



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

---

POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMATICA

COMPUTO APLICADO

## **Prototipo de un Sistema Informático web apoyado de tecnología Data Warehouse para un proceso de acreditación educativa**

DIANA PAOLA BARRERA VELASCO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO


2015

La presente tesis titulada: **Prototipo de un Sistema Informático Web apoyado de tecnología Data Warehouse para un proceso de acreditación educativa**, realizada por la alumna: Diana Paola Barrera Velasco bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:


MAESTRO EN CIENCIAS  
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA  
CÓMPUTO APLICADO

CONSEJO PARTICULAR


CONSEJERO

  
\_\_\_\_\_

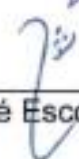
ASESORA

  
\_\_\_\_\_

ASESOR

  
\_\_\_\_\_

ASESOR

  
\_\_\_\_\_

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Diciembre de 2015

# **PROTOTIPO DE UN SISTEMA INFORMÁTICO WEB APOYADO DE TECNOLOGÍA DATA WAREHOUSE PARA UN PROCESO DE ACREDITACIÓN EDUCATIVA**

**Diana Paola Barrera Velasco, MC.**

**Colegio de Postgraduados, 2015.**

## **Resumen**

El presente trabajo tuvo por objetivo proponer un Prototipo de un Sistema Informático web apoyado de tecnología Data Warehouse (SIGCEA), que sirva como apoyo para un proceso de acreditación educativa ante COMEAA del programa educativo Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia (IAEF) de la Unidad Académica de Fitotecnia (UAF) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y además permita identificar algunas tendencias que coadyuven en planes de mejora continua. Se definió la metodología, en primer lugar con un estudio para conocer las necesidades en la UAF a través del Diagrama de fuerzas, Diagrama de Ishikawa e Histograma de Pareto, en base a los resultados obtenidos se propuso el SIGCEA, por lo que se definió una metodología empleada para el desarrollo del SIGCEA apoyada en conceptos y buenas prácticas de la ingeniería del software. Se expusieron cada una de las fases propuestas para el desarrollo del software. Al final se muestran los resultados de una parte del SIGCEA, en especial la sección V. Alumnos del COMEAA, la estructura de la base de datos, el mapa general de navegación, algunos interfaces, reportes y tendencias obtenidas a través del Data Warehouse y se proponen algunos algoritmos de Minería de Datos cuando se tenga . El sistema web propuesto tiene contemplado, evolución, escalabilidad y portabilidad de acuerdo a las necesidades de la UAF y de cambios que puedan proponer en el COMEAA.

**Palabras Claves:** Calidad Educativa, Data Warehouse, SIGCEA, Base de Datos.

**PROTOTYPE OF A COMPUTER SYSTEM TECHNOLOGY SUPPORTED  
WEB DATA WAREHOUSE FOR EDUCATIONAL  
ACCREDITATION PROCESS**

**Diana Paola Barrera Velasco, MC.**

**Colegio de Postgraduados, 2015.**

**Abstract**

The present study aimed to propose a prototype of a computer system supported web Data Warehouse (SIGCEA) technology, which serves as support for a process of educational accreditation to COMEAA of the Academic Unit of educational program Agronomist Specialist in Plant Science (IAEF) of Plant (UAF) of the Autonomous University of Chapingo (UACH) and also to identify some trends that contribute to continuous improvement plans. The methodology is defined, first with a study to determine the needs in the UAF through force diagram, Ishikawa Diagram and Histogram Pareto, based on the results obtained SIGCEA set, so it is defined a methodology for the development of SIGCEA supported in concepts and good practices of software engineering. They were exposed each of the stages proposed for software development. At the end the results of part of SIGCEA shown, especially V. Students of COMEAA, the structure of the database, the general navigation map, some interfaces, reports and trends section obtained through the Data Warehouse and propose some data mining algorithms when you have. The web proposed system is contemplated, evolution, scalability and portability according to the needs of the UAF and can propose changes in the COMEAA.

**Keywords:** Educational Quality, Data Warehouse, SIGCEA, Database.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico brindado para continuar con mi formación profesional.

Al Colegio de Postgraduados por permitirme realizar mis estudios de maestría en ciencias y haberme brindado la oportunidad de ser parte de tan prestigiosa institución.

Al personal Académico y Administrativo del Postgrado de Socioeconomía, Estadística e Informática – Cómputo Aplicado, por el apoyo manifestado durante mi estancia.

A mi consejero Dr. José Luis García Cué por haber creído en mí en todo momento para llegar a la meta anhelada. Por su paciencia, dedicación, orientación y extraordinarios conocimientos que me compartió durante todo el proceso de mi Maestría.

A mis asesores Dra. Reyna Carolina Medina Ramírez, Dr. Eugenio Eliseo Santacruz de León y M.C. Juan José Escobar Aguayo, por sus valiosas aportaciones y a sus siempre certeros comentarios a este trabajo de investigación.

A los dirigentes y todo el personal de la Subdirección de Educación, Servicios Académicos y al departamento de Becas, Campus Montecillo.

A mi familia por todo su apoyo y comprensión que me han dado a lo largo de toda mi vida, pero en especial en esta etapa de crecimiento profesional.

A la Universidad Autónoma Chapingo, particularmente a la Unidad Académica de Fitotecnia, por las facilidades brindadas para llevar a cabo esta investigación.

A todas las personas que han estado al pendiente de mí durante este proceso de crecimiento profesional.

## DEDICATORIA

A Dios por proveerme a diario de salud y fuerza para lograr terminar mi Maestría.

A mis madres Ma. Adelina Velasco Morales y Carlota Velasco Morales, por su apoyo incondicional de siempre, por creer en mí, por ser un ejemplo de superación y por haberme dado una vida llena de amor cariño y respeto.

A mi tía, Luz María G. Velasco Morales y a mis primos por haber creído en mí y en este proyecto de superación profesional.

A mi hermano Carlos Iván Barrera Velasco, por su comprensión y alegrías que vivimos.

A mi sobrino Santiago Yoselt Barrera Hurtado por haber llegado a nuestras familias y ser la alegría y luz de todos.

A mis abuelos que desde donde quiera que estén, me cuidan siempre.

A todas mis amistades sinceras que creyeron en mí, y a los que no creyeron en mí.

