39].

En la publicación de Díaz y otros [40] se utiliza inteligencia de negocios para analizar información académica de los estudiantes en conjunto con la actividad en redes sociales, esto con el fin de proyectar un perfil del estudiante.

En el trabajo de Reyes y Nuñez se referencia a Carter, en el nuevo ambiente educativo donde todo está marcado por la información, el conocimiento y la toma de decisiones, es muy importante saber dónde y cómo se organiza toda la información, entonces los conceptos de trabajo, como son los Almacenes de Datos que son una herramienta de Inteligencia de Negocio posibilitan a los directivos de las organizaciones formular preguntas, realizar consultas y analizar los datos en el momento, forma y cantidad que precisen sin necesidad de tener que acudir al personal informático de la empresa [41].

La inteligencia empresarial y las herramientas de visualización de datos limitan el análisis y la detección de información a los usuarios empresariales. Estas herramientas son útiles para proporcionar respuestas a preguntas predefinidas; sin embargo, no permiten a los usuarios plantear nuevas preguntas ni realizar seguimientos. Esto obliga a los usuarios a decidir el contenido del informe o la visualización, o bien a esperar a que el personal de TI (Tecnologías de la información) cree nuevos informes o consultas SQL (Structured Query Language; en español lenguaje de consulta estructurada) [42]. En este sentido el uso de herramientas adecuadas para el análisis de información puede lograr independizar a los directivos de los departamentos de tecnologías al menos en lo que se refiere a crear o personalizar sus informes.

El objetivo es descubrir conocimiento significativo dentro de los datos. Los descubrimientos son a menudo expresados como modelos, cuando no existe claridad en las relaciones de los datos, se puede usar también la minería de datos, como parte del proceso de construir modelos. Un modelo puede ser usado para ayudar en el conocimiento del mundo. Modelos también pueden ser usados para hacer predicciones [31].

En la Epoch ya se realizó en la Unidad de Nivelación un trabajo desarrollado en este ámbito como fue el de Uvidia [39] en el cuál se evidencio que estos procesos logran obtener información resumida que puede ser utilizada posteriormente para su análisis.

Existe una relación directa entre datos, información y conocimiento, para que la información se transforme en conocimiento, la intervención humana se hace necesaria, convirtiéndose las herramientas de tecnologías de información y comunicación (TIC) con su capacidad de procesamiento de datos y creación de información, en su principal apoyo [5].

La inteligencia de negocios en la actualidad es algo más que una herramienta, es una base de conocimiento para los directivos de las organizaciones para decidir sobre la misma. En la publicación de [43] se manifiesta “El poder competitivo que puede tener una empresa se basa en la calidad y cantidad de la información que sea capaz de usar en la toma de decisiones”.

En este contexto el uso de las herramientas de inteligencia de negocios, para ayudar en la interpretación y conclusión de los datos, se convierte en una necesidad de las organizaciones no solo empresas se benefician con su uso, como se ve instituciones educativas, también pueden procesar su información con el fin de generar y resumir información que permita entender, conocer, interpretar y gestionar futuras decisiones para la mejora continua.

Capítulo 4

Metodología

4.1. Diagnóstico

El presente trabajo se establece como una propuesta de desarrollo para ser implementada en la Facultad de Ciencias, pensada como un apoyo para que las autoridades cuenten con una herramienta tecnológica, que ayude a tomar decisiones académicas y descubrir conocimiento que no se pueda ver de forma explícita.

La Facultad de Ciencias genera información cada semestre como apoyo para la autoevaluación institucional, la mayoría de esta información no proviene de un sistema transaccional OLPT por el contrario se la genera en diferentes archivos en formato Excel, luego se los consolida de forma manual para generar las fichas de valoración. Generalmente esta información es manejada por las diferentes comisiones de evaluación y acreditación de la calidad de la educación de la facultad, y en su momento llegan a ser socializadas a las correspondientes autoridades. Fuera de esta actividad no hay ningún seguimiento a este proceso, al cual puedan tener acceso de forma resumida y permanente los directivos de la facultad o interesados. Los informes están archivados en el subdecanato. Esta es la principal razón por la cual se plantea entregar una plataforma de inteligencia de negocios orientada a presentar indicadores académicos que permitan a las autoridades de la Facultad observar de forma permanente el estado académico histórico de la facultad.

La información generada en la Facultad corresponde a cuatro Escuelas: Física - Matemáticas, Ciencias Químicas, Bioquímica y Farmacia, Ingeniería Química. Esta información corresponde al último semestre concluido, por lo que el análisis es posterior.

La mayoría de información no proviene de un sistema transaccional integrado en la actualidad, el sistema oficial para el registro de notas e información académica es el OASIS, sistema que refleja únicamente las notas alcanzadas por los estudiantes y una limitada información sobre los docentes. Toda la información sobre investigación y vinculación, así como sobre docentes es generada cada semestre en archivos de Excel.

Ante esta situación y al no existir una solución sencilla para tener en el corto plazo un sistema transaccional que refleje y resuma esta información académica, se plantea construir una plataforma de inteligencia de negocios que ayude a consolidar esta información.

La Epoch cuenta con sistemas para el análisis de datos, tales como Power BI o Qlick View, el sistema transaccional trabaja sobre SqlServer, por lo que son alternativas útiles para el propósito de este desarrollo.

4.2. Método(s) aplicado(s)

Para el desarrollo de este proyecto de Tesis se establece la siguiente metodología:

1. **Examinar las características del problema:** Determinar el contexto del problema a investigar.
2. **Establecer indicadores de academia, investigación y estudiantes a ser implementados**
3. **Seleccionar las fuentes para elaborar el marco teórico:** recopilar información sobresaliente y actual, se hará un estudio detallado del objeto y se preparará el entorno de trabajo para el desarrollo del proyecto de investigación.
4. **Fase de selección de la información:** seleccionar información más relevante para la redacción y organización de contenidos del trabajo escrito del proyecto.
5. **Fase de construcción del Data warehouse:** en esta fase se seleccionará la metodología de diseño y topología del almacén de datos.
6. **Fase de implementación:** se establecerá como mejorar el proceso manual y se construirá el Data warehouse y tableros de control e informes que se adapten a las necesidades de la Facultad de Ciencias para la toma de decisiones.
7. **Verificación de validez del instrumento:** etapa de verificación y validez de la información presentada a los directivos.
8. **Fase de finalización del proyecto:** descripción, análisis e interpretación de datos se deben realizar las pruebas finales, redacción de documentos, impresión de documentos, defensa de presentación de trabajos escritos.
9. **Redacción del proyecto de investigación y desarrollo:** Durante todo el proceso de desarrollo de investigación, se redactará el documento.

Las fases 1,2,3,4 se abordan hasta el capítulo 3, las fases 5 y 6 se las desarrolla en el capítulo 4, finalmente la 7, 8, y 9 se desarrollan en el capítulo correspondiente a resultados.

4.2.1. Examinar las características del problema

El problema de la Facultad de Ciencias se evidencia al no tener centralizada la información de indicadores de evaluación institucional, los cuales deben ser generados cada periodo académico. Para lograr este objetivo cada inicio del semestre, la facultad inicia un proceso de recolección de información del periodo anterior manualmente, para luego resumir cada uno de los indicadores, teniendo como referencia el Modelo de Evaluación Institucional del CEAACES 2016. Las distintas carreras de la Facultad a través de sus comisiones respectivas se encargan de generar esta información tanto en archivos de Excel o fichas de Word. Finalizado el laborioso proceso manual. Se elabora un informe, se lo presenta a las autoridades y los involucrados de la carrera una vez en el semestre.

Esta realidad determina la necesidad de que la información recolectada se la tenga publicada permanentemente, integrada en un solo repositorio de forma que todas las autoridades conozcan en cualquier momento y evalúen la situación de la Facultad, de las carreras. Incrementando la posibilidad que con su correcta utilización les permita tomar decisiones.

Para este efecto se creará un almacén de datos que integre los datos recopilados por las comisiones y que no dependa de un sistema transaccional. Esto debido a que la implementación de un sistema transaccional es potestad únicamente del organismo gobernante de Tecnologías de la Información de la Espoch.

4.2.2. Establecer indicadores a implementar

Las universidades y escuelas politécnicas ecuatorianas en la actualidad están comprometidas con la mejora de la calidad y el cumplimiento de estándares que fortalezcan su actividad académica. El organismo encargado de guiar en este proceso a estas organizaciones académicas es el CEAACES.

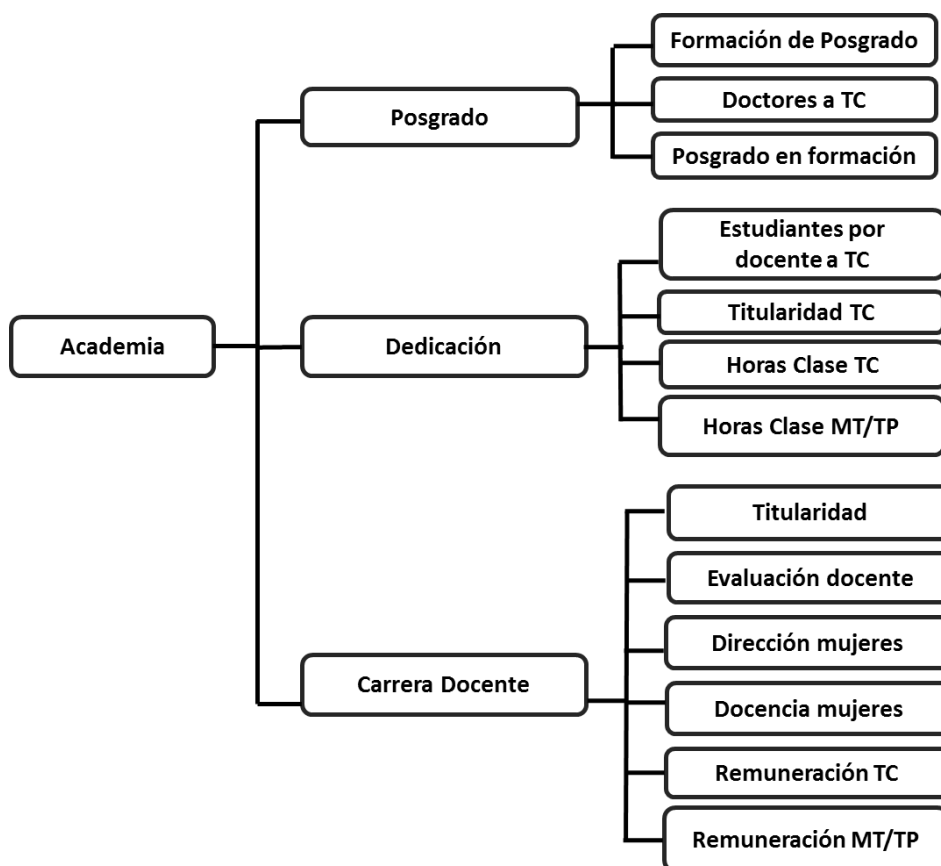
El CEAACES establece estos estándares e indicadores a cumplir a través de un modelo de evaluación vigente establecido con el fin de obtener niveles mínimos de calidad, y generar una cultura de excelencia [44].

Para el proyecto se consideran los siguientes indicadores.

Criterio: Academia

“El criterio Academia evalúa las cualidades de la planta docente y las condiciones laborales y de contratación en las que se desarrollan sus actividades, las que deben procurar el desarrollo adecuado de las actividades sustantivas de docencia, investigación y vinculación con la sociedad” [8].

Figura 13: Criterio Academia



Fuente: [8]

Subcriterio: Posgrado

“El subcriterio Posgrado, considerando la normativa vigente del sistema de educación superior, evalúa las condiciones de formación académica y los esfuerzos institucionales desarrollados para incrementar la disponibilidad de profesores e investigadores con una formación de doctorado. Para la evaluación del subcriterio”, La evaluación de este indicador considera los siguientes indicadores [8].

- Formación Posgrado
- Doctores a TC
- Posgrado en formación

Indicador: Formación Posgrado

Tipo: cuantitativo

Forma de Cálculo:

$$FP = 100. \frac{NPHD + 0,4. NMSc}{NTD}$$

- **FP:** Formación de posgrado
- **NPHD:** Número total de profesores con formación de Ph.D. o su equivalente.
- **NMSc:** Número total de profesores con formación de maestría o especialización médica u odontológica.
- **NTD:** Número total de profesores e investigadores de la institución.
- **Estándar:** Todos los profesores de la institución poseen título académico de posgrado, donde al menos el 40 % de ellos tienen grado de PhD, obteniendo 64 % en el valor del indicador [8].

Indicador: Doctores a TC

Tipo: cuantitativo

Forma de Cálculo:

$$DTC = 100. \frac{PHDTC}{0,6. NTD}$$

- **DTC:** Docentes de tiempo completo con título de PHD
- **PHDTC:** Número de profesores a tiempo completo con formación de Ph.D. o su equivalente.
- **NTD:** Número total de profesores e investigadores de la institución.
- **Estándar:** La institución cuenta con el 55 % de profesores con formación de PhD a tiempo completo, los que, a su vez, deberían ser el 60 % del total de profesores [8].

Indicador: Posgrado en Formación

Tipo: cuantitativo

Forma de Cálculo:

$$PEF = \frac{PHDF}{DSPHD} + 0,4. \frac{MSCF}{DSMSC}$$

- **PEF:** Posgrado en Formación
- **PHDF:** Número total de profesores e investigadores que se encuentran cursando un Ph.D. o su equivalente y no lo poseían durante el periodo de evaluación.
- **MSCF:** Número total de profesores e investigadores que se encuentran cursando un MSc., Especialización médica u odontológica en formación o su equivalente y no lo poseían durante el periodo de evaluación.

- **DSMSC:** Número total de profesores e investigadores de la IES (Institución de Educación superior) que no tienen formación de Ph.D., de MSc., ni de Especialización médica u odontológica durante el periodo de evaluación
- **DSPHD:** Número total de profesores e investigadores de la IES que no tienen formación de Ph.D durante el periodo de evaluación.
- **Estándar:** La institución cuenta con estrategias de formación de maestros y doctores que se reflejan en acciones concretas y efectivas, obteniendo como mínimo 0,8 en el valor del indicador. [8].

Subcriterio: Dedicación

“Este subcriterio analiza la relación existente entre las actividades de docencia, investigación y gestión académica con la distribución horaria asignada a los profesores e investigadores de la institución” [8] se analiza con los indicadores:

- Estudiantes por docente a TC.
- Titularidad TC.
- Horas clase TC.
- Horas clase MT-TP.

Indicador: Estudiantes por docente a TC

Tipo: cuantitativo

Forma de Cálculo:

$$ETC = \frac{NPE1}{NPTC}$$

$$NPE1 = NPE + 0,5.(NESP + NED)$$

$$NPTC = \sum_{i=1}^{NTC} \frac{DTCi}{365}$$

- **ETC:** Estudiantes por docente de tiempo completo
- **NPE1:** Número ponderado de estudiantes 1.
- **NTC:** Número total de profesores que estuvieron a tiempo completo en el periodo de evaluación.
- **NPTC:** Número total ponderado de profesores a tiempo completo.
- **NPE:** Número de estudiantes presenciales.
- **NESP:** Número de estudiantes semipresenciales.
- **NED:** Número de días como profesor a tiempo completo del profesor i-ésimo en el periodo de evaluación.

- **Estándar:** La institución tiene un máximo de 30 estudiantes por cada profesor con dedicación exclusiva [25].