# CONTENIDO

I. MARCO INTRODUCTORIO.....	1
1.1. Introducción.....	2
1.2. Justificación.....	6
1.3. Pregunta de Investigación.....	8
1.4. Objetivos .....	8
1.4.1. Objetivo General .....	8
1.4.2. Objetivos Específicos.....	8
1.5. Hipótesis .....	9
1.6. Metodología de la Investigación.....	9
1.7. Fases de la Investigación.....	12
II. MARCO TEÓRICO.....	14
2. CALIDAD .....	15
2.1. Introducción al concepto de Calidad .....	15
2.2. Concepto de Calidad.....	17
2.3. Calidad en Educación .....	20
2.4. La calidad según la prevalencia del proceso o producto educativo .....	24
2.5. La calidad según el ámbito educativo en el que se fundamenta.....	26
2.6. Clasificación de la Calidad Educativa. ....	26
2.7. Modelos de Gestión de Calidad. ....	29
2.7.1 Modelo Deming.....	29
2.7.2 Modelo Baldrige.....	32
2.7.3 Modelo EFQM.....	34
2.8. Normas ISO .....	38
2.9 Norma ISO 9001:200 aplicada a la Educación. ....	44
2.10 Norma de Educación UNE-EN ISO 9001:2000.....	46

3. ASPECTOS DE LA CALIDAD EDUCATIVA EN EL NIVEL SUPERIOR EN MÉXICO .....	47
3.1 Introducción .....	47
3.2 Procesos de Autoevaluación, Evaluación y acreditación para la Calidad Educativa en México. ....	51
3.3 Organismos evaluadores de la calidad en la educación en México.....	53
3.4 Comité Mexicano de Acreditación de la Educación Agronómica A.C. (COMEAA).....	56
3.4. Organismos Nacionales de Normalización en México. ....	58
3.5 Normas Mexicanas .....	58
3.6. Antecedentes sobre calidad educativa de la Universidad Autónoma Chapingo.....	60
3.7. Estado actual de los procesos de Autoevaluación Fitotecnia (acreditación). ....	66
4. BASES DE DATOS Y DATA WAREHOUSE .....	68
4.1. Etapas del diseño de bases de datos. ....	71
4.2. Modelo Relacional.....	73
4.3 Data Warehouse .....	77
4.3.1. Estructura de un Data Warehouse.....	80
4.3.2. Arquitectura de un Data Warehouse.....	81
4.3.3. Procesos de un Data Warehouse. ....	86
4.4- Modelo dimensional. ....	87
4.4.1. Esquema estrella. ....	91
4.4.2. Esquema copo de nieve. ....	92
4.4.3. Esquema de constelaciones. ....	93
4.3. Tecnologías para la construcción y desarrollo web de un Sistema Apoyado de Bases de Datos PHP, Apache. ....	94



4.4. Estudios donde emplean Bases de Datos para sistemas informáticos para la calidad en México.....	99
4.5. Casos de implementación de Data Warehouse en Instituciones de Educación en México.....	101
5 ESTUDIO DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE FITOTECNIA DE LA UACH.....	103
5.1. Introducción.....	103
5.2. Justificación.....	104
5.3. Pregunta de investigación.....	106
5.4. Objetivos del caso de estudio y supuesto.....	106
5.5. Metodología del Estudio Empírico.....	107
5.6. Resultados.....	110
5.7. Conclusiones del estudio.....	111
5.8. Propuesta de mejora.....	112
6. SISTEMA INFORMÁTICO WEB COMO APOYO AL PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN DE LA UNIDAD ACADÉMICA FITOTECNIA, DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO (SIGCEA). .....	113
6.1. Introducción.....	113
6.2. Fases del prototipo del SIGCEA. ....	117
6.2.1. Fase 0. Definición del problema.....	119
6.2.2. Fase 1. Análisis del sistema. ....	121
6.2.3. Fase 2. Análisis de requisitos. ....	122
6.2.4. Fase 3. Diseño del sistema.....	123
6.2.5. Fase de Construcción del sistema.....	137
6.2.4. Fase de Implementación.....	141
6.3 Contraste de Hipótesis con los resultados.....	161
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	162

7.1. Conclusiones.....	162
7.2. Recomendaciones. ....	165
8. REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	167

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Metodología de la investigación.</b> .....	9
Figura 2. Pasos para realizar el estudio de calidad educativa en la UAF.....	10
<b>Figura 3. Evolución de la calidad</b> .....	16
Figura 4. Ejes y dimensiones de la calidad educativa. ....	23
Figura 5 Modelo Deming. ....	30
Figura 6. Modelo Deming. ....	31
Figura 7. Modelo Baldrige. ....	33
Figura 8. Modelo Europeo EFQM de Calidad.....	35
Figura 9. Pasos para obtener la Certificación de ISO 9000 .....	43
Figura 10. Enfoque basado en procesos.....	45
Figura 11. Tipos de procesos. ....	46
Figura 12: Organización Institucional. ....	61
Figura 13. Estructura organizativa del comité de autoevaluación .....	66
Figura 14. Esquema de acceso a los datos de un DBMS. ....	70
Figura 15. Modelo Entidad Relación. ....	72
Figura 16. Modelo Lógico. ....	72
Figura 17. Estructura de un Data Warehouse. ....	80
Figura 18. Estructura de Data Warehouse, enfoque Inmon. ....	82
Figura 19. Estructura de Data Warehouse enfoque Kimball.....	84

Figura 20. Estructura de Data Warehouse enfoque Inmon. ....	85
Figura 21. Procesos que conforman un Data Warehouse.....	87
Figura 22. Operaciones más usuales en un cubo multidimensional.....	90
Figura 23. Visualización de los datos en un cubo multidimensional.....	90
Figura 24. Esquema en estrella.....	92
Figura 25. Esquema Copo de Nieve. ....	93
Figura 26. Esquema de Constelaciones.....	93
Figura 27. Tecnologías para la construcción del SIGCEA .....	94
Figura 28. Modelo – Vista – Controlador CakePHP .....	95
Figura 29. Diagrama de Ishikawa.....	105
Figura 30. Etapas para la construcción de un Sistema de Información.....	113
Figura 31. Modelo en Cascada. ....	114
Figura 32. Modelo V. ....	115
Figura 33. Modelo iterativo. ....	115
Figura 34. Modelo incremental. ....	115
Figura 35. Modelo en espiral. ....	116
Figura 36. Modelo iterativo. ....	116
Figura 37. Propuesta de la metodología empleada para el SIGCEA. ....	117
Figura 38. Procedimiento para el análisis de la información. ....	119
Figura 39. Esquema SIGCEA.....	124
Figura 40. Arquitectura general del SGECA.....	124

Figura 41. Arquitectura del Data warehouse propuesto para el SIGCEA.....	126
Figura 42. Fases para el diseño de la base de datos del SIGCEA.....	128
Figura 43. Reporte en Excel, categoría V. Alumnos, indicador 5.2.1. ....	129
Figura 44. Reporte en Excel, categoría V. Alumnos, indicador 5.2.3. ....	129
Figura 45. Base de datos relacional de Fitotecnia.....	130
Figura 46. Información de tablas.....	131
Figura 47. Llaves primarias y foráneas de la base de datos Fitotecnia. ....	132
Figura 48. Valores null. ....	133
Figura 49. Modelo Alumno. ....	137
Figura 50. Modelo Profesor.....	138
Figura 51. Controlador Alumno .....	138
Figura 52. Código HTML y PHP que generan las vistas. ....	139
Figura 53. Pantalla principal del SIGCEA.....	140
Figura 54. Mapa del Sitio del SIGCEA .....	141
Figura 55. Identificación de usuario en el servidor web.....	142
Figura 56. Administrar cuenta de alojamiento .....	142
Figura 57. Nombre de subdominio .....	143
Figura 58. Upload de la aplicación CakePHP.....	143
Figura 59. Upload de la Base de Datos en el servidor web.....	144
Figura 60. Upload mediante phpmyadmin la Base de Datos en el servidor web. .....	144