Indicador: Titularidad a TC

Tipo: cuantitativo

Forma de Cálculo:

$$PTTC = 100 \cdot \frac{NTTC}{0,6 \cdot NTD}$$

- **PTTC:** Porcentaje de profesores e investigadores titulares a tiempo completo
- **NTTC:** Número de profesores e investigadores titulares cuya última dedicación en el periodo de evaluación fue TC.
- **NTD:** Número total de profesores e investigadores de la institución.
- **Estándar:** El 75 % de los profesores con dedicación exclusiva esperados (al menos 60 % de profesores) son titulares. [8].

Indicador: Horas clase TC

Tipo: cuantitativo

Forma de Cálculo:

$$HTC = \frac{1}{NTC} \cdot \sum_i HPTCi$$

- **HTC:** Horas clase TC
- **HPTCi:** Promedio de Horas clase del profesor TC i-ésimo.
- **NTC:** Número total de profesores cuya última dedicación durante el periodo de evaluación fue TC.
- **Estándar:** En promedio, los profesores a tiempo completos de la institución imparten entre 3 y 16 horas de clase por semana [8].

Indicador: Horas clase MT/TP

Tipo: cuantitativo

Forma de Cálculo:

$$HMTTP = \frac{1}{NMTTP} \cdot \sum_i HMTTPi$$

- **HMTTP:** Horas clase MT/TP TC
- **HPMTTPi:** Promedio de horas clase por semana del profesor MT/TP i-ésimo

- **NMTTP:** Número de profesores cuya última dedicación durante el periodo de evaluación fue MT o TP.
- **Estándar:** En promedio, los profesores con dedicación a medio tiempo o tiempo parcial imparten entre 2 y 9 horas de clase a la semana [8].

Subcriterio: Carrera Docente

Este subcriterio analiza las consideraciones necesarias para garantizar el mejoramiento permanente de la planta docente, así como su estabilidad y permanencia. Se considera que las condiciones laborales y contractuales de los profesores e investigadores deben propender al mejoramiento continuo de las condiciones de trabajo y de formación de los mismos, observando los principios de equidad, igualdad de oportunidades y calidad [8].

Para la evaluación del subcriterio se consideran los indicadores:

- Titularidad.
- Evaluación docente.
- Dirección mujeres.
- Docencia mujeres.
- Remuneración TC.
- Remuneración MT/TP.

Indicador: Titularidad

Tipo: cuantitativo

Forma de Cálculo:

$$PPT = 100 \cdot \frac{NTDT}{NTD}$$

- **PPT:** Porcentaje de profesores titulares
- **NTDT:** Número de profesores e investigadores titulares de la institución
- **NTD:** Número total de profesores e investigadores de la institución.
- **Estándar:** El 60 % de los profesores de la institución son titulares [8].

Indicador: Docencia mujeres

Tipo: cuantitativo

Forma de Cálculo:

$$DM = 100 \cdot \frac{NMTI}{NTI}$$

- **DM:** Porcentaje de profesoras e investigadoras titulares de la institución.

- **NMTI:** Número de profesoras e investigadoras titulares de la institución.
- **NTI:** Número de profesores e investigadores titulares de la institución.
- **Estándar:** El número de profesoras titulares se encuentra entre el 40 % y 60 % del total de profesores titulares [8].

Indicador: Dirección mujeres

Tipo: cuantitativo

Forma de Cálculo:

$$DM = 100 \cdot \frac{NMCA}{NCD}$$

- **DM:** Porcentaje de mujeres en cargos de dirección académica considerados en el análisis.
- **NMCA:** Número de mujeres en cargos de dirección académica considerados en el análisis.
- **NCD:** Número de cargos de dirección académica considerados en el análisis.
- **Estándar:** La participación femenina en los cargos de dirección es estadísticamente equitativa con relación a la participación masculina. El porcentaje de mujeres en cargos de dirección se encuentra entre 30 % y 70 %. 60 % de los profesores de la institución son titulares [8].

Indicador: Remuneración TC

Tipo: cuantitativo

Forma de Cálculo:

$$RTC = \frac{1}{NTc} \sum_i^{NTc} RTC_i$$

- **RTC:** Remuneración TC.
- **NTc:** Número de profesores cuya última dedicación durante el periodo de evaluación fue TC.
- **RTC_i:** Remuneración mensual promedio del profesor a tiempo completo i-ésimo.
- **Estándar:** La remuneración mensual promedio de los profesores con dedicación exclusiva es de \$3700 [8].

Indicador: Remuneración MT/TP

Tipo: cuantitativo

Forma de Cálculo:

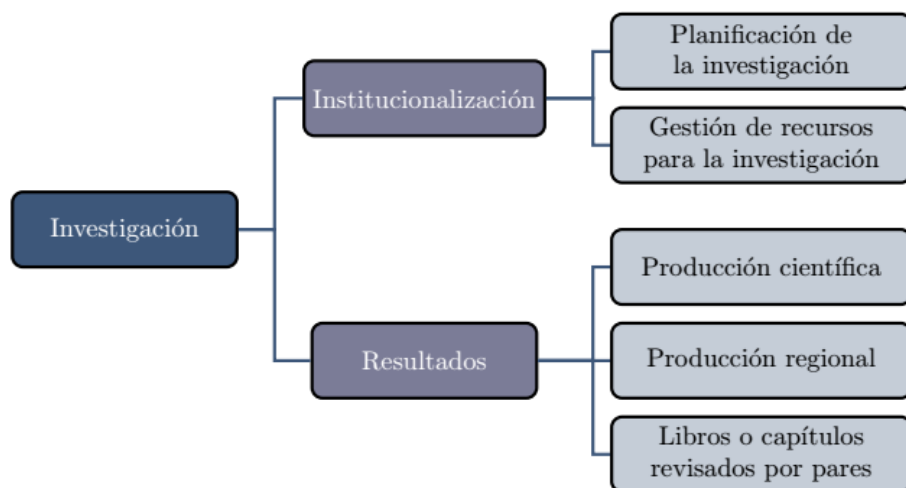
$$RMTP = \frac{1}{NMTTP} \sum_{i=1}^{NMTTP} RMTP_i$$

- **RMTP:** Remuneración MT/TP.
- **NMTTP:** Número total de profesores a medio tiempo y tiempo parcial.
- **RMTP_i:** Remuneración promedio por hora del profesor a medio tiempo o tiempo parcial i-ésimo durante el periodo de evaluación.
- **Estándar:** La remuneración promedio por hora de los profesores con dedicación horaria a medio tiempo y tiempo parcial es de \$40 [8].

Criterio: Investigación

El criterio Investigación evalúa la institucionalización de los objetivos, proyectos y actividades de investigación, así como los resultados obtenidos por los investigadores de la institución” [8].

Figura 14: Criterio Investigación



Fuente: [8]

Subcriterio: Resultados de la Investigación

“Evalúa los resultados de la investigación científica y académica a través de las publicaciones de artículos y libros o capítulos de libros. Para la evaluación de las publicaciones se reconoce el impacto de las mismas en la comunidad científica internacional, los criterios establecidos por las publicaciones periódicas para la garantía de la calidad de los artículos que contienen, y los criterios editoriales y de validación científico técnica establecidos para garantizar la calidad de los libros publicados por los profesores e investigadores de las instituciones” [8].

Indicador: Producción científica

Tipo: cuantitativo

Forma de Cálculo:

$$IPC = \frac{1}{0,6 \cdot NTD} \sum_{i=1}^{NSJR} M(1 + 3,61 \cdot SJRi)$$

- **IPC:** Producción científica.
- **SJRi:** Índice SJR de la revista en la que ha sido publicado el artículo i-ésimo.
- **NSJR:** Número de artículos publicados en las bases de datos SIMAGO o ISI Web of knowledge.
- **NTD:** Número total de profesores e investigadores de la institución
- **Estándar:** Los profesores de la institución publican en revistas indexadas de tal forma que el valor obtenido en el indicador es al menos 1. Este mínimo equivale a que, en promedio, los profesores a tiempo completo han publicado un artículo en tres años, en revistas con SJR=0 [8].

Indicador: Producción regional

Tipo: cuantitativo

Forma de Cálculo:

$$IR = \frac{NAR}{0,6 \cdot NTD}$$

- **IR:** Investigación Regional.
- **NAR:** Número de artículos publicados en revistas incluidas en bases regionales.
- **NTD:** Número total de profesores e investigadores de la institución
- **Estándar:** Como mínimo, la institución ha producido un promedio de seis artículos por cada profesor con dedicación exclusiva, durante los últimos tres años [25].

Indicador: Libros o capítulos de libros revisados por pares

Tipo: cuantitativo

Periodo de Evaluación: Tres años antes del inicio del proceso de evaluación cuantitativo

Forma de Cálculo:

$$LCL = \frac{1}{0,6 \cdot NTD} (NLP + 0,5 \cdot NCLP)$$

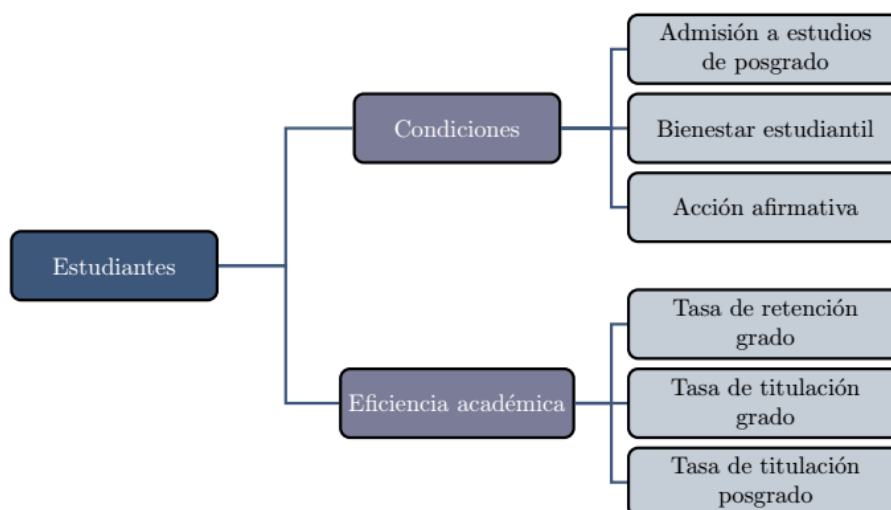
- **LCL:** Libros y capítulos de libros revisados por pares.
- **NLP:** Número de libros publicados por profesores o investigadores de la institución.
- **NCLP:** Número de capítulos de libros publicados por profesores de la institución.
- **NTD:** Número total de profesores e investigadores de la institución

- **Estándar:** Como mínimo, la institución ha producido en promedio 0,5 libros por profesor con dedicación exclusiva, durante los últimos 3 años [25].

Criterio: Estudiantes

Este criterio considera las políticas y acciones emprendidas por la institución para garantizar y promover condiciones adecuadas que permitan a los estudiantes alcanzar resultados exitosos en su carrera académica, así como los resultados medidos en términos de eficiencia académica [8].

Figura 15: Criterio Estudiantes



Fuente: [8]

Subcriterio: Eficiencia Académica

Este subcriterio evalúa el desempeño de los estudiantes a través de la selección de cohortes definidas por el periodo de evaluación de cada indicador, comparándolas con el periodo establecido para cada carrera o programa. La eficiencia académica de la institución de educación superior es, entre otras cosas, resultado de las condiciones establecidas para garantizar que en todas las carreras y/o programas los estudiantes permanezcan y finalicen sus estudios, sin que se produzcan niveles significativos de deserción, desgranamiento o repitencia [8].

Los indicadores que miden estos resultados son:

- Tasa de retención de grado.
- Tasa de titulación de grado.
- Tasa de titulación de posgrado.

Indicador: Tasa de retención grado

Tipo: cuantitativo

Periodo de Evaluación: El periodo se determina por la definición de las cohortes.

Forma de Cálculo:

$$TR = 100 \cdot \frac{NEMA}{NTEA}$$

- **TR:** Tasa de Retención.
- **NEMA:** Número de estudiantes matriculados durante el periodo académico ordinario en el que se efectúa la evaluación de la institución, que fueron admitidos dos años antes.
- **NTEA:** Número total de estudiantes que fueron admitidos en la carrera dos años antes del periodo.
- **Estándar:** En promedio, la tasa de retención de todas las carreras de la institución es de al menos el 80 %. [8].

Indicador: Tasa de titulación grado

Tipo: cuantitativo

Periodo de Evaluación: El periodo se determina por la definición de las cohortes.

Forma de Cálculo:

$$TT = 100 \cdot \frac{NEGp}{NECp}$$

- **TT:** Tasa de Titulación.
- **NEGp:** Número de estudiantes de grado que ingresaron en la (s) cohorte(s) definidas y se graduaron hasta el final del último periodo académico regular concluido antes del inicio del proceso de evaluación.
- **NECp:** Número de estudiantes de grado que ingresaron en la(s) cohorte(s) definidas.
- **Estándar:** En promedio, la tasa de titulación de grado de la institución es de al menos el 80 % [8].

4.2.3. Seleccionar las fuentes para el marco teórico

Para la elaboración del marco teórico y estado del arte se contemplaron los siguientes parámetros.

- Fuente académicamente aceptada
- Artículos de relevancia académica
- Manuales tecnológicos

- Documentos Electrónicos
- Páginas Web oficiales de las aplicaciones a utilizar

Bajo estas premisas se ha considerado la búsqueda de información en Base de datos académicas como: Elsevier, Scielo, Google Escolar, Springer, libros publicados, libros electrónicos. Los documentos en lo posible superan el año 2010 de publicación, sin embargo en información básica ampliamente aceptada en aspectos como bases de datos, conceptos fundamentales se ha aceptado publicaciones referentes desde el año 2000. Información que fue documentada en el capítulo 3.

4.2.4. Selección de la Información

Una vez establecidas las fuentes de las cuales se obtendrá la información, se seleccionan documentos, libros, tesis, páginas Web, para considerar conceptos relacionados a:

- Creación de Indicadores
- Definiciones de Indicadores académicos
- Metodologías de *Data warehouse*
- Conceptos de inteligencia de Negocios
- Herramientas de inteligencia de negocios

En la misma línea se ha clasificado los artículos científicos relevantes a la construcción de almacenes de datos, indicadores educativos, inteligencia de negocios, relacionados al tipo de proyecto desarrollado, para la construcción del estado del arte de este proyecto.

4.2.5. Construcción del *data warehouse*

El proceso de construcción de un almacén de datos esta normalizado por metodologías de desarrollo que ya han sido establecidas y probadas, así se puede citar: Hefesto, Kimball, Inmon, entre otras.

Luego de establecer la comparación de las distintas metodologías se determinó la metodología Hefesto para el desarrollo de este proyecto. La comparación está documentada en el capítulo 3.

Hefesto considera las siguientes fases: Análisis de requerimientos, Análisis de los OLPT, Modelo lógico del *data warehouse*, Integración de datos.

4.2.5.1. Análisis de requerimientos

Las universidades y escuelas politécnicas ecuatorianas están comprometidas con la mejora continua de la academia, apoyándose en estándares que fortalezcan su actividad académica. El organismo encargado de guiar en este proceso es el CEAACES.

El CEAACES establece estándares e indicadores a cumplir a través de un modelo de evaluación establecido con el fin de obtener niveles mínimos de calidad, y generar una cultura de excelencia [44].

El modelo de evaluación actualmente disponible en el sitio web del organismo es el **Modelo de Evaluación Institucional de universidades y Escuelas Politécnicas** con fecha de publicación septiembre 2015.