Figura 61. Upload de la aplicación “fito” .....	145
Figura 62. AppController Autenticación de Usuarios.....	146
Figura 63. Panel de Superusuario.....	147
Figura 64. Historial de accesos de usuarios.....	147
Figura 65. Interface de Usuario de Calidad.....	148
Figura 66. Interface de Usuario de Calidad.....	149
Figura 67. Pantalla de reportes categoría V. Alumnos COMEAA.....	150
Figura 68. Formulario de registro al sistema de Alumnos. ....	150
Figura 69. Historial de inscripciones por semestre de Alumnos.....	151
Figura 70. Formulario de registro al sistema de Profesores.....	151
Figura 71. Panel de Profesores.....	152
Figura 72. Panel de Personal Administrativo.....	152
Figura 73. Metodología para el diseño del Data Warehouse. ....	153
Figura 74. Exportación de la base de datos del SIGCEA a SQL Server. ....	154
Figura 75. Exportación de la base de datos del SIGCEA a SQL Server. ....	154
Figura 76. Base de datos del SIGCEA en SQL Server. ....	155
Figura 77. Jerarquía de la dimensión “AlumnoPermisos”.....	157
Figura 78. Jerarquía de la dimensión “ExámenesAlumnos”.....	157
Figura 79. Tabla de hechos.....	158
Figura 80. Reportes en Excel a través de una Tabla dinámica .....	159
Figura 81. Módulo de Minería de Datos .....	159

Figura 82. Módulo 2 de Minería de Datos .....	159
Figura 83. Salidas de tendencias de árboles de decisión y red de dependencias .....	160

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Factores que inciden en la calidad educativa (proceso y producto). .	26
Tabla 2. Familia de Normas ISO 9000 .....	42
Tabla 3. Organismos acreditados por COPAES.....	56
Tabla 4. Criterios de evaluación COMEAA. ....	57
Tabla 5. Normas Mexicanas.....	59
Tabla 6. Organismos acreditadores de la UACH .....	63
Tabla 7. Cuadro histórico de las bases de datos.....	68
Tabla 8. Sistemas Manejadores de Bases de Datos libres. ....	70
Tabla 9. Sistemas Manejadores de Bases de Datos comerciales.....	71
Tabla 10. Reglas para definir un sistema de base de datos relacional. ....	74
Tabla 11. Características principales de los dos enfoques Inmon y Kimball. ...	84
Tabla 12. Campo de fuerzas de la evaluación de Alumnos. ....	110
Tabla 13. Campo de fuerzas de la evaluación de Profesores. ....	111
Tabla 14 Campo de fuerzas de la evaluación de Directivos.....	111
Tabla 15 Campo de fuerzas de la evaluación de Administrativos. ....	112
Tabla 16 Campo de fuerzas de la evaluación de Instalaciones. ....	112
Tabla 17 Alumnos. ....	106
Tabla 18 Profesores. ....	107
Tabla 19. Directivos.....	108



Tabla 20 Administrativos. ....	109
Tabla 21.Instalaciones. ....	110
Tabla 22. Relación tablas SIGCEA/Consultas SQL usando Heidi.....	136

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Acreditaciones de programas educativos durante la Administración 2011-2015. ....	64
Gráfica 2. Alumnos.....	106
Gráfica 3. Profesores .....	107
Gráfica 4. Directivos .....	108
Gráfica 5. Administrativos .....	109
Gráfica 6. Instalaciones.....	110
Gráfica 7. Gráfica de precisión del modelo .....	160

## LISTA DE SIGLAS

AFNOR	Organización Nacional Francesa para la Estandarización.
ANCE	Asociación de Normalización y Certificación.
ANEOR	Asociación Española de Normalización y Certificación.
ANUIES	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.
ARSO	Organización Africana para la Normalización (África).
BD	Base de Datos.
BID	Banco Interamericano de Desarrollo.
BM	Banco Mundial.
BSI	British Standards Institution (Inglaterra).
CAC	Comité de Aseguramiento de la Calidad.
CACEI	Consejo de Acreditación de Enseñanza de la Ingeniería.
CANACERO	Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero.
CEN	Comisión Europea de Normalización.
CENELEC	Comité Europeo para la Normalización Electrotécnica.
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
CIEES	Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior.
CNCP	Centro de Normalización y Certificación de Productos.
COFOCALEC	Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus derivados.

COMEAA	Comité Mexicano de la Acreditación de la Educación Agronómica A.C.
CONACyT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
CONAEVA	Comisión Nacional para la Evaluación de la Educación Superior.
COPAES	Consejo para la Acreditación de la Educación Superior.
COPANT	Comisión Panamericana de Normas Técnicas.
CP	Colegio de Postgraduados.
DBMS	Sistema Gestor de Bases de Datos.
DIN	Instituto Alemán de Normalización (Alemania).
DW	Data Warehouse.
EFQM	European Foundation for Quality Management.
EMAS	Sistema Comunitario de Gestión y Auditoría. Medioambiental.
ENA	Escuela Nacional de Agricultura.
ER	Entidad Relación.
ETSI	Instituto Europeo para la Normalización de Telecomunicaciones.
FMI	Fondo Monetario Internacional.
FN	Forma Normal.
HTML	Hypertext Markup Language.
IAEF	Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia.

IEC	Comisión Electrónica Internacional.
IES	Instituciones de Educación Superior.
IMNC	Instituto Mexicano de Normalización y Certificación.
IMNC	Instituto Mexicano de Normalización y Certificación.
INNTEX	Instituto Nacional de Normalización Textil.
IRAM	Instituto Argentino de Normalización y Certificación (Argentina).
IS	Normas Internacionales.
ISO	Internacional Standard Organization.
ITU	Unión Internacional de Telecomunicación.
IWA	Talleres de Trabajo Internacionales.
LCES	Ley para la Coordinación de la Educación superior.
LDD	Lenguaje de Definición de Datos.
LMD	Lenguaje de Manipulación De Datos.
MVC	Modelo Vista Controlador.
NMX	Normas Mexicanas.
NORMEX	Sociedad Mexicana de Normalización.
NYCE	Normalización y Certificación Electrónica.
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos.
OEI	Organización de los Estados Iberoamericanos.

OLAP	On-line Analytic Processing.
ONN	Organismos Nacionales de Normalización.
ONNCCE	Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación.
ONNPROLAC	Organismo Nacional de Normalización de Productos Lácteos, A.C.
PDI	Plan de Desarrollo Institucional.
PIFI	Programa Integral de Fortalecimiento Institucional.
PNPC	Programa Nacional de Postgrados de Calidad.
RAE	Real Academia Española.
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
SEP	Secretaría de Educación Pública.
SGC	Sistemas de Gestión de Calidad.
TIC	Tecnologías de la Información.
TR	Informes Técnicos.
TS	Especificaciones Técnicas.
UACH	Universidad Autónoma Chapingo.
UAF	Unidad Académica de Fitotecnia.
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación y Diversificación, la Ciencia y la Cultura.