Este documento se constituye en el punto de partida, el objetivo es presentar indicadores propuestos por el CEAACES dentro del modelo de Inteligencia de Negocios propuesto para la Facultad de Ciencias.

¿Qué indicadores se presentarán en el modelo de negocios?

Se considera en este proyecto la presentación de los siguientes indicadores:

- Academia con los subcriterios: posgrado, dedicación y carrera docente
- Investigación con el subcriterio: resultados de la investigación
- Estudiantes con el subcriterio: Eficiencia académica

4.2.5.2. Análisis de los *onLine transaction processing (OLPT)*

El *data warehousing* es el proceso de integrar diversos tipos de datos en un solo destino para su correspondiente análisis. Las fuentes de origen de los datos de la Facultad de Ciencias son: El sistema transaccional OASIS, archivos de Excel e información de otros organismos internos de la Epoch.

El sistema OASIS tiene disponible información sobre notas, horarios, asignación de materias de cada carrera, para lo cual registra los datos en bases separadas por carrera, no existe información sobre formación de posgrado y afinidad de los docentes, investigación o de vinculación esta información se genera a través de un conjunto de archivos de Excel que se guardan para registro dentro de un espacio de almacenamiento de one drive en la unidad de desarrollo académico DDA.

En este sentido se propone un esquema de base de datos que permita registrar esta información, este es un prototipo que requiere que el gobierno de Tecnologías de la información de la ESPOCH lo consideren para un posible uso oficial, este proceso está fuera del alcance del objetivo de esta investigación.

El esquema de base de datos propuesto se lo puede agrupar en dos grandes grupos dimensiones y las tablas de Hechos.

Se detalla a continuación las tablas que se consideran dimensiones para la generación del almacén de datos propuesto:

Docentes: Guarda información sobre los docentes de cada carrera

Tipos_de_docentes: Clasificación (contratados, nombramiento)

Periodos: Registra los distintos periodos por semestre.

Sexos: Registro de tipos de sexos (hombre, mujer)

Dedicaciones_docentes: Registra los tipos de dedicación docente (completo, parcial, etc.)

Tipos_de_Docentes: Registra el tipo de docentes (nombramiento, contrato)

CargoDirectivo: Registra los cargos disponibles, rector, vicerrector, decano, etc.

Titulos_nivel: títulos (ingeniería, maestría, phd)

CarrerasFacultad: Carreras de la Facultad, FIMA, BQF, IQ, BF, IBA

Facultad: (Ciencias, Mecánica, Fade, etc.)

CampoAmplio: campo amplio de formación.

CampoEspecífico: campo específico de formación.

CampoDetallado: campo detallado del conocimiento

BaseInvestiga: Línea de Investigación

Artículo: artículo elaborado

Las tablas de hecho consideradas son:

HechosDWH: medidas de indicadores academia, estudiantes.

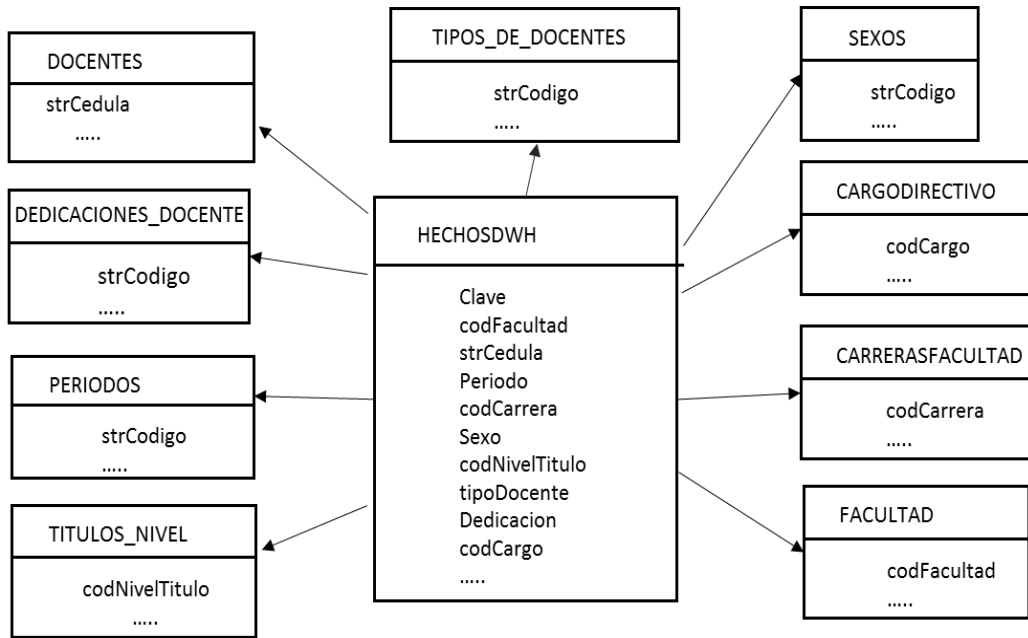
InvestigaDWH: medidas indicadores Investigación

4.2.5.3. Modelo lógico del *data warehouse*

Para el desarrollo del almacén de datos se utiliza un esquema de galaxia propuesto en la metodología de Hefesto, se considera dos tablas de hechos, la primera para registrar las medidas necesarias para la visualización de los indicadores de academia y estudiantes, y la otra para los indicadores de investigación.

En las Figuras **16 y 17** se presenta el modelo correspondiente para: academia, estudiantes e investigación, para esto se utilizó la herramienta *Power Designer*.

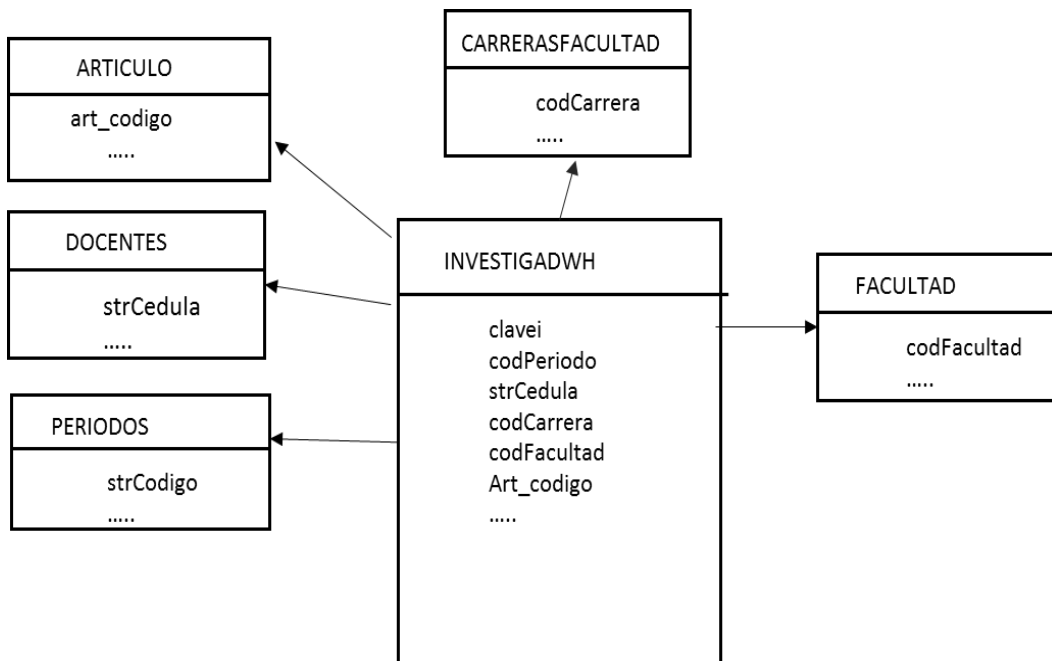
Figura 16: Esquema DW academia-estudiantes



Fuente: Elaboración propia

La estructura HechosDWH permitirá construir los indicadores de Academia y Estudiantes, la tabla InvestigaDWH es la base para construir los indicadores de investigación.

Figura 17: Esquema DW investigación



Fuente: Elaboración propia

Para la construcción de las tablas de la base de datos del *data warehouse* se utilizó la herramienta *SqlServer 2012*, para administrar las tablas la herramienta *Power Bi*, los criterios que han motivado el uso de esta herramienta son:

- Capacidad de integrar varias fuentes de datos
- Facilidad en la asociación de los datos con las herramientas de visualización
- Plataforma común con aplicaciones de datos de la universidad
- Distribución de resultados utilizando la plataforma de Office 365.

4.2.5.4. Integración de la información

Se contemplan en esta fase tanto la carga inicial como la actualización. El proceso de carga inicial se lo realiza a través de una aplicación transaccional, y la carga al *data warehouse* en la herramienta *Power BI*.

4.2.5.4.1. Carga inicial

Una necesidad del proyecto es contar con información sobre el docente, la producción científica y de estudiantes de la facultad.

Con este fin una aplicación transaccional permite ingresar los datos del docente, y de los documentos de investigación generados en el periodo. Sin embargo, esta aplicación es un prototipo, debido a que la competencia de desarrollo de software de la institución la tiene la dirección de tecnologías.

Figura 18: Carga de Información Docente

num_estaf	stperodo	strCedula	Nombres	codDedicacion	codNivelTitulo	codProf_noT	Titul_3nivel	Titul_4nivel	Cod
est1	1 ABRIL - 24 AGOSTO 2015	LOPEZ RAM...	MILTON PAUL	TIEMPO CO...	MAESTRIA	OCACIONAL	MBA	MBA	NING
est3	4 ABRIL - 31 AGOSTO 2017	VINUEZA M...	JAIME RAUL	TIEMPO CO...	MAESTRIA	HONARIO	MBA	MBA	NING
est2	4 ABRIL - 31 AGOSTO 2017	VIOLINI	GALILEO	TIEMPO CO...	DOCTORADO	HONARIO	MBA	MBA	NING
est4	4 ABRIL - 31 AGOSTO 2017	LOPEZ RAM...	MILTON PAUL	TIEMPO CO...	MAESTRIA	OCACIONAL	MBA	MBA	NING

Fechas
 NOMBRAMIENTO: domingo , 22 de julio
 INICIO CONTRATO: domingo , 22 de julio
 FIN CONTRATO: domingo , 22 de julio

HORAS
 DOCENCIA: 10
 INVESTIGACION: 9
 VINCULACION: 10
 GESTION: 10
 TUTORIA: 10
 INDUCCION: 0
 TITULACION: 0

Relación Laboral
 NUM CONTRATO: 231
 OBSERVACION:
 CONCURSO: SI
 RESOL.CONCURSO:
 NUM.HORAS: 40
 SUELDO MENSUAL: 1700
 REMUNERACIÓN HORA:
 REGISTRO SENECCYT: 123-456
 % AFINIDAD: 70
 REGISTRO CARGA:
 TOTAL ESTUDIANTES: 36
 INVESTIGADOR: SI 5

button1

Fuente: Elaboración propia

La información alimentada es la base para genera las tablas de hechos del *data warehouse*, a través de dos procesos de carga de datos como se observa en la figura 20 y 21.

Figura 19: Carga de Información de Investigación Docente

The screenshot shows a web-based form titled 'DocArticulo2'. It contains several sections of input fields:

- ART CODIGO:** A dropdown menu with the selected value 'Municipal waste liquor treatment via bioelectrochemical and fermentation (H2 + CH4) proces' and a date field '6/2017-2018'.
- DOCENTE:** Fields for 'VANEGAS COBENA', 'JOSE ANTONIO', and '010044486-8'.
- PERIODO:** '4 ABRIL - 31 AGOSTO 2017' and 'P0027'.
- FAULTAD:** '1' and 'CIENCIAS'.
- CARRERA:** 'ING. BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL' and 'IBA'.
- ISi:** SI 0
- SIMAGO:** SI 1
- FACTOR IMPACTO:** 1
- REGIONAL:** 'scielo' and 'ponencia: SI 1'.
- conferencia:** SI 1, 'nom conferencia: 1'.
- libro:** SI 1, 'libro isbn: 12456'.
- afiliacion:** Epoch, '1'.
- categoria:** (empty field)
- fecha:** 'viernes .20 de julio de 2018'.
- observa:** (empty text area)

Fuente: Elaboración propia

La herramienta *Power Bi*, permitirá el proceso de carga de información del almacén de datos. Se puede observar en la figura 20 las opciones de carga de datos de las tablas de hechos del almacén de dato.

Los datos suben a la base de datos indicadoresDWH implementada sobre SQLSERVER, estos datos son cargados a Power BI, se puede actualizar los datos cada vez que se necesite, esta tarea lo realiza *Power BI*.

Figura 20: Carga tabla HechosDWH

The screenshot shows a web-based interface titled 'CargaIndicadoresDWH'. It features a 'Periodo' dropdown menu set to '17 MARZO - 8 AGOSTO 2014'. Below this are four empty input fields labeled 'Nema', 'Ntea', 'Negp', and 'Necp'. A data table is displayed with the following columns: 'clave', 'codFacultad', 'strCedula', 'periodo', 'codCarrera', 'sexo', and 'codNivelTitul'. The table contains 6 rows of data. A 'HechosDW' button is located at the bottom right of the interface.

clave	codFacultad	strCedula	periodo	codCarrera	sexo	codNivelTitul
1	1	0603774654	P0026	BF	FEM	MAS
2	1	0603185950	P0026	BF	FEM	PHD
3	1	1803498102	P0026	BF	MAS	MAS
4	1	0601996234	P0026	BF	MAS	MAS
5	1	0602898926	P0026	BF	FEM	PHD
6	1	0603605262	P0026	BF	MAS	MAS

Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Carga tabla InvestigadWH

clavei	codPeriodo	codCarrera	strCedula	ART_CODIGO	sjr	base_simago	base_isi	revista_imp
1	P0027	FIMA	000049632-4	RC2017-001	1,018	1	0	1
2	P0027	FIMA	000680890-5	RC2017-002	3,285	1	0	1
3	P0027	FIMA	010024925-9	RC2017-003	0,91	1	0	1
4	P0027	FIMA	010044486-8	RC2017-005	1,536	1	0	0
5	P0027	FIMA	010217716-9	RC2017-006	0,277	1	0	0
6	P0027	FIMA	015132925-7	RC2017-007	0,33	1	0	0
7	P0027	FIMA	020047013-6	RC2017-008	0,484	1	0	0
8	P0027	FIMA	020156434-1	RC2017-009	0,303	0	1	0

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.4.2. Procesos extraer, transformar y cargar (ETL)

Limpieza de Datos.

Al integrar los datos es común que se presenten datos que deben ser sometidos a un proceso de limpieza o mejora de su calidad, algunas de las razones son: duplicidad de datos, carga de datos incongruentes, datos faltantes entre otras.

Así se observa que la dimensión periodos al recibir datos de la base transaccional recibe datos que no aportan a ningún análisis debido a que principalmente están relacionados a periodos de migración o convalidaciones.

Figura 22: Datos de la dimensión periodo previa a la limpieza

strCodigo	strDescripcion	dtFechaInic	dtFechaFin	sintUltNumMat	binTransicion	binVigente	dtFechaTopel
0	PERIODO DE MIGRACIÓN	1992-01-01 00:00:00.000	2004-08-31 00:00:00.000	100	0	0	NULL
1	OCTUBRE 2001 - MARZO 2002	2001-10-01 00:00:00.000	2002-03-31 00:00:00.000	100	0	0	NULL
2	ABRIL 2002 - AGOSTO 2002	2002-04-01 00:00:00.000	2002-08-31 00:00:00.000	101	0	0	NULL
3	OCTUBRE 2002 - ABRIL 2003	2002-10-01 00:00:00.000	2003-04-30 00:00:00.000	100	0	0	NULL
4	ABRIL 2003 - AGOSTO 2003	2003-04-01 00:00:00.000	2003-08-31 00:00:00.000	102	0	0	NULL
5	SEPTIEMBRE 2003 - MARZO 2004	2003-09-01 00:00:00.000	2004-03-31 00:00:00.000	103	0	0	NULL
6	MARZO 2004 - AGOSTO 2004	2004-03-01 00:00:00.000	2004-08-31 00:00:00.000	101	0	0	NULL
900	PERIODO DE CONVALIDACIONES	1992-01-01 00:00:00.000	2004-08-31 00:00:00.000	100	0	0	NULL
901	PERIODO DE CONVALIDACIONES	1992-01-01 01:00:00.000	2004-08-31 00:00:00.000	101	0	0	NULL
902	PERIODO DE CONVALIDACIONES	1992-01-01 02:00:00.000	2004-08-31 00:00:00.000	100	0	0	NULL

Fuente: Elaboración propia

La tarea de mejora de calidad de los datos puede ser apoyada por Software especialmente diseñado para la mejora de la calidad de datos, por ejemplo: DataCleaner, DataLadder entre algunos de los que están disponibles en el mercado, pero que en general requiere de una licencia

para su uso. Otra alternativa es la revisión manual usando SQL estándar, todo depende del nivel de complejidad y cantidad de los datos a revisar. Para el presente proyecto se utilizará SQL estándar para mejorar la congruencia de datos que participarán en el análisis.

Figura 23: Datos de la dimensión periodo posterior a la limpieza

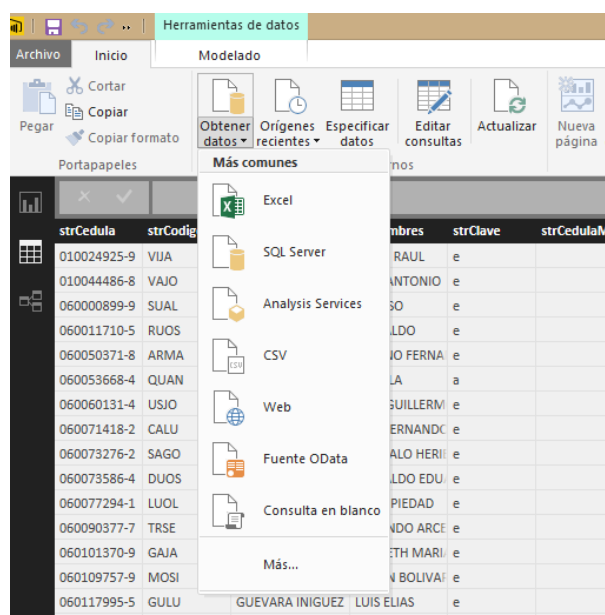
	strCodigo	strDescripcion	dtFechaInic	dtFechaFin	sintURNumMat	blnTransicion	blnVigente	dtFecha
1	P0021	17 MARZO - 8 AGOSTO 2014	2014-02-24 00:00:00.000	2014-08-08 00:00:00.000	856	0	0	2014-03
2	P0022	1 OCTUBRE 2014 - 27 FEBRERO 2015	2014-09-15 00:00:00.000	2015-02-27 00:00:00.000	716	0	0	2014-09
3	P0023	1 ABRIL - 24 AGOSTO 2015	2015-03-09 00:00:00.000	2015-08-31 00:00:00.000	669	0	0	2015-03
4	P0024	5 OCTUBRE 2015 - 15 MARZO 2016	2015-09-21 00:00:00.000	2016-03-15 00:00:00.000	677	0	0	2015-10
5	P0025	4 ABRIL - 31 AGOSTO 2016	2016-03-16 00:00:00.000	2016-08-31 00:00:00.000	720	0	0	2016-03
6	P0026	3 OCTUBRE 2016 - 15 MARZO 2017	2016-09-19 00:00:00.000	2017-03-16 00:00:00.000	1417	0	0	2016-09
7	P0027	4 ABRIL - 31 AGOSTO 2017	2017-03-22 00:00:00.000	2017-08-30 00:00:00.000	717	0	1	2017-03

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.4.2. Actualización

En este proyecto se utiliza la herramienta de inteligencia de negocios Power BI de la empresa Microsoft. “Power BI es una colección de servicios de software, aplicaciones y conectores que funcionan conjuntamente para convertir orígenes de datos sin relación entre sí en información coherente, interactiva y atractiva visualmente. Tanto si se trata de una sencilla hoja de cálculo de Excel como de una colección de almacenes de datos híbridos locales o basados en la nube, PowerBI le permite conectar fácilmente los orígenes de datos, visualizar (o descubrir) lo más importante y compartirlo con quien quiera” [45].

Figura 24: Ambiente de Carga de datos de Power BI



Fuente: Elaboración propia

4.2.6. Implementación

El proceso de implementación de este proyecto contempla desde la selección de las herramientas necesarias, y su desarrollo.

4.2.6.1. Herramientas

Se han utilizado algunas herramientas de software dentro de las cuales se destacan: Bases de Datos, aplicaciones de inteligencia de negocios *Power Bi*, Visual Studio 2012.

4.2.6.1.1. Sistema gestor de base de datos

Los criterios para seleccionar la base de datos pueden ser diversos y dependen del objetivo de desarrollo de una investigación.

Sistemas gestores de bases de datos como Oracle, SQL Server y PostgreSQL son opciones ya sólidamente consolidadas en el mercado por sus características técnicas, por lo que se evalúa en relación con el impacto que tendría para la institución, la decisión de usarlos en el proyecto.

Tabla 3: Comparación gestores bases de datos

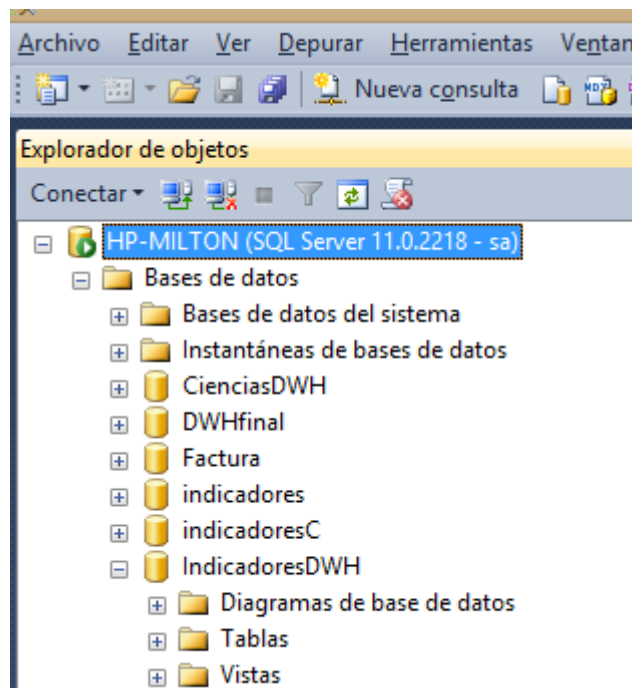
Característica:	Oracle	SQLServer	PostgreSQL	Observación: Escala 1: nivel más bajo, 4: nivel más alto
Adaptabilidad a Plataformas de Servidores (Windows y Linux) de la Epoch	3	3	3	Las plataformas de Servidores de la Epoch, son Servidores Linux y Windows
Costo adecuado de Inversión Epoch	2	4	2	Actualmente la Epoch, mantiene convenios de servicio con Microsoft, lo que no demanda ninguna inversión adicional
Escalabilidad con aplicaciones de Usuario de la Epoch	1	3	2	Totalmente escalable pues la mayoría de las aplicaciones académicas de la Epoch tiene como base Microsoft

Capacitación	1	4	3	EL personal Técnico ya trabaja sobre la plataforma SQLServer por varios años
Integración con tecnologías actuales de la Epoch	2	3	2	No demanda la adquisición de nueva tecnología para su uso
Total	9	17	12	

Fuente: Elaboración propia

La opción de SQLSERVER tiene ventaja sobre los otros sistemas gestores de bases de datos, gracias a los convenios institucionales que mantiene la Epoch con Microsoft, el cual ya tiene varios años de vigencia y que además ha llevado a que las aplicaciones especialmente académicas tengan como base esta tecnología.

Figura 25: Data warehouse IndicadoresDWH



Fuente: Elaboración propia

4.2.6.1.2. Modelador de datos

Power Designer es un conjunto de herramientas usadas para el modelamiento de aplicaciones, modelamiento de procesos y modelación de bases de datos. Brevemente se describe las características generales de *Power Designer*:

- Editor de asociaciones (Mapping Editor)
- Pre-visualización de comparación de modelos (Compare Model Preview)
- Business process model
- Requirements model

Se ha utilizado *Power Designer* para el manejo del modelo conceptual y físico de la base de datos.

4.2.6.1.3. Selección de herramientas de inteligencia de negocios.

Otra herramienta importante dentro de este proyecto constituye la utilizada para desarrollar las operaciones propias de inteligencia de negocios.

Tabla 4: Comparación Herramientas Power Bi – Qlick View

Característica	Power Bi	QlickView	Observaciones
Experiencia del cliente	99%	98%	Tienen una muy buena experiencia para el cliente
Precio	9 USD	15 USD	La Epoch cuenta con las licencias de las dos herramientas
Modelo de precios	Gratis Mensualidad	Gratis Pago mensual Pago único Basado en cotizaciones	Para el desarrollo el modelo es gratuito
Equipos Soportados	Windows, iphone, Windows Mobile, android, basados en la Web	Windows, Mac, iphone, Basados en la Web	Power Bi, tiene disponibilidad sobre dispositivos Android

Fuente: [46]

Actualmente la Institución cuenta con las licencias de las herramientas Power Bi (Microsoft) y Qlick View (de la empresa Qlick), esto motiva a considerarlas para su uso dentro del proyecto. El portal independiente Financesonline.com presenta de forma resumida una comparación sobre dichas herramientas.

La decisión de uso se encamina hacia *Power BI* considerando los siguientes puntos: Los resultados de tableros e informes gráficos es fácil de distribuir, permite entregar aplicaciones móviles con facilidad, integrado dentro de la plataforma de Office 365 se puede distribuir por correo los resultados contribuyendo a su amplia difusión dentro de la comunidad politécnica.

4.2.6.2. Integración de los datos.

Con la creación de una aplicación prototipo de software se carga información que no está presente en operaciones transaccionales del sistema académico o que se maneja con hojas de Excel, esto ayuda a tener la información necesaria para la creación de los indicadores.

Figura 26: Información de Jornada Laboral Docente

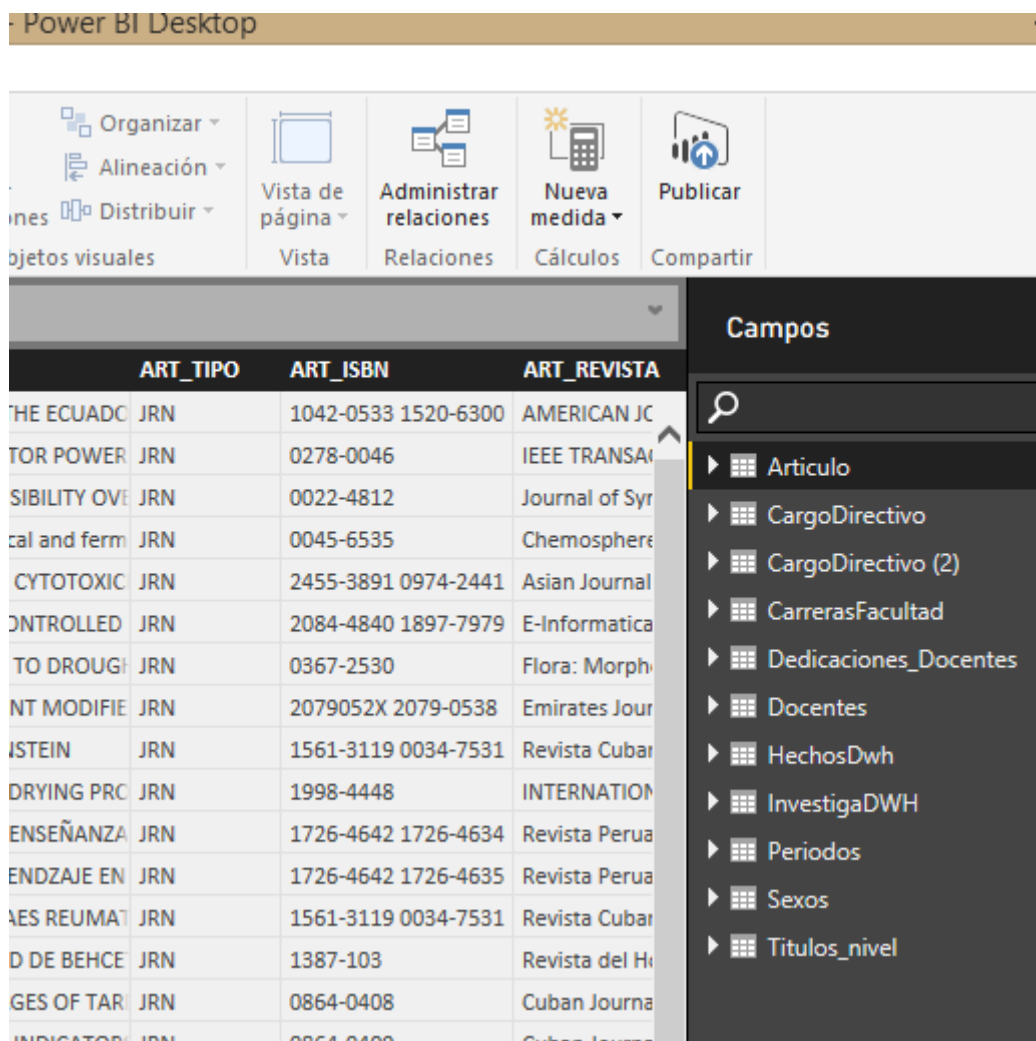
Asignatura	Carrera	H. Clase	H. Inves	H. Gest.	H. Vincu	No. Estud	Afin
ECONOMETRIA	ING. ESTADISTICA INFORMATICA	6	5	6	2	10	N
PROGRAMACION Y COMPUTADORAS I	ING. ESTADISTICA INFORMATICA	4	4	4	8	26	S

Fuente: Elaboración propia

4.2.6.3. Construcción del *data warehouse*.

Se puede observar los datos cargados en el almacén de datos en la figura 27, si se necesitará se podría realizar cambios manuales inclusive.