# **I. MARCO INTRODUCTORIO**

## 1.1. Introducción

En la actualidad, existe una gran demanda y búsqueda de calidad en una sociedad calificada como la “Sociedad del Bienestar”. Esta preocupación por la calidad de vida juega un papel prioritario en todas las sociedades preocupadas por el bienestar de sus ciudadanos García Cué (2006). La exigencia de calidad en la educación ha surgido, generalmente, como consecuencia de los procesos de gran expansión de parte del sistema o de su conjunto, al ponerse de manifiesto los defectos y limitaciones de la educación cuyos bienes se pretenden extender Santizo (2001). Cantidad y calidad van por ello de la mano, pese a los grandes avances cualitativos logrados, se observa casi siempre una mayor demanda de excelencia o calidad. En búsqueda de esa calidad, distintas instituciones de educación superior y de postgrado se han dado a la tarea de buscar estrategias que le permitan que sus planes de estudio, contenidos, servicios, instalaciones y atención profesor-alumno sean de la manera más conveniente y con un enfoque a excelencia (García Cué, 2006).

El tema de Calidad ha sido tratado por diversos autores considerados como clásicos, Deming y Nicolau (1989), Juran (1980), Crosby (1991), Ishikawa (1988), entre otros, con un enfoque hacia lo que ellos proponen como Gestión de Calidad Empresarial. En la educación, ha tomado mucha importancia en los últimos años (Gento, 1998). Las primarias, secundarias, bachilleratos y universidades han encontrado en los modelos de gestión de la calidad una alternativa eficaz para mejorar en todas sus áreas, dando como resultado una mayor motivación y por ende una mayor productividad (Yzaguirre, 2004). Estas instituciones educativas, pueden ser vistas como sistemas complejos abiertos que funcionan en condiciones y contextos muy específicos en la sociedad y donde interactúan una serie de procesos que dan como resultado un producto o un servicio. Estos procesos son aprendizaje, vinculación, investigación y cooperación técnica; y sus productos son bienes abstractos. Así mismo, existen dos grandes aspectos de las dimensiones de la calidad en la educación superior: las características al interior de las instituciones y la pertinencia de ellas en su contexto social en donde se destaca la satisfacción de los alumnos (Serrano, 2003).



Mota y Cisneros (2005), consideran que un programa de buena calidad educativa cuenta con una amplia aceptación social por la sólida formación de sus egresados; altas tasas de titulación; profesores competentes en la generación, aplicación y transmisión del conocimiento, organizados en cuerpos académicos; currículo actualizado y pertinente; procesos e instrumentos apropiados y confiables para la evaluación de los aprendizajes; servicios oportunos para la atención individual y en grupo de los estudiantes; infraestructura moderna y suficiente para apoyar el trabajo académico de profesores y alumnos y sistemas eficientes de gestión y administración.

Gento (1998), considera que el término calidad educativa no puede ser definido hacia una dimensión pedagógica, por eso, Jiménez-Zamacona (1994), la representa por cinco ejes: equidad, eficiencia, eficacia, relevancia y pertinencia. Muñoz-Izquierdo (1989) la expresa mejor como un concepto normativo con varias dimensiones: filosófica, pedagógica, económica, cultural y social. Partiendo desde este punto, un sistema educativo es de calidad cuando se enlazan éstos criterios y dimensiones.

De la Orden (2002), distingue la calidad educativa por los resultados, productos o procesos. Sea cual fuere la modalidad, tipo o modelo evaluativo adoptado en cualquier situación educativa, su impacto sobre el proceso y el producto de la educación es decisivo, siempre que la evaluación tenga consecuencias.

En México, la Secretaría de Educación Pública (SEP) desde 1921 asegura el acceso de todos los mexicanos a una educación de calidad, en el nivel y modalidad que la requieran (SEP, 2011). Además el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y otras instituciones públicas o privadas han establecido mecanismos para garantizar la calidad en la educación en todos los niveles educativos y en distintas modalidades (García-Cué *et al.* 2015).

Uno de los grandes desafíos que enfrenta la educación superior en México, es alcanzar la calidad de la misma. La evaluación y la acreditación de la educación superior adquieren una importancia estratégica en el logro de tal objetivo. Los sistemas de evaluación y acreditación en la educación han sido adoptados en la

mayoría de los países del mundo, por lo que forman parte en la agenda de gobiernos y conjunto de organismos especializados (Rubio, 2007).

Para lograr dicha calidad en México, se han instituido los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) y el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior-COPAES (COPAES, 2014). El COPAES tiene una serie de organismos acreditados por ellos para evaluar la calidad en instituciones como el Comité Mexicano de la Acreditación de la Educación Agronómica, A.C. (COMEAA), Consejo de Acreditación de Enseñanza de la Ingeniería (CACEI), entre otros.

La Universidad Autónoma Chapingo (UACH) es una institución educativa que hace uso de las evaluaciones de COPAES. La UACH tiene un enfoque a las Ciencias Agrícolas y está localizada al oriente del Estado de México, dentro del Municipio de Texcoco- que desde 2004 utiliza distintos instrumentos para evaluar la calidad de sus 22 Unidades Académicas a través de 5 distintas agencias acreditadoras y en sus estudios de postgrado por el Programa Nacional de Postgrados de Calidad- PNPC de CONACyT (Rueda y Victorino, 2009).

La Unidad Académica de Fitotecnia (UAF), es una de ellas, que se acredita a través del procedimiento del Comité Mexicano de la Acreditación de la Educación Agronómica A.C. (COMEAA). El COMEAA es un instrumento dividido en 12 partes o secciones donde se integra información de la institución, programas académicos, docentes, discentes, instalaciones, etc. (COMEAA, 2012).

La UAF, obtuvo su primer acreditación a través de COMEAA en mayo del 2005, con vigencia de 5 años, a través de un proceso de autoevaluación, por lo que en mayo de 2011 se solicitó desarrollar el proceso de reacreditación y en octubre de 2011 le fue otorgado el refrendo hasta el 16 de octubre de 2016 (Autoevaluación, 2011).

La forma de llenar el reporte que se debe entregar al COMEAA por parte de los representantes de la Unidad Académica Fitotecnia, es la siguiente (Fitotecnia, 2014):

- Se constituye una comisión de calidad con grupo de profesores y personal administrativo.
- Se solicita información de la base de datos institucional de la UACH que se trabaja en UNIX y con el manejador de BD Oracle.
- El resto de la información se le pide a los directores, subdirectores coordinadores y profesores de la unidad Académica.
- Se llena toda la información a mano ya que no hay un medio digital donde se integre todo.
- Se envían todos los comprobantes a manera de imagen o en documentos PDF, por medios electrónicos (e-mail, dropbox, etc.).
- El Comité de calidad llena las 12 partes que integra el COMEAA.
- Se hace una autoevaluación
- Se diseña un plan de mejora continua.
- Se envía el documento a COMEAA para su evaluación y certificación.

Como se explica en los párrafos anteriores, el proceso se realiza de manera artesanal y no hay ningún sistema informático web que auxilie a los directivos, profesores y administrativos responsables para el llenado del reporte que se presenta ante COMEAA.

Las organizaciones en un mundo dinámico como el actual, disponen para la gestión de sus procesos, de sistemas transaccionales que manejan cantidades enormes de datos, organizados, y que a través de aplicaciones operacionales existentes puedan tener acceso rápido y sencillo a información (Rojas, 2009).

En la Unidad Académica de Fitotecnia (UAF), no existe un sistema informático con acceso web para el control de información interna, que coadyuve a los procesos de autoevaluación, la información se encuentra distribuida en diferentes áreas, no hay homogeneidad y existe redundancia en la información.

Por lo anterior la presente investigación surge a partir de la necesidad de apoyar a los procesos de autoevaluación, evaluación y acreditación de programas educativos en el nivel de educación superior. Lo anterior, se hará mediante una

propuesta de un sistema Informático web como apoyo al proceso de acreditación educativa, que permita obtener, procesar y entregar información confiable que coadyuve a la toma de decisiones. Para ello, se consideró estudiar el caso de la Unidad Académica Fitotecnia (UAF) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

## **1.2. Justificación**

En la actualidad, el tema de Gestión de Calidad ha tomado gran importancia, tanto en la parte académica como de la administración de instituciones educativas (Yzaguirre, 2004).

De acuerdo con esta afirmación en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) le dan mucha importancia a la calidad de sus programas educativos que se han acreditado a través de una serie de instrumentos establecidos por los diferentes organismos reconocidos por COPAES (Autoevaluación, 2011). El programa Educativo de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia de la Unidad Académica de Fitotecnia (UAF) obtuvo la acreditación en mayo de 2005 con una reacreditación en octubre de 2011 avalado por el COMEAA (Fitotecnia, 2014).

Por la importancia en el tema, y la prioridad que da la UACH y la UAF a la calidad de sus programas, se hizo una revisión de investigaciones con desarrollo de software que sirva como apoyo a los procesos de acreditación.

En la UACH no se encontró ninguna, ya que las tendencias de sus investigaciones son hacia ciencias agrícolas y no en desarrollo e implementación de software que maneje el tema de calidad educativa.

En el Colegio de Postgraduados no hay ningún sistema computacional sobre calidad educativa, solo un sistema de base de datos como apoyo a Informes

académicos y carrera docente llamado Sistema Integral de Información Académica del Colegio de Postgraduados (SIIA-CP) ([www.siiia.colpos.mx/](http://www.siiia.colpos.mx/)). También, hay otros proyectos de investigación que están enfocados a educación, diseño de software de redes neuronales, pero no hay ninguno enfocado en calidad en educación.

Además, se revisaron otros proyectos en universidades mexicanas sobre calidad. Uno de ellos es el Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, Unidad Navojoa que desarrolló sistemas basados en conocimiento para la gestión de indicadores académicos, en apoyo a la acreditación de los programas educativos (Sánchez *et al.*, 2012).

Otro más es la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), que ha establecido un Sistema de Indicadores Académicos (Nieto *et al.*, 2013).

De la revisión, se consta que las Universidades nacionales, desde hace varios años, trabajan en la implementación de sistemas de gestión o transaccionales que integran procesos y tareas con enfoques administrativos pero no los destacan como sistemas que sirvan como apoyo a los procesos de acreditación o de calidad en educación (García Cué, 2006).

Más adelante, se revisaron las autoevaluaciones del COMEAA y los manuales de operación de las acreditaciones 2005 y 2011. De acuerdo con los manuales de operación de los procesos de autoevaluación de la UAF no se toma en cuenta lo que opina la comunidad académica, directiva y administrativa por lo que se es recomendable conocer sus comentarios sobre el proceso de acreditación a través de técnicas de calidad como las sugiere Gento (1998) y que debe formar parte de este trabajo de investigación y así detectar las necesidades de la UAF en los procesos de acreditación.

Tampoco, la UAF cuenta con un sistema informático que ayude a realizar los procesos de acreditación de acuerdo a lo solicitado por COMEAA. La idea es automatizar los procesos de acreditación apoyado de TIC, establecer bases de datos con información de alumnos, profesores, directivos, instalaciones,

administrativos, entre otros, y tener un sistema tipo Data warehouse que proporcione tendencias que coadyuven a los planes de mejora continua.

Por todo lo anterior es que se pretende elaborar un prototipo de todo el sistema que ayude al proceso de autoevaluación de la UAF e información requerida por el COMEAA para el proceso de reacreditación 2016. El prototipo se trabajará en el periodo comprendido entre enero y noviembre de 2015 en las instalaciones del CP y en la UAF. También se implementará una parte de este.

### **1.3. Pregunta de Investigación**

¿Se puede proponer un sistema informático web como apoyo al proceso de acreditación del programa educativo de la Unidad Académica de Fitotecnia, apoyado de la tecnología Data Warehouse?

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Elaborar un prototipo de un Sistema Informático Web como apoyo al proceso de acreditación del programa educativo de la Unidad Académica de Fitotecnia, de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), que permita obtener, procesar y entregar información confiable que coadyuve a la toma de decisiones, apoyado de tecnología Data Warehouse.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Detectar las necesidades en cuanto a calidad educativa se refiere, de la Unidad Académica de Fitotecnia (UAF).
- Analizar el proceso y metodología COMEAA.

- Diseñar la Base de datos de la Unidad Académica Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo.
- Diseñar un Data Warehouse y obtener los reportes para COMEAA, así como para identificar las tendencias necesarias que sirvan como toma de decisiones dentro de un sistema de calidad educativo.
- Realizar un análisis dimensional mediante el procesamiento de cubos para crear reportes específicos de profesores, alumnos.

## 1.5. Hipótesis

Un prototipo de un sistema informático web apoyado de tecnología Data Warehouse sirve como apoyo al proceso de acreditación del programa educativo de la Unidad Académica de Fitotecnia.

## 1.6. Metodología de la Investigación

La metodología consta de 5 etapas (Figura1).