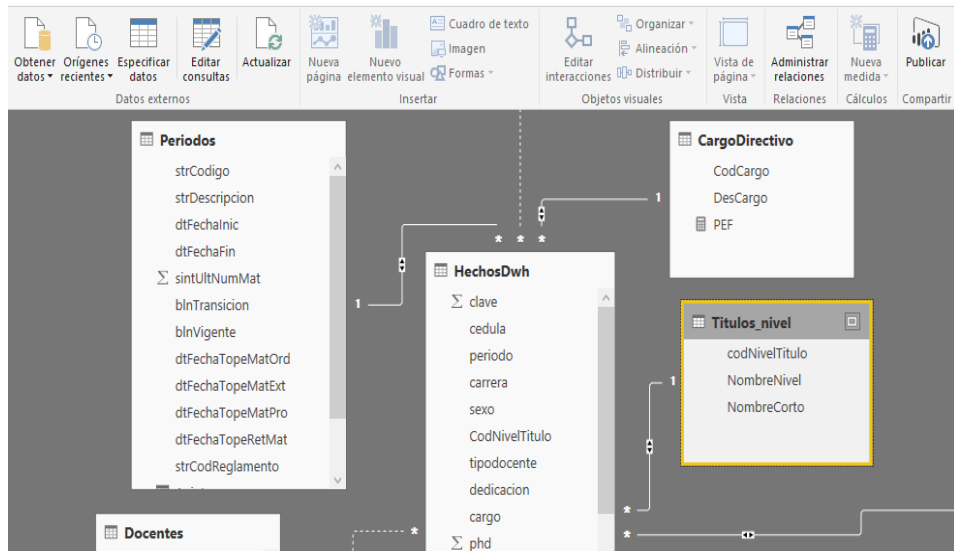
Figura 27: Carga de Datos en Power BI



Fuente: Elaboración propia

Una vez que se cargan las tablas, el sistema automáticamente establece las relaciones entre las distintas dimensiones y tablas de hechos como se presenta en la figura 28.

Figura 28: Relación de Tablas en *Power BI*



Fuente: Elaboración propia

4.2.6.3. Creación de Vistas e informes.

Para la creación de vistas e informes la herramienta *Power BI* proporciona un ambiente de diseño en función de las tablas, objetos de presentación y medidas calculadas.

Figura 29: Ambiente de diseño de *Power BI*



Fuente: Elaboración propia

Se presenta a continuación un ejemplo de los distintos indicadores creados con la herramienta.

Figura 30: Indicador diseñado en *Power BI*



Fuente: Elaboración propia

Se observa que la medida es el resultado de la combinación de columnas, medidas y constantes.

$$FP=100*(SUM(HechosDwh[phd])+(0,4)*SUM(HechosDwh[master]))/COUNT(HechosDwh[clave])$$

En la sección de resultados se presenta con mayor detalle los indicadores implementados.

Capítulo 5

Resultados

5.1.Producto final del proyecto de titulación

El *data warehouse* se ha implementado sobre la herramienta *Power BI*, los datos se alimentan desde la base IndicadoresDWH en SQLSERVER.

La plataforma tecnológica implementada, está constituida por distintas herramientas de software que brinda entre otros los siguientes beneficios:

- Datos académicos de docentes e investigación integrada utilizando un prototipo de software.
- *Data warehouse* soportado sobre la plataforma de inteligencia de negocios *Power BI*
- Distribución de indicadores académicos de evaluación vía Web o dispositivos móviles, o la plataforma de correo de office 365.
- Apoyo para la toma de decisiones a autoridades y comisiones.

5.1.1. Datos integrados.

Se puede evidenciar que el proyecto da solución a uno de los principales problemas de la facultad es el no tener integrados los datos académicos de docentes e investigación documental de la facultad.

Actualmente la única herramienta para registrar esa información son los formatos de Excel utilizados por la facultad.

Esta forma de registro es manual, y físicamente impresas son guardadas en el subdecanato de la facultad, esto no permite un análisis inmediato. Para su proceso y su uso se necesita de un esfuerzo manual.

Figura 31: Formatos de registro de información docente

Fuente: Formato de registro de Información docente Facultad de Ciencias

El proyecto establece el mecanismo para integrar esta información por período de forma automática.

Figura 32: Información integrada sobre la base de datos

CARRERA	CEDULA	APELLIDOS	NOMBRES	ASIGNATURA	HORAS.CLASE	HORAS.GEST	HORAS.INVES	MAESTRI.AFIN	%AFINIDAD
BF	010024925-9	VINUEZA MOLINA	JAIME RAUL	FISICA	2	1	4	1	70
BF	010024925-9	VINUEZA MOLINA	JAIME RAUL	ANALISIS MATEMATICO I	4	0	1	1	70
IBA	000680890-5	VIOLINI	GALILEO	ALGEBRA LINEAL	5	5	4	0	50
BQF	000680890-5	VIOLINI	GALILEO	ANALISIS MATEMATICO I	16	4	4	1	50

Fuente: Elaboración propia

De esta forma la información ya registrada en Bases de Datos puede ser explotada adecuadamente vía reportes transaccionales y de las herramientas de inteligencia de negocios a través de los indicadores.

5.1.2. Almacén de datos

Las tablas son cargadas directamente en el almacén de datos desde la base de IndicadoresDWH, en la figura 33 se observa los datos subidos en el *data warehouse*.

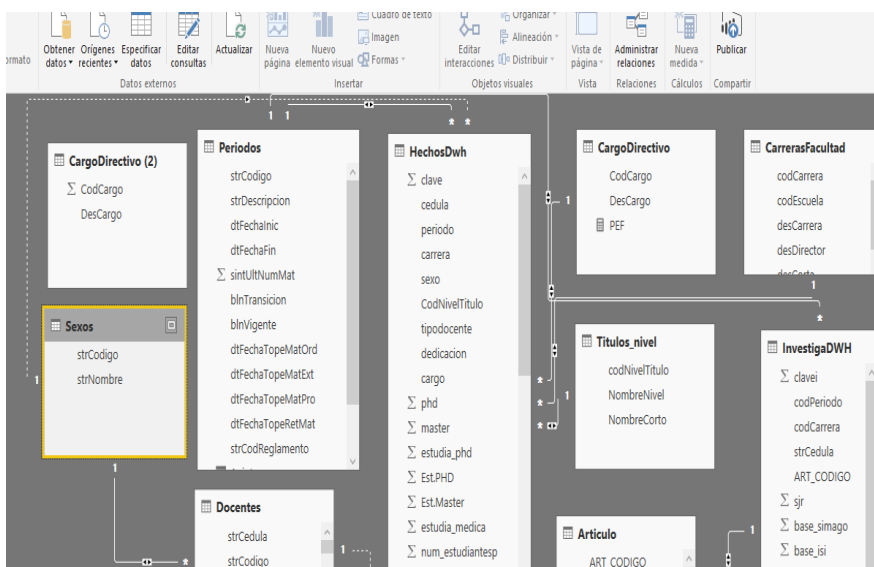
Figura 33: Data warehouse Power BI

ART_CODIGO	CA_CODIGO	BASE_CODIGO	caes_codigo	caedet_codigo	ART_NOMBRE	ART_TIPO	ART_ISSN	ART_REVISTA
RC2017-001	9	SIR		91	912 NUTRITION AND PHYSICAL ACTIVITY TRANSITIONS IN THE EQUAD...	JRN	2042-0533 1520-6300	AMERICAN J...
RC2017-002	6	SIR		61	6181 A NEW EFFECTIVE METHODOLOGY FOR SEMICONDUCTOR POWERS...	JRN	0278-0046	IEEE TRANSA...
RC2017-003	4	SIR		41	413 THE DIOPHANTINE PROBLEM FOR ADDITION AND DIVISIBILITY OV...	JRN	0022-4812	Journal of Sy...
RC2017-005	5	SIR		52	521 Municipal waste liquor treatment via bioelectrochemical and ferm...	JRN	0045-6535	Chemospheri...
RC2017-006	5	SIR		53	531 ASSESSMENT OF ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY AND CYTOTOXIC...	JRN	2455-3891 0974-2441	Asian Journal...
RC2017-007	6	SIR		61	611 EFFICIENCY OF SOFTWARE TESTING TECHNIQUES: A CONTROLLED...	JRN	2084-4840 1897-7979	E-informatic...
RC2017-008	8	SIR		82	821 MORPHO-FUNCTIONAL TRAITS AND PLANT RESPONSE TO DROUIG...	JRN	0367-2530	Flora: Morph...
RC2017-009	8	SIR		81	811 BEHAVIOUR OF FRESH CUT BROCCOLI UNDER DIFFERENT MODIFI...	JRN	2079052X 2079-0538	Emirates Jour...
RC2017-010	9	SIR		91	912 CONDILOMA GIGANTE O TUMOR DE BUSCHKE-LOWENSTEIN...	JRN	1561-3119 0034-7531	Revista Cubar...
RC2017-011	5	SIR		54	541 MATHEMATICAL MODELING OF THE NATURAL SOLAR DRYING PROC...	JRN	1998-4448	INTERNATION...
RC2017-012	9	SIR		92	912 ROL DEL DOCENTE EN EL PROCESO EDUCATIVO EN LA ENSEÑANZA...	JRN	1726-4642 1726-4634	Revista Perus...
RC2017-013	9	SIR		92	912 LA SISTEMATIZACION PRACTICA COMO 'PILAR DE APRENDIZAJE EN...	JRN	1726-4642 1726-4635	Revista Perus...
RC2017-014	9	SIR		92	912 TRASTORNOS PSICOLOGICOS EN NIÑOS CON EFEMEDAES RELUMA...	JRN	1561-3119 0034-7531	Revista Cubar...
RC2017-015	9	SIR		92	912 MANIFESTACIONES PSICOLOGICAS DE LA ENFERMEDAD DE BEHCE...	JRN	1387-103	Revista del H...
RC2017-016	8	SIR		82	811 CHARACTERIZATION OF ANTINUTRIENTS IN FOUR SILAGES OF TAR...	JRN	0864-0408	Cuban Journ...

Fuente: Elaboración propia

La figura 34 presenta el esquema de relaciones del almacén de datos.

Figura 34: Relaciones data warehouse de Ciencias



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detallan las dimensiones y tablas de hechos que son parte del almacén de datos:

Indicadores Academia-Estudiantes-Investigación

Dimensiones: Docentes, Tipos_de_docentes, Periodos, Sexos, Dedicaciones_docentes, CarrerasFacultad, Tipos_de_Docentes, CargoDirectivo, Titulos_nivel, CarrerasFacultad, DedicacionesDocente. Facultad, CampoAmplio, CampoEspecífico, CampoDEtallado, BaseInvestiga, Titulo_nivel, Cargo_directivo, Facultad, Campo_amplio, Periodos, Artículo

Hechos: HechosDWH, InvestigaDWH

5.1.3. Visualizaciones

Con la información del almacén de datos se obtiene las visualizaciones que son las herramientas de apoyo para la toma de decisiones

Se presenta a continuación los indicadores desarrollados y sus respectivas operaciones de cálculo.

Criterio Academia

Subcriterio Posgrado:

Figura 35: Indicador formación posgrado

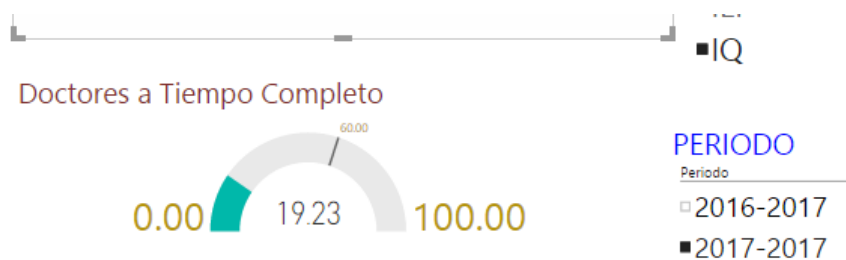


Fuente: Elaboración propia

El indicador utiliza la siguiente medida calculada.

$$FP=100*(SUM(HechosDwh[phd])+(0,4)*SUM(HechosDwh[master]))/COUNT(HechosDwh[clave])$$

Figura 36: Indicador doctores a tiempo completo



Fuente: Elaboración propia

El indicador utiliza la siguiente medida calculada.

$$DTC = 100*SUM(HechosDwh[phdtc])/(0,6*COUNT(HechosDwh[clave]))$$

Figura 37: Posgrado en formación



Fuente: Elaboración propia

El indicador utiliza la siguiente medida calculada.

$$PEF = \frac{\text{SUM}(\text{HechosDwh}[\text{Est.PHD}])}{(\text{COUNT}(\text{HechosDwh}[\text{clave}]) - \text{sum}(\text{HechosDwh}[\text{phd}])) + (0,4) * \frac{\text{sum}(\text{HechosDwh}[\text{Est.Master}])}{(\text{COUNT}(\text{HechosDwh}[\text{clave}]) - \text{sum}(\text{HechosDwh}[\text{master}]))}$$

Subcriterio Dedicación:

Figura 38: Estudiantes por docente a tiempo completo



Fuente: Elaboración propia

El indicador utiliza la siguiente medida calculada.

$$ETC = \frac{(\text{SUM}(\text{HechosDwh}[\text{num_estudiantes}]) + 0,5 * (\text{SUM}(\text{HechosDwh}[\text{num_estudiantess}]) + \text{sum}(\text{HechosDwh}[\text{estuddistancia}])))}{(\text{SUM}(\text{HechosDwh}[\text{diastc}]) / 365)}$$

Figura 39: Titularidad a tiempo completo



Fuente: Elaboración propia

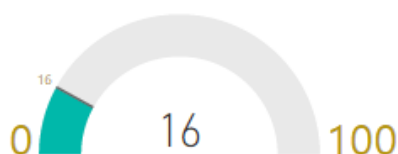
El indicador utiliza la siguiente medida calculada.

PTTC =

$$100 * (\text{sum}(\text{HechosDwh}[\text{phdte}]) + \text{sum}(\text{HechosDwh}[\text{titular}])) / (\text{sum}(\text{HechosDwh}[\text{contrato}] + \text{sum}(\text{HechosDwh}[\text{titular}])) * 0,6$$

Figura 40: Horas Clase a tiempo completo

Horas Clase TC



Fuente: Elaboración propia

El indicador utiliza la siguiente medida calculada.

$$\text{HTC} = \text{sum}(\text{HechosDwh}[\text{nroHorasClaseSemana}]) / \text{SUM}(\text{HechosDwh}[\text{completo}])$$

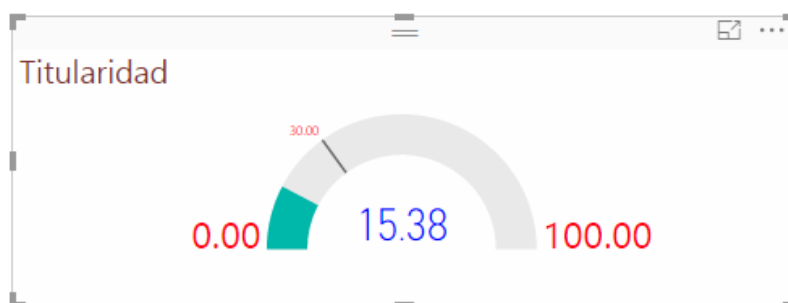
Subcriterio Carrera Docente:

El indicador utiliza la siguiente medida calculada.