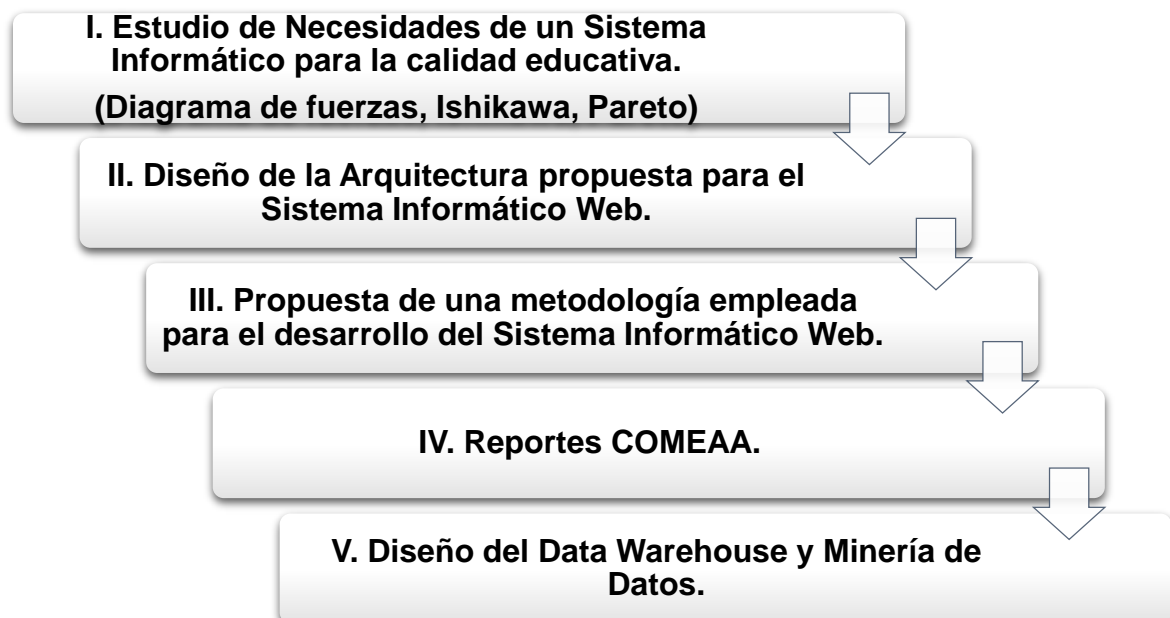


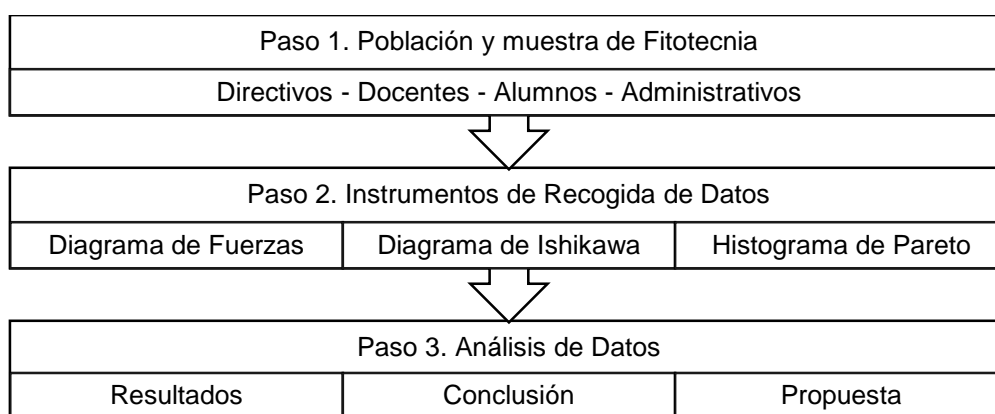
Figura 1. Metodología de la investigación.

Fuente: Propia.

A continuación se explica cada una de las etapas.

### I. Estudio de necesidades de un sistema informático.

Se llevará a cabo un estudio para identificar los factores que influyen en la calidad educativa del programa Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia, así como conocer la apreciación de directivos, docentes, alumnos y trabajadores administrativos de la Unidad Académica de Fitotecnia sobre el procedimiento para obtener la acreditación de la calidad a través de COMEAA, a través de la siguiente metodología (Figura2):



**Figura 2. Pasos para realizar el estudio de calidad educativa en la UAF.**

Fuente: Propia.

En donde:

#### Paso 1.

Se convocará a toda población de la Unidad Académica de Fitotecnia para reunir a un grupo significativo (muestra) con la intervención de un moderador para escucharlos y proponer una estrategia que coadyuve a mejorar los procedimientos para obtener la calidad el programa educativo de Fitotecnia.



Paso 2.

A través de instrumentos de recogida de datos tal como lo sugiere Gento, mediante el diagrama de fuerzas, diagrama de Ishikawa e Histograma de Pareto, estructurar la información que en la fase anterior se logrará reunir.

Paso 3.

Se analizará la información, se llegará a los resultados y en base a ellos se realizará la mejor propuesta que coadyuve a mejorar los procedimientos para obtener la calidad del programa educativo.

**II. Propuesta de la estructura para el Sistema Informático Web.** Se planteará la estructura de un Sistema Informático Web y cada uno de los elementos tecnológicos que lo integran (servidor apache, el manejador de la base de datos MySQL y el lenguaje de programación PHP (framework cakephp)).

**III. Propuesta de una metodología empleada para el desarrollo del Sistema Informático Web.** El diseño del sistema se apoyará en diferentes modelos empleados para construir software basados en conceptos y buenas prácticas de Ingeniería del Software a partir de una recopilación de información teórica.

**IV. Desarrollo del Sistema Informático Web.** Se definirán cada una de las fases que componen la metodología empleada para el desarrollo del sistema informático web.

**V. Reportes COMEAA.** A través de consultas a la base de datos del sistema, se obtendrán los reportes solicitados por COMEAA en cada una de sus categorías.

**VI. Diseño del Data Warehouse y Minería de Datos.** Una vez que se tenga la fuente de datos (base de datos relacional), se diseñará el Data Warehouse vía administrador de base de datos SQL Server 2012, a través de una arquitectura definida, para obtener tendencias que aporten a la mejora continua del programa educativo de Fitotecnia. Se propondrán estrategias de minería de datos como arboles de decisión y diagramas de relación que ayuden a verificar los comportamientos de los datos de cada uno de los reportes.

## **1.7. Fases de la Investigación**

**Fase 1.** Revisión de fuentes documentales sobre los temas de calidad, calidad en la educación, modelos de gestión de calidad, normas ISO, procesos de evaluación y acreditación, organismos evaluadores de calidad educativa en México, bases de datos, Data Warehouse, tecnologías para la construcción y desarrollo web, en especial en libros, revistas científicas, revistas electrónicas, páginas web, entre otras.

**Fase 2.** Estudio de la opinión de directivos, docentes, discentes, administrativos sobre los procesos de autoevaluación para obtener la acreditación del programa educativo de la UAF.

**Fase 3.** Propuesta de un sistema informático web como apoyo al proceso de acreditación del programa educativo de la UAF.

**Fase 4.** Análisis del Instrumento COMEAA y de cada una de sus categorías. Esto incluye toda la información cuantitativa y cualitativa.

**Fase 5.** Revisión de la información y procesos de acreditación que sigue la Unidad Académica de Fitotecnia para el COMEAA.

**Fase 6.** Revisión de la información y proceso de acreditación que sigue la UAF para el COMEAA.

**Fase 7.** Análisis del más reciente informe de autoevaluación a través del Comité de Aseguramiento de la Calidad (CAC) de la UAF.

**Fase 8.** Diseño de la arquitectura del sistema informático web

**Fase 9.** Diseño de la base de datos de Fitotecnia

**Fase 10.** Desarrollo del prototipo del Sistema Informático Web.

**Fase 11.** Diseño y construcción del Data Warehouse y algoritmos de minería de datos.

## **Fase 12.** Redacción de conclusiones y resultados

## **II. MARCO TEÓRICO**

## 2. CALIDAD

### 2.1. Introducción al concepto de Calidad

La calidad es un concepto inherente a la misma esencia del ser humano. Desde los mismos orígenes del hombre, éste ha comprendido que el hacer las cosas bien y de la mejor manera posible le proporciona una ventaja competitiva sobre sus congéneres y sobre el entorno con el cual interactúa. Por lo que la historia de la humanidad está directamente ligada con la calidad desde los tiempos más remotos, el hombre al construir sus armas, elaborar sus alimentos y fabricar su vestido observa las características del producto y enseguida procura mejorarlo (García-Cue *et al.*, 2015).

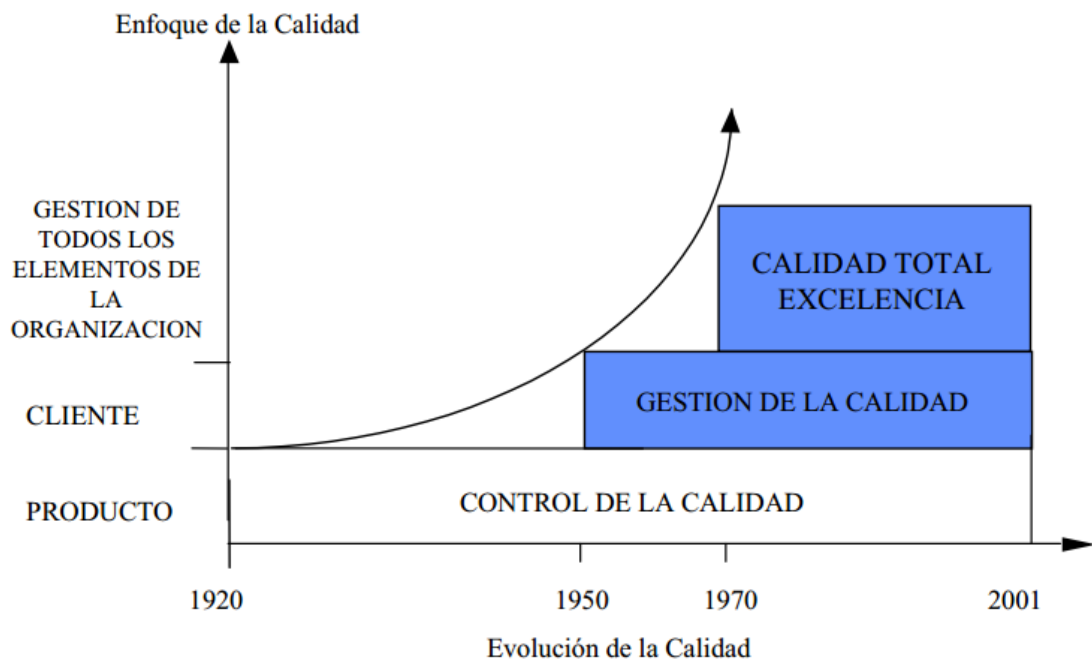
Rico-Méndez (2004) explica en seis etapas muy claras, la evolución del concepto de calidad (Figura3):

1. Artesanal. Donde la calidad suponía hacer las cosas bien a cualquier costo. Los objetivos que perseguía el artesano eran su satisfacción personal y la satisfacción de su comprador, no importaba el tiempo que le llevara.
2. Industrialización. Donde el concepto de Calidad fue sustituido por el de Producción, hacer mucho y de prisa sin importar la calidad. La cantidad y el tiempo son los conceptos importantes.
3. Control Final. En esta etapa lo importante ya no era la cantidad del producto fabricado, sino que el cliente lo recibiera según sus especificaciones. La producción había aumentado considerablemente, lo que originó un efecto secundario no deseado, la apatía de los trabajadores que ocasionaba fallos en el producto.
4. Control en Proceso. Se realizaban inspecciones. Los productos defectuosos no solo se producían durante el proceso de fabricación,

también eran provocados por el mal estado de la materia prima. Se tomó control en cada fase del proceso que permitía identificar los fallos y tomar Acciones Correctoras.

5. Control de diseño. Se tenía controlado el proceso pero se seguían detectando problemas de calidad que aparecían durante la vida útil del producto. El problema estaba en el propio diseño. Esto hizo necesario abordar desde el principio la posibilidad de realizar un producto que se ajustara a los medios disponibles y que ofreciera garantía de “no fallo”, no sólo en el proceso de fabricación sino incluso una vez en poder del cliente.
6. Mejora continua. En el mercado actual para ser competitivos hay que dirigirse hacia la excelencia y eso se consigue a través de la Mejora Continua. Hay que implantar un Sistema de Gestión que permita conseguir que lo que el cliente busca, lo que se programa y lo que se fabrica sea la misma cosa, hay que buscar Calidad Total.

### ETAPAS DE LA EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE CALIDAD



**Figura 3. Evolución de la calidad**

Fuente: <http://www.euskalit.net/>

Donde:

- Control de calidad es el conjunto de técnicas y actividades, de carácter operativo, utilizadas para verificar los requisitos relativos a la calidad del producto o servicio (Ecured, 2015)
- Gestión de la calidad es el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio va a satisfacer los requisitos dados sobre la calidad (González-Ramírez, 2000).
- Calidad Total-Excelencia es una estrategia de gestión cuyo objetivo es que la organización satisfaga de una manera equilibrada las necesidades y expectativas de los clientes, de los empleados, de los accionistas y de la sociedad en general (Villafaña-Figueroa, 2004).
- Un Sistema de Gestión de la Calidad debe estar documentado con un manual de calidad con procedimientos e instrucciones técnicas y debe revisarse su cumplimiento a través de auditorías. Debe contemplar todos aquellos aspectos que tengan incidencia en la calidad final del producto o servicio que presta la organización

## **2.2. Concepto de Calidad**

Se distinguen muchas definiciones de calidad, el diccionario de la Real Academia Española define calidad como *“la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor”* (RAE, 2015).

Algunos autores clásicos definieron a la calidad como Ishikawa (1985) afirma que calidad es equivalente a la satisfacción del cliente. La calidad tiene que estar definida comprensivamente. Los requerimientos y necesidades de los clientes cambian. Además la definición de calidad es siempre cambiante.

Crosby (1988) considera que otro concepto importante es la conformidad con los requerimientos. Los requerimientos tienen que estar claramente establecidos

para que no haya malentendidos; las mediciones deben ser tomadas continuamente para determinar conformidad con esos requerimientos; la no conformidad detectada es ausencia de calidad.

Deming (1989) señala que la diferencia entre lo que el cliente aspira y lo que la organización es capaz de producir representa la calidad que se puede suministrar. En la medida en que esa diferencia reduzca, la calidad será mayor. Druker (1990) explica que la calidad no es lo que se pone dentro de un servicio, es lo que el cliente obtiene de él y por lo que está dispuesto a pagar.

Taguchi (1993) considera a la calidad como la pérdida que un producto o servicio infringe a la sociedad desde su producción hasta su consumo o uso. A menores pérdidas sociales, mayor calidad del producto o servicio.

Feigenbaum (1994) explica que la calidad no solo es responsabilidad del departamento de producción, sino que requiere la implicación de toda la organización para poder lograrla e incluye actividades de calidad orientadas a los consumidores.

Imai (1998) destaca que la calidad se refiere, no solo a productos o servicios terminados, sino también a la calidad de los procesos que se relacionan con dichos productos o servicios. La calidad pasa por todas las fases de la actividad de la empresa, es decir, por todos los procesos de desarrollo, diseño, producción, venta y mantenimiento de los productos o servicios.

Gento (1998) explica que la calidad es un rasgo atribuible a entidades individuales o colectivas cuyos componentes estructurales y funcionales responden a los criterios de idoneidad máxima que cabe esperar de las mismas, produciendo como consecuencia aportaciones o resultados valorables en grado máximo, de acuerdo con su propia naturaleza.