PPT =

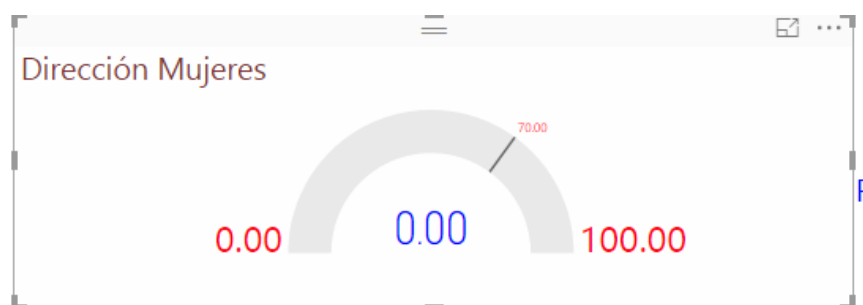
$$(\text{SUM}(\text{HechosDwh}[\text{nombramiento}]) / (\text{SUM}(\text{HechosDwh}[\text{contrato}] + \text{sum}(\text{HechosDwh}[\text{nombramiento}]))) * 100$$

Figura 41: Titularidad



Fuente: Elaboración propia

Figura 42: Dirección mujeres



Fuente: Elaboración propia

El indicador utiliza la siguiente medida calculada.

$$PPT = DM = (\text{SUM}(\text{HechosDWH}[\text{mujerdirectivo}])/10)*100$$

Figura 43: Remuneración

Remuneración TC



Fuente: Elaboración propia

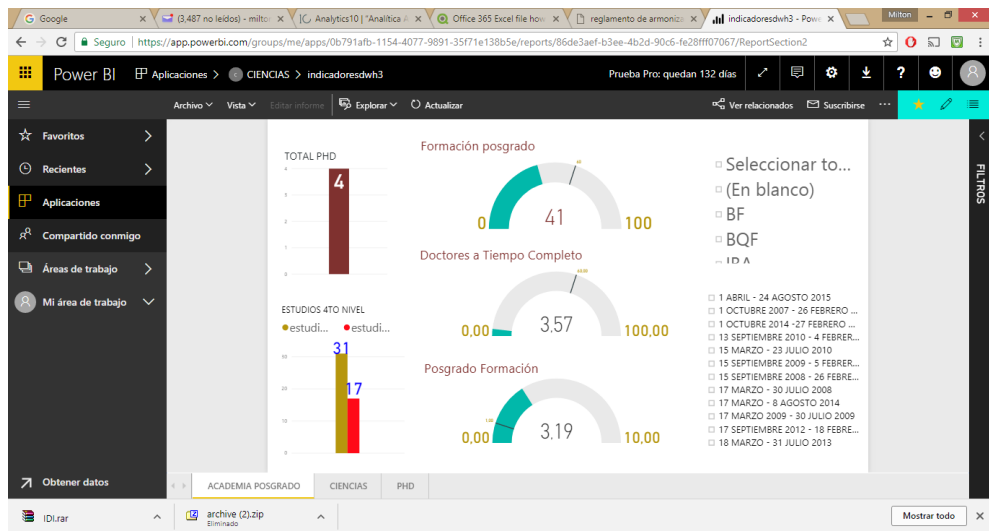
El indicador utiliza la siguiente medida calculada.

$$RTC = (1/\text{sum}(\text{HechosDWH}[\text{completo}]))*\text{sum}(\text{HechosDWH}[\text{salarimensual}])$$

5.1.4. Distribución de indicadores académicos.

En la imagen siguiente se observa el ambiente de producción de las visualizaciones de inteligencia de negocios

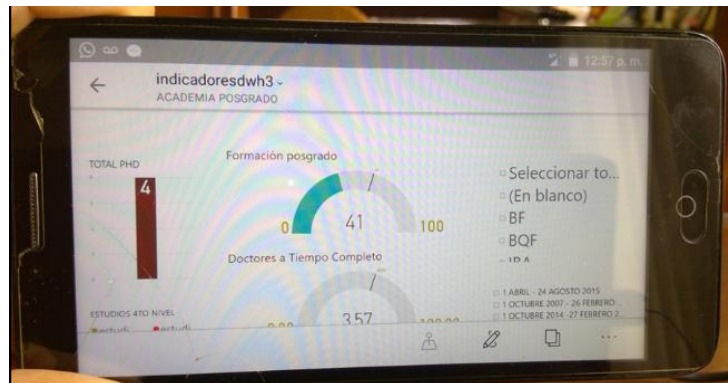
Figura 44: Vista web de la Aplicación



Fuente: Elaboración propia

Los resultados pueden ser presentados en herramientas móviles como teléfonos o tabletas, esto mejora la portabilidad y agilidad para el uso de estos indicadores.

Figura 45: Vista dispositivo móvil



Fuente: Elaboración propia

5.1.5. Apoyo para la toma de decisiones.

Las herramientas informáticas son de especial interés por la capacidad de análisis de los datos, lo que permite resumir, encontrar datos que no se pueden observar con facilidad, predecir datos futuros, entre otros beneficios. Pero aun cuando existe variedad en los resultados obtenidos, son únicamente información. Para que alcance un valor determinado y se conviertan en conocimiento, estos datos requieren de la experiencia de quienes conocen el contexto y oportunidad que pueden dar el negocio. En este sentido el proyecto por sí solo no es capaz de entregar conocimiento

explicito. La interpretación y uso de la información presentada, más la experiencia de autoridades y miembros de comisiones permiten que se complete el ciclo de generación de conocimiento.

El uso de esta herramienta proporciona a las autoridades la posibilidad de conocer automáticamente información relevante para tomar decisiones en aspectos como:

- Fortaleza académica
- Formación docente
- Gestión académica
- Relación laboral
- Producción científica

5.2. Evaluación

Para la evaluación como parte de la metodología de desarrollo de este proyecto, se realizó dos encuestas: una encuesta para recoger los criterios iniciales de autoridades de facultad, directores de carrera, miembros de la comisión de evaluación y acreditación de carreras y personal administrativo. Luego una encuesta para una evaluación posterior sobre la presentación del prototipo. El personal de la facultad a ser evaluado se lo detalla en la tabla 5.

Tabla 5: Personal a Evaluar

DESCRIPCION	CANTIDAD
Autoridades	2
Directores escuela	5
Miembros de comisión de evaluación	20
Administrativos	4
TOTAL	31

Fuente: Elaboración propia

Las preguntas realizadas en las dos encuestas se registran en la siguiente tabla.

Tabla 6: Preguntas para evaluar el proceso actual y el propuesto

Pregunta Inicial	Evaluación Posterior	Factor a Evaluar
Considera que el proceso actual permite que la información para la creación de indicadores se encuentre integrada	Se pudo evidenciar que la plataforma permitirá integrar la distinta información académica generada por las carreras de la Facultad	Integración de los datos
Considera que la información para la construcción de indicadores académicos que actualmente tiene disponible constituye una herramienta de apoyo para la toma de decisiones	Considera que la información presentada en los indicadores se constituye en una herramienta de apoyo para evaluar y tomar decisiones académicas adecuadas en el momento justo	Apoyo toma de decisiones
Puede acceder con Facilidad a los datos de los indicadores del periodo o periodos evaluados.	La presentación actual de información sobre indicadores académicos le brinda mejor accesibilidad y funcionalidad.	Accesibilidad y Funcionalidad de los resultados de evaluación.
Califique el nivel de resumen de la información de los indicadores que contribuya a la fácil interpretación de los datos	Recomendaría su uso por ser una ayuda para la interpretación de los datos	Mejora y facilita la interpretación de resultados
Considera que la forma de recopilar información y consultar información relevante para construir indicadores de academia, investigación y educación requiere de una mejora al proceso tradicional.	Considera que la puesta en marcha de la plataforma mejora el proceso manual actual para generar la información de indicadores académicos en cada periodo	Mejor proceso de elaboración de indicadores

Fuente: Elaboración propia

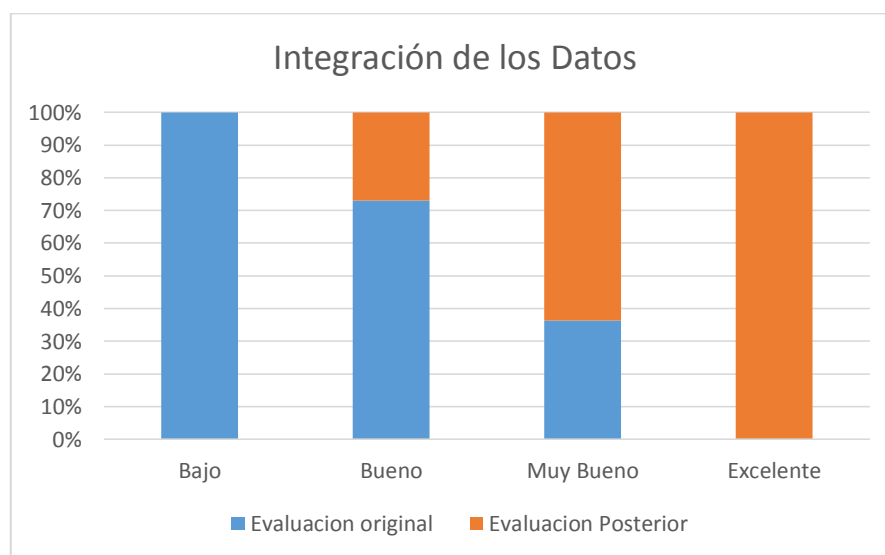
5.2.1 Verificación de validez del instrumento

Como punto de partida se estableció una encuesta para determinar los criterios de los involucrados en el desarrollo de los indicadores de evaluación institucional de la Facultad. En el Apéndice A, se adjunta el formato de la encuesta realizada. Se realizó dos análisis estadísticos de la encuesta en el aspecto descriptivo y multivariado.

5.2.2 Análisis descriptivo situación actual y propuesta

Se describe un análisis sobre los resultados de las encuestas evaluando las consideraciones del personal evaluado, en relación con los siguientes aspectos consultados: integración de los datos, apoyo toma de decisiones, accesibilidad y funcionalidad de los resultados de evaluación, mejora y facilita la interpretación de resultados , mejor proceso de elaboración de indicadores. Los resultados se detallan a continuación:

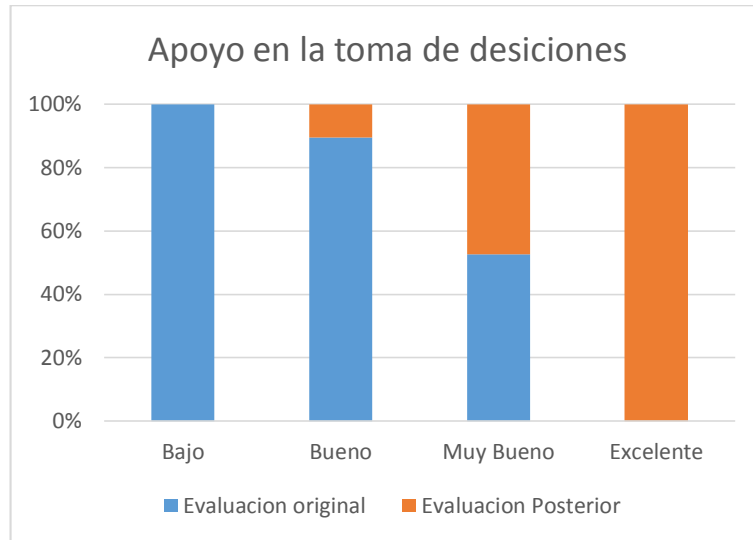
Figura 46: Integración de los datos



Fuente: Elaboración propia

La primera pregunta consulta sobre la integración que tiene la información actualmente en la Facultad, se observa que el criterio mayoritario indica entre baja y se debe mejorar, la evaluación posterior arroja criterios mayormente favorables de los encuestados.

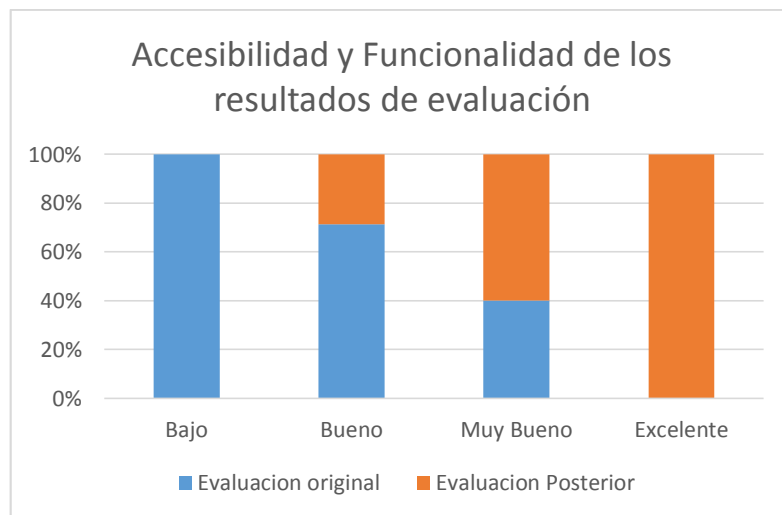
Figura 47: Apoyo en la toma de decisiones



Fuente: Elaboración propia

En esta pregunta se refleja que los encuestados consideran que la información que actualmente se elabora les permite tomar decisiones, sin embargo, la propuesta actual en la misma línea mejora la percepción de los evaluados .

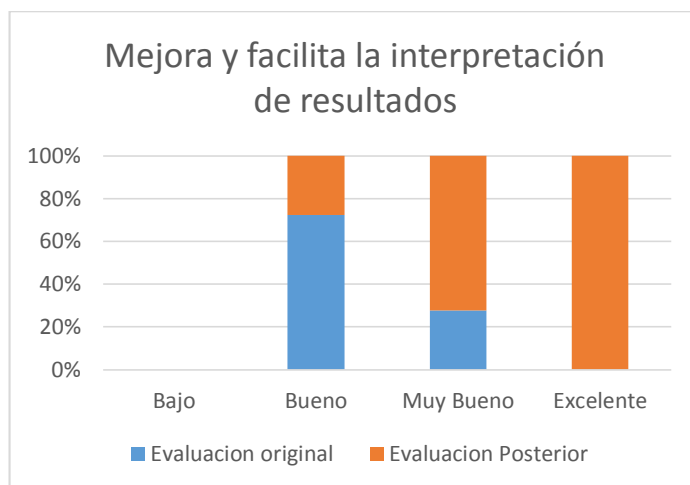
Figura 48: Fácil acceso a los datos



Fuente: Elaboración propia

La encuesta inicial establece como criterio predominante que no se puede acceder con facilidad a los datos, debido principalmente a que toda la información generada se la encuentra en formato físico en la secretaría del subdecanato y no se la puede encontrar publicada en ningún otro lugar. El proyecto permite presentar esta información a través de la web, correo y dispositivos móviles.

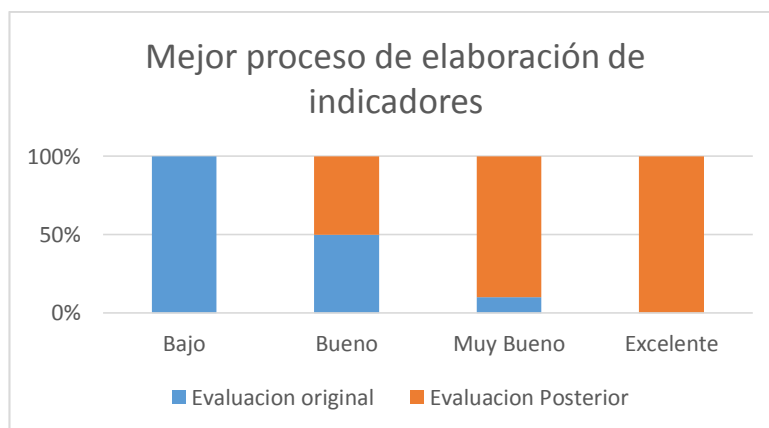
Figura 49: Mejora y facilita la interpretación de resultados



Fuente: Elaboración propia

En esta pregunta los involucrados consideran que la información en el resumen actual puede ser interpretada y comprendida en este sentido la propuesta nueva mejora la consideración ya positiva de los encuestados.

Figura 50: Mejor proceso de elaboración de indicadores



Fuente: Elaboración propia

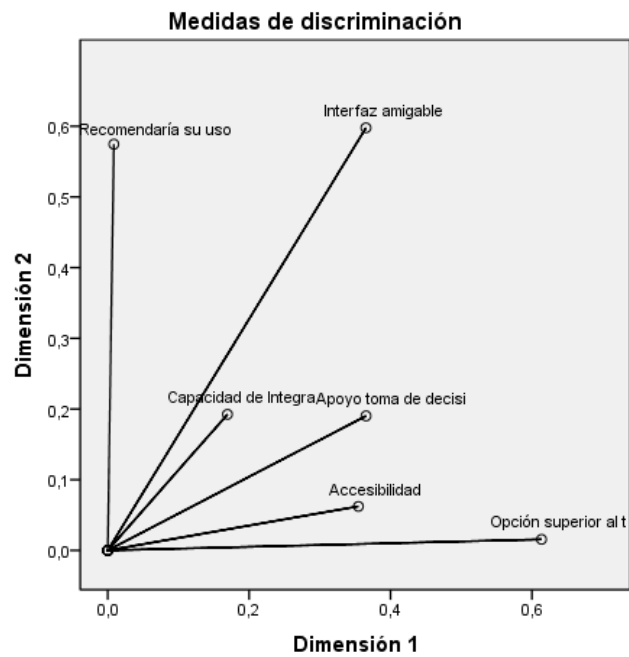
El criterio generalizado del proceso actual expresa la necesidad de mejorar el proceso, la propuesta al integrar los datos dentro de una base de datos y utilizar las herramientas de inteligencia de negocios presenta su mejor utilidad en el proceso de elaboración de indicadores.

5.2.3. Análisis multivariado

La encuesta realizada ha permitido obtener información con variables de tipo cualitativas clasificadas en escalas de evaluación bajo, bueno, medio y alto. Se ha aplicado un análisis de

correspondencia múltiple con el fin de reducir la dimensionalidad de las variables y observar que factores que han tenido más representatividad en la encuesta.

Figura 51: Medidas de discriminación



Normalización principal por variable.

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en la dimensión 1 el factor preponderante considera la propuesta mejor que el trabajo manual que actualmente se desarrolla. La segunda dimensión agrupa las consideraciones relacionadas a interfaz amigable y recomendaría su uso para el desarrollo de los indicadores.

Tabla 7: Matriz de correlaciones

	Medidas de discriminación		Media
	Dimensión		
	1	2	
Capacidad de Integrar los datos	,169	,192	,181
Apoyo toma de decisiones	,365	,190	,278
Accesibilidad	,355	,062	,208
Interfaz amigable	,365	,598	,481
Opción superior al trabajo manual	,614	,016	,315
Recomendaría su uso	,009	,575	,292
Total activo	1,877	1,633	1,755
% de la varianza	31,279	27,215	29,247

Fuente: Elaboración propia

5.3. Análisis de resultados

Los resultados obtenidos en la encuesta reflejan las consideraciones de los involucrados en las actividades de evaluación institucional de la Facultad, la expectativa que tienen en el desarrollo de indicadores del “Modelo de evaluación institucional de universidades y escuelas politécnicas” propuesto por el CEAACES, su opinión se orienta a que el proyecto ayuda a integrar los datos que actualmente se manejan en distintas fuentes de información como hojas de Excel o informes de Word, especialmente a que se ha creado la estructura de bases de datos, aplicaciones y *data warehouse* necesarias para registrar esta información.

Respecto a la metodología de desarrollo del almacén de datos se utilizó la propuesta Hefesto. Ya otros trabajos dentro la misma institución se han desarrollado con éxito siguiendo esta misma metodología como el de Isabel Uvidia en su trabajo de maestría, “Descubrimiento de Conocimiento en Base de Datos para la toma de decisiones en la Unidad de Nivelación y Admisión de la ESPOCH”.

El modelo propuesto en el Sistema Básico de Indicadores para la Educación Superior de América Latina (INFO ACES) 2012 considera cuatro aspectos: Contexto, Insumo, Proceso, Producto, como apoyo para la toma de decisiones. El modelo presentado por el CEAACES que ha sido la base del proyecto se relaciona con estos aspectos. En este sentido el personal evaluado lo considera positivamente, los principales aspectos sobre los cuales las autoridades tendrán información oportuna y permanente son: posgrado, dedicación docente, carrera docente, producción científica, producción regional, libros, tasas de retención de grado y titulación.

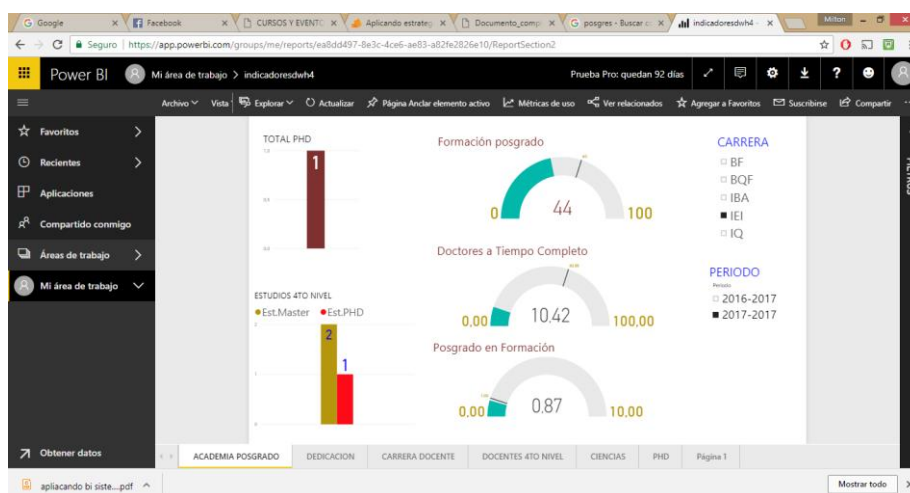
Con relación a la accesibilidad de la información y la funcionalidad para su uso, la calificación es alentadora, en este aspecto se permite a los involucrados recibir, analizar información y compartir los resultados de forma permanente a través de la vía web, móvil y correo.

Sobre la mejora en facilitar la interpretación de resultados, aquí se aprovecha las características de la inteligencia de negocio para resumir, presentar nueva información, ayudar a tomar decisiones, presentando la información a través de ventanas de indicadores.

En el aspecto de mejora del proceso manual también se percibe favorable, algunos procesos como la revisión de evidencia física, se logra mejorar al ingresar la información de docentes y producción científica a través de las aplicaciones de software.

Acercas de las herramientas utilizadas en el proyecto se utilizó SQLSERVER 2012 para la construcción de las bases de datos, Microsoft C# para los prototipos de ingreso y carga de datos en el *data warehouse*, *Power Bi* para la creación del almacén de datos y presentación de resultados. La Espoch cuenta con la autorización y uso de las herramientas anteriormente descritas por lo cual no se requiere de inversión en el proyecto además de la escalabilidad futura con las aplicaciones de software oficiales de la institución.

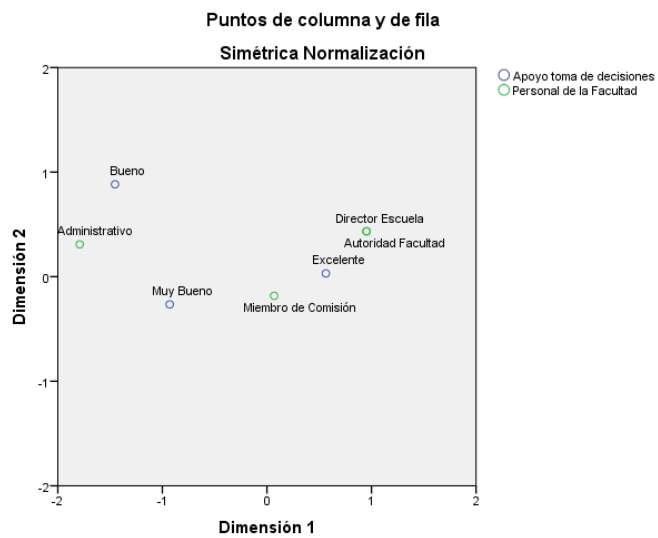
Figura 52: Tableros de Control de Indicadores de Academia



Fuente: Elaboración propia

Finalmente se contrasta los criterios de la encuesta realizada sobre la plataforma utilizando la técnica de análisis de correspondencia:

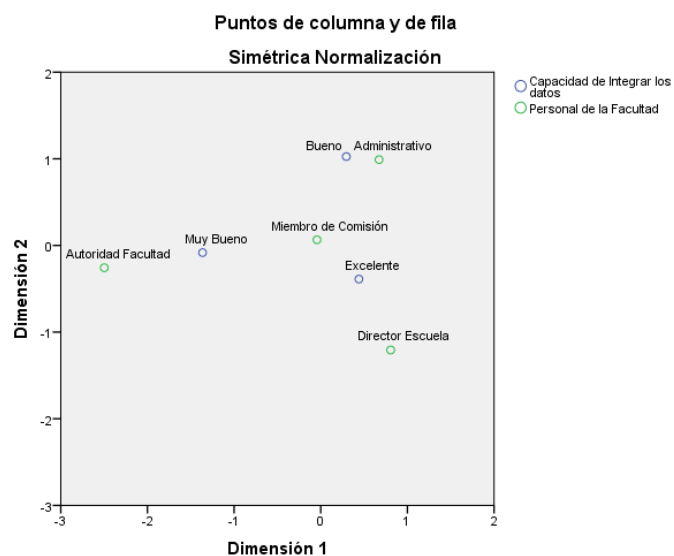
Figura 53: Plataforma apoya a la toma de decisiones



Fuente: Elaboración propia

Respecto a la consulta sobre si la plataforma cumplirá con el objetivo de apoyar a tomar las decisiones, los criterios se asocian con aspectos positivos como muy bueno y excelente, se ha pensado en que tanto autoridades como miembros de la comisión, tengan la posibilidad real de revisar en cualquier momento los indicadores con el fin de ser una herramienta de apoyo.

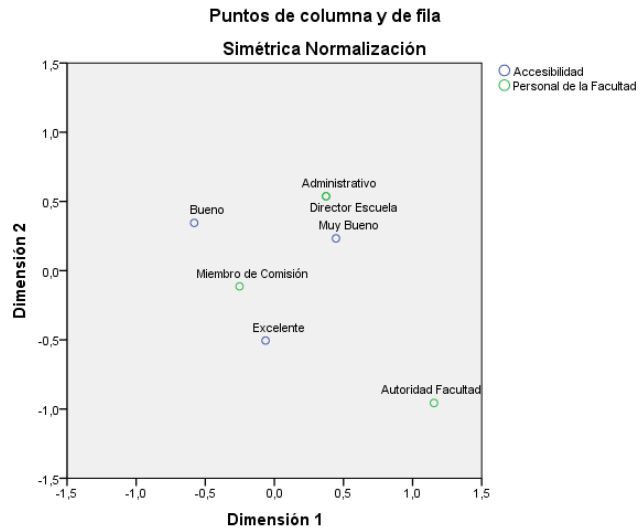
Figura 54: Integración de los Datos



Fuente: Elaboración propia

El criterio si la plataforma integra de mejor forma los datos tiene cierta diversidad de criterios, las autoridades tienen una percepción buena sobre esta actividad, siendo los miembros de comisión y directores de escuela quienes valoran de una mejor forma este criterio.

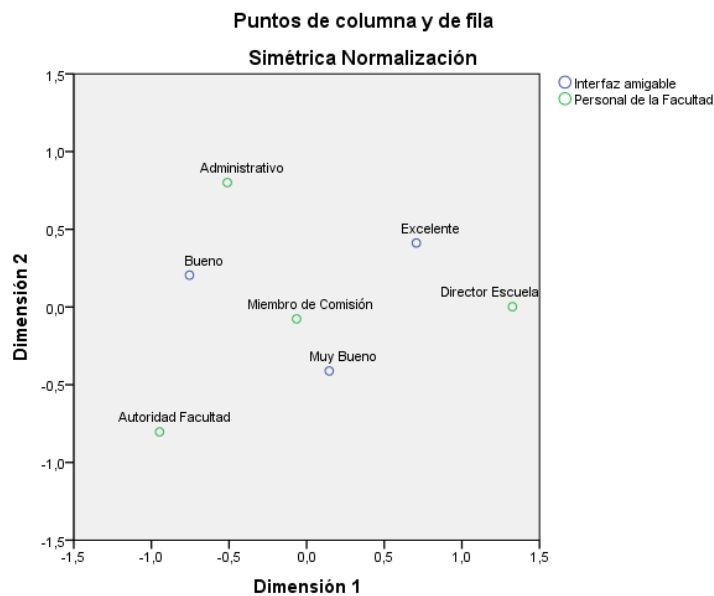
Figura 55: Accesibilidad



Fuente: Elaboración propia

Existe una buena percepción sobre la accesibilidad a la plataforma, considerando que se brinda a los interesados la posibilidad de consultar vía, Web, correo y de plataforma móvil.

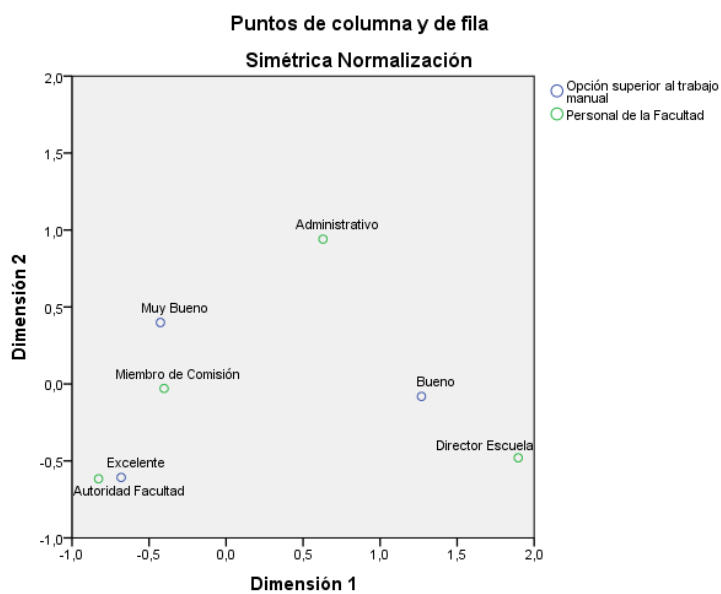
Figura 56: Interfaz amigable



Fuente: Elaboración propia

La interfaz tiene puntos positivos por parte de los encuestados.

Figura 57: Superior al trabajo manual



Fuente: Elaboración propia

Se considera una mejora respecto al proceso manual, todas las evaluaciones son positivas aun cuando están muy dispersas.

Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

- La falta de información integrada en bases de datos implica que los procesos para resumir y elaborar indicadores tomen más tiempo del necesario además docentes de la facultad deben usar tiempo apoyando esta tarea, desviando el verdadero sentido de sus actividades. El conjunto de estrategias y aplicaciones que han permitido crear un esquema de plataforma de inteligencia de negocios se constituye en una alternativa viable para dar solución a este inconveniente.
- Las aplicaciones informáticas pueden ayudar a resumir, presentar, información o descubrir datos que inicialmente no se los puede evidenciar, sin embargo, el grado de uso y aprovechamiento que le dan los expertos al analizar esta información, le da un conocimiento relevante. En este sentido la aplicación desarrollada es una herramienta para que los expertos administradores de la facultad puedan utilizar toda la información disponible sobre su unidad académica.
- Como base del análisis teórico sobre inteligencia de Negocios, se ha evidenciado que se puede usar esta teoría para construir un *data warehouse* que presente indicadores académicos, la información explotada y visualizada, llega a tener valor cuando el experto humano interviene en el proceso analizar-observar-conocer, en este caso los directivos y miembros de las comisiones pueden determinar cuáles son las mejores decisiones para que la calidad educativa de la facultad de Ciencias de la Epoch mejore continuamente.
- Se analizó la comparación de distintas metodologías que permiten crear un *data warehouse*, tales como: Kimball, Inmon, Dwep, Hefesto. Como resultado de este análisis y considerando experiencias exitosas anteriores se decidió utilizar Hefesto, comprobando que su modelo se adapta con flexibilidad para crear el almacén de datos del proyecto.
- El Data warehouse se implementó sobre la herramienta de inteligencia de negocios Power BI, esta herramienta tiene características y ventajas como: su conectividad con distintas bases de datos, archivos de office y archivos de texto, además de una alta portabilidad sobre plataformas de escritorio, web y móvil. La distribución también es

mejorada notablemente gracias al soporte de la plataforma Office 365. Un aspecto importante que considerar es que la Epoch cuenta con licencias de esta herramienta.

- Finalmente para facilitar que las autoridades utilicen los datos del *data warehouse* en las decisiones referentes a los aspectos académicos de la Facultad se implementaron los indicadores utilizando tableros de control, relacionados al Modelo de Evaluación institucional 2016 del CEAACES, los que son presentados en ambientes web, móviles o gestionados a través de la plataforma de correo de Office365, esto le brinda a los interesados la posibilidad de acceder a los datos cuando y como lo necesiten.

6.2. Recomendaciones

- Se puede continuar con la explotación de la información, creando nuevos indicadores académicos que fortalezcan el conocimiento de las autoridades de su realidad, siempre buscando la mejora de la calidad educativa.
- La metodología Hefesto utilizada en el diseño del almacén de datos, fue escogida por su facilidad, versatilidad y considerando que los indicadores seleccionados permiten ver de forma clara la información académica. En el caso de que se requiera crear otros indicadores con información que no esté presente de forma evidente, se recomienda probar con metodologías con mayor énfasis en la minería de datos.
- Para un mejor proceso de integración, el gobierno de Tecnologías de la Información de la Epoch debe apoyar a la creación de todas las aplicaciones transaccionales necesarias para facilitar el ingreso de datos.
- Las aplicaciones móviles son una mejora sustancial en la distribución de la información, se recomienda fortalecer el desarrollo de aplicaciones en esta plataforma, de manera que los directivos académicos, tengan la información relevante para la toma de decisiones oportunamente.

Apéndice A

ENCUESTA DE VALORACIÓN AL PROCESO DE GENERACIÓN DE INDICADORES ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

Sr./a. Usuario/a:

A fin de conocer sus expectativas y consideraciones sobre el proceso de generación de indicadores académicos del modelo de evaluación Institucional, se les solicita completar la siguiente encuesta.

Su respuesta ayudará a mejorar el proceso de integración de datos y automatización del proceso.

Marque con una X según corresponda.

1. Perfil de usuario:

Autoridad Facultad _____
Autoridad Carrera _____
Miembro Comisión de Evaluación
Y Aseguramiento de la Calidad _____
Administrativo _____

2. ¿Considera que el proceso actual permite que la información para la creación de indicadores se encuentre integrada?

- a) Bajo
- b) Bueno
- c) Muy Bueno
- d) Excelente

3. ¿Considera que la información para la construcción de indicadores académicos que actualmente tiene disponible constituye una herramienta de apoyo para la toma de decisiones?

- a) Bajo
- b) Bueno
- c) Muy bueno
- d) Excelente

4. ¿Puede acceder con Facilidad a los datos de los indicadores del periodo o períodos evaluados?
- a) Bajo
 - b) Bueno
 - c) Muy Bueno
 - d) Excelente
5. ¿Califique el nivel de resumen de la información de los indicadores que contribuya a la fácil interpretación de los datos?
- a) Bajo
 - b) Bueno
 - c) Muy Bueno
 - d) Excelente
6. ¿Considera que la forma de recopilar información y consultar información relevante para construir indicadores de academia, investigación y educación requiere de una mejora al proceso tradicional?
- a) Es necesario mejorar
 - b) Se puede mejorar el proceso
 - c) El proceso es muy bueno
 - d) El proceso es Excelente

Gracias por su colaboración

Apéndice B

ENCUESTA DE VALORACIÓN DE LA PLATAFORMA PARA CREAR Y PRESENTAR INDICADORES DE ACADEMIA, INVESTIGACIÓN Y ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

Sr./a. Usuario/a:

A fines de conocer el grado de satisfacción y expectativa que Usted tiene respecto a la plataforma de presentación de Indicadores académicos, de investigación y estudiantes, se les solicita completar la siguiente encuesta.

Marque con una X según corresponda.

1. Perfil de usuario:

Autoridad Facultad _____

Autoridad Carrera _____

Miembro Comisión de Evaluación

Y Aseguramiento de la Calidad _____

Administrativo _____

2. Marque con una "X" de acuerdo a la escala indicada.

1= Bajo, 2= Bueno, 3=Muy Bueno, 4=Excelente	1	2	3	4
¿Se pudo evidenciar que la plataforma permitirá integrar la distinta información académica generada por las carreras de la Facultad?				
¿Considera que la información presentada en los indicadores se constituye en una herramienta de apoyo para evaluar y tomar decisiones académicas adecuadas en el momento justo?				
¿La presentación actual de información sobre indicadores académicos le brinda mejor accesibilidad y funcionalidad?				
¿Recomendaría su uso por ser una ayuda para la interpretación de los datos?				
¿Considera que la puesta en marcha de la plataforma mejora el proceso manual actual para generar la información de indicadores académicos en cada periodo?				

Gracias por su colaboración

Referencias

- [1] E. A. Tello y J. . M. Alberto Peru, «Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo de competitividad en empresas de base tecnológica,» *ScienceDirect*, pp. 127-158, 2015.
- [2] A. FERNANDEZ TIMON, A. DUARTE MUÑOZ y A. SANCHEZ CALLE, «GRASP aplicado al problema de la selección de instancias en KDD,» *VI Congreso Español sobre Metaheurísticas, Algoritmos evolutivos y Bioinspirados (MAEB'09)*, p. 6, 2009.
- [3] J. Hernandez Orallo, M. J. Ramirez y C. Ferrari Ramirez, *Introducción a la minería de Datos*, Madrid: Pearson Educación S.A., 2004.
- [4] R. D. Bernabeu, «Hefesto,» 19 Julio 2010. [En línea]. Available: <http://www.dataprix.com/data-warehousing-y-metodologia-hefesto/i-data-warehousing-investigacion-y-sistematizacion-conceptos>. [Último acceso: 16 Julio 2017].
- [5] E. Ahumada Tello y J. M. A. Perusquia Velasco, «Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo,» *sciencedirect*, 2016.
- [6] Conea, «<http://unesdoc.unesco.org>,» 25 Noviembre 2003. [En línea]. Available: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001496/149614s.pdf>. [Último acceso: 02 06 2018].
- [7] Consejo de evaluación , acreditación y aseguramiento de la calidad de Educación Superior CEAACES, «Modelo de Evaluación Institucional de Universidades y Escuelas Politécnicas,» CEAACES, Quito, 2015.
- [8] Ceaases, «Modelo de Evaluación Institucional de Universidades y Escuelas Politécnicas,» Quito, 2015.
- [9] U. d. Granada, «Guía para la definición e implantación de un sistema de indicadores,» Universidad de Granada, España, 2007.
- [10] U. a. d. n. León, *Indicadores educativos de la UANL*, México: Universidad autónoma de nuevo León, 2014.
- [11] M. O. Femenia, «Universidad de Alicante,» 16 y 17 Junio 2011. [En línea]. Available: <https://web.ua.es/en/ice/jornadas-redes-2011/documentos/proposals/182357.pdf>. [Último acceso: 21 JULIO 2017].

- [12] Ceaaces, *Reglamento para los procesos de autoevaluación, de las instituciones, carreras y programas del sistema de educación superior*, Quito: Ceaaces, 2014.
- [13] R. Figueroa Toala y E. Machado Ramírez, «La autoevaluación institucional y su importancia en la educación superior,» *Humanidades Médicas*, vol. 12, nº 3, 2012.
- [14] F. Ramos Simón, «Revistas Científicas Complutenses,» *Revista General de Información y Documentación*, vol. 8, nº 1, 1998.
- [15] Rollupconsulting, «<http://rollupconsulting.com>,» Rollupconsulting, 07 2018. [En línea]. Available: <http://rollupconsulting.com/plataforma-de-bi/>. [Último acceso: 02 06 2018].
- [16] J. C. Tacco Meléndez , *Implementación de una solución de Negocios BI para el modulo de Ventas de Claro Utilizando la herramienta PentAHO*, Quito, 2015.
- [17] Oracle, «Oracle,» 2018. [En línea]. Available: http://www.oracle.com/ocom/groups/public/@otn/documents/webcontent/317529_esa.pdf. [Último acceso: 09 12 2017].
- [18] Sinnexus, «Sinnexus,» 2018. [En línea]. Available: https://www.sinnexus.com/business_intelligence/arquitectura.aspx. [Último acceso: 02 06 2018].
- [19] D. V. Alfredo, *Data Mining (1era ed.)*, Lima: Macro, 2016.
- [20] R. Kimball y M. Ross, *The Data Warehouse Toolkit (Second)*, Toronto: Wiley Computer Publishing, 2002.
- [21] R. Matias, «Web y Empresas,» [En línea]. Available: <https://www.webyempresas.com/que-es-un-data-warehouse/>.
- [22] V. Rainardi, *Building a Data Warehouse whit examples in SQL SERVER*, New York: apress, 2008.
- [23] S. Ramos, *Data WareHouse, Data Mart y Modelos dimensionales, un pilar fundamental en la toma de desiciones*, Albaterra, Alicante, España: SolidQ, 2016.
- [24] C. Vercellis, *Bussiness Intelligence*, United Kingdom: Wiley, 2009.
- [25] E. . I. Leonard Brizuela y Y. Castro Blanco, «Metodologías para desarrollar Almacén de Datos.,» *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 7, nº 3, pp. 1-12, 2013.

- [26] G. E. Silva Peñafiel, *Análisis de metodologías para la implementación de un data Warehouse aplicado a la toma de decisiones del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural Regional 3*, Ambato: Pucesa, 2018.
- [27] Zentut, «Zen Tut Website,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.zentut.com/data-warehouse/bill-inmon-data-warehouse/>. [Último acceso: 25 05 2018].
- [28] G. R. Rivadera, «La metodología de Kimball para el diseño de almacenes de datos,» *Cuadernos de la Facultad*, 2010.
- [29] X. Lozada Peñafiel, H. Cruz Tamayo, W. Pérez Argudo y A. de la Torre Díaz, *Aanálisis, diseño, construcción e implementación de un data warehouse para toma de decisiones y construcción de los kpi, para la empresa Kronosconsulting Cia Ltda*, Sangolqui: Espe, 2014.
- [30] D. C. Espinoza Cevallos y R. F. Quispe Alvarez, *Solución de Inteligencia de Negocios para empresas de servicio de asistencias aplicación práctica a la gerencia de asistencia del Touring y Automóvil Club del Perú*, Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2006.
- [31] R. Gentleman, K. Hornik y G. Parmigiani, *Data Mining with Rattle*, New York : Springer, 2009.
- [32] Universidad de Alcalá, «Business intelligence en la toma de decisiones empresariales,» Universidad de Alcalá, 2018. [En línea]. Available: <http://www.master-bigdata.com/business-intelligence-la-toma-decisiones-empresariales/>. [Último acceso: 05 06 2018].
- [33] Ministerio de Educación del Ecuador, «ESTÁNDARES DE CALIDAD EDUCATIVA,» Ministerio de Educación del Ecuador, Quito, 2012.
- [34] M. García Quintanilla, R. Reboloso Gallardo y M. Solís Pérez, «Los indicadores educativos en la Universidad Autónoma de Nuevo León,» Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, 2014.
- [35] C. Velazquez, «CRITERIOS E INDICADORES PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR,» 2011. [En línea]. Available: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/vrac/documentos/Curricular_Documentos/Evento/Ponencias_6/velasquez_de_zapata_carmen.pdf.

- [36] J. M. Carot, P. Henriquez, G. Haug, J.-G. Mora, D. Ristoff, L. Vila y E. González, *Sistema Básico de Indicadores para la Educación Superior de América Latina*, Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València, 2012.
- [37] J. D. J. Sánchez Quintero, *Un Sistema de Indicadores de Calidad para el Mejoramiento de Programas Universitarios en Administración*, Barranquilla: Rudecolombia, 2013.
- [38] Loes, «Ley orgánica de educación superior,» Consejo de Educación Superior, 2010, p. art. 93.
- [39] M. I. Uvidia Fassler, *Descubrimiento de Conocimiento en Base de Datos para la toma de decisiones en la Unidad de Nivelación y Admisión de la ESPOCH*, Ambato: PUCESA, 2016.
- [40] F. J. J. Díaz, M. A. Osorio, P. Amadeo y D. Romero, «Aplicando estrategias y tecnologías de Inteligencia de Negocio en sistemas de gestión académica,» de *SEDICI, PARANA ENTRE-RIOS*, 2013.
- [41] Y. Reyes Dixson y L. Nuñez Maturel, «La inteligencia de negocio como apoyo a la toma de decisiones en el ámbito académico,» *Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología. ISSN 2255-5648*, vol. Vol. 3(2), 2015.
- [42] Q. Sense, Tutorial - Introducción a los conceptos, QlikTech International AB, 2015.
- [43] A. A. Rosado Gomez y D. W. Rico Bautista,, «INTELIGENCIA DE NEGOCIOS,» *Redalyc.org*, pp. 321-324, 2010.
- [44] Ceaaces, «Proceso de evaluación institucional,» CEAACES, 02 01 2018. [En línea]. Available: <http://www.ceaaces.gob.ec/sitio/proceso-de-recategorizacion-institucional-2/>. [Último acceso: 02 01 2018].
- [45] Microsoft, «Presentación de Power BI,» 12 01 2018. [En línea]. Available: <https://docs.microsoft.com/es-es/power-bi/guided-learning/gettingstarted#step-1>. [Último acceso: 12 01 2018].
- [46] FinancesOnline, «FinancesOnline.com,» 28 02 2018. [En línea]. Available: <https://comparisons.financesonline.com/microsoft-power-bi-vs-qlikview>. [Último acceso: 26 05 2018].

Resumen Final

Creación de una plataforma tecnológica para el análisis y generación de conocimiento como apoyo en la toma de decisiones sobre indicadores académicos de la Facultad de Ciencias en la Espoch

Milton Paul López Ramos

106 páginas

Proyecto dirigido por: José Marcelo Balseca Manzano, Mg

La educación superior se encuentra dentro de un constante proceso de mejora en sus servicios educativos. Los indicadores educativos son una herramienta para evaluar el progreso de una unidad académica a través de los distintos periodos académicos. El proyecto realizado construye un *data warehouse* que integra información académica de la Facultad de Ciencias de la Espoch, utilizando una herramienta de inteligencia de negocios como *Power BI*, se pueda presentar cuadros de control, que evidencien la situación de la Facultad de Ciencias con relación a los indicadores propuestos en el Modelo de Evaluación Institucional de Universidades y Escuelas Politécnicas 2016. A través de un análisis descriptivo y de correspondencias múltiple se evalúa los criterios de las autoridades con relación al proyecto desarrollado.