De Miguel (2003) dice que el concepto de calidad es relativo y contextual ya que permite ser definido desde múltiples perspectivas, por distintas audiencias con intereses claramente diferentes y en situaciones contextuales muy diversas



Otros más la definen actualmente como Juran *et al.* (2005) define a la calidad como adecuación al uso, esta definición implica una adecuación del diseño del producto o servicio y la medición del grado en que el producto es conforme con dicho diseño.

La definición dada por la Internacional Standard Organization (ISO) y Aenor entre otras: “Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren la aptitud de satisfacer necesidades explícitas o implícitas” (ISO, 2015).

En general, la definición de calidad que tienen estos expertos, las podemos diferenciar en dos categorías. La primera es que calidad es una forma simple de producir bienes o entregar servicios cuyas características medibles satisfacen un determinado conjunto de especificaciones que están numéricamente definidas. Independientemente de cualquiera de sus características medibles, la categoría dos en calidad de productos y servicios son simplemente aquellos que satisfacen las necesidades de los clientes para su uso o consumo (Vásconez, 2003).

Desde una perspectiva histórica, la preocupación por el control de la calidad tuvo su origen en el mundo empresarial, para pasar después a otros servicios sociales, como la educación. En este contexto profesores, alumnos, administradores y decisores políticos han estado interesados por este tema; esa preocupación se ha extendido hacia la utilización de normas y procedimientos que garantizaran la calidad de la enseñanza impartida (González-Ramírez, 2000).

En un sentido más amplio, la sociedad toda es una parte interesada en la calidad de la educación, ya que se asume que parte de las necesidades y expectativas de la sociedad están representadas por el conjunto de regulaciones que se aplican a la actividad educativa (Vásquez, 2011).

Así las investigaciones sobre calidad de la educación tienen como punto de partida el denominado movimiento de *Escuelas Eficaces*. Estos estudios fueron evolucionando desde los primeros enfoques de “caja negra” o input-output,

pasando por los modelos de proceso-producto hasta llegar a los modelos de contexto-entrada-proceso-producto (Muñoz-Repiso, 2001).

Además de lo anterior, es innegable que en el origen de la preocupación por la calidad educativa tuvo una influencia notable el desarrollo de la Economía de la Educación como disciplina. Algunos de estos estudios, centrados en el análisis de los costes y beneficios de la educación desde una perspectiva macroeconómica, se sitúan en el origen de los procesos de planificación y evaluación de los sistemas educativos. Esos dos conceptos, planificación y evaluación, vendrían a constituirse en los pilares de la racionalización económica, que permite que el sistema educativo sea una organización eficaz para la sociedad (Tania, 1996).

En el momento actual, el concepto de planeación y evaluación ha sido sustituido por el de Gestión de la Calidad Educativa; como señala (Mateo, 2000). Por lo tanto, la calidad en educación empezó a ser revisada de la mano de la visión de la calidad total. En lo que hace referencia a los sistemas de gestión en la educación, la aplicación de estos se presenta como una herramienta indispensable en el logro de la mejora educativa (Castelán, 2003).

Este cambio de concepción ha surgido porque el contexto político, económico, social, cultural y científico en el que se tienen que desenvolver las organizaciones educativas ha sufrido un cambio vertiginoso. Actualmente se vive en una sociedad cambiante y en ella la formación y la educación se convierten en elementos estratégicos, de ahí que la mejora de la calidad educativa se convierta en un objetivo fundamental de todos los países desarrollados (López-Rupérez, 2014).

### **2.3. Calidad en Educación**

La calidad educativa es una de las expresiones más utilizadas actualmente en el ámbito educativo, como punto de referencia que justifica cualquier proceso de

cambio o plan de mejora. En este contexto, la eficacia (sirve para aquello para lo que fue realizado) y la eficiencia (relación entre el costo y el resultado) son sus dos pilares básicos (OCW/USAL, 2015).

Almaguer (2003), en su artículo “La calidad en la educación pública en México”, resalta que esta preocupación es una constante en los programas gubernamentales y en la reflexión de los estudiosos del tema. Enfatiza que mientras esa preocupación no se inserte en una cultura nacional por la calidad, los resultados seguirán siendo magros, con la dificultad agregada de una deficiente evaluación objetiva, dada la exagerada carga política sobre el proceso educativo.

La calidad educativa se define como la mejora continua o el refuerzo constante de la coherencia entre aquello que pretendemos de nuestro alumnado cuando acaba su formación (finalidades educativas), lo que hacemos en todas las aulas para garantizar que lo cumplimos (procesos educativos) y, finalmente, los resultados de aprendizaje obtenidos (Malpica, 2013).

El significado de la expresión “calidad educativa” es controvertido en el tiempo y representará un cierto ideal o aspiración de la sociedad en su conjunto o de grupos por sí mismo. El Ministerio de Educación en Ecuador, en Quito, trabaja con un concepto de calidad educativa complejo y multidimensional, según el cual un sistema educativo será de calidad en la medida en que ofrece los servicios, los actores que lo impulsan y los productos que genera, contribuyan a alcanzar ciertas metas o ideales conducentes a un tipo de sociedad democrática, armónica, intercultural, próspera, y con igualdad de oportunidades para todos (Ministerio de educación, 2012).

Un programa educativo de buena calidad cuenta con una amplia aceptación social por la sólida formación de sus egresados; altas tasas de titulación o graduación; profesores competentes en la generación, aplicación y transmisión del conocimiento, organizados en cuerpos académicos; currículo actualizado y pertinente; procesos e instrumentos apropiados y confiables para la evaluación de los aprendizajes; servicios oportunos para la atención individual y en grupo

de los estudiantes; infraestructura moderna y suficiente para apoyar el trabajo académico de profesores y alumnos; sistemas eficientes de gestión y administración; y un servicio social articulado con los objetivos del programa educativo” (Mota y Cisneros, 2005).

La visión multidimensional del derecho a la educación, que incluye el derecho a aprender y a recibir un buen trato en el sistema escolar, sitúa la calidad de la educación en el centro de las preocupaciones. Más aún, dado los importantes avances en cobertura, la agenda de educación para todos en la región estará cada vez más marcada por los desafíos de la calidad, siendo uno de ellos asumir una definición amplia y no reduccionista del concepto de “calidad educativa” (OREALC/UNESCO, 2013).

Por lo tanto, el término calidad educativa no solo puede ser definido hacia una dimensión pedagógica y parecer simple, siguiendo a Jiménez-Zamacona (1994) una definición mejor aceptada, está conformada por cinco ejes (figura4): equidad, eficiencia, eficacia, relevancia y pertinencia, así como también Muñoz-Izquierdo (1989) considera que calidad educativa es un concepto normativo con varias dimensiones: filosófica, pedagógica, económica, cultural y social. Partiendo desde este punto, un sistema educativo es de calidad cuando se enlazan éstos criterios y dimensiones.

García Cué *et al.* (2015) en congruencia con Jiménez-Zamacona (1994) y Muñoz-Izquierdo (1989) en cuanto a lo pedagógico, calidad implica que a través del contenido en sus planes y programas de estudio se cubran eficazmente los objetivos propuestos; en lo filosófico que su contenido sea relevante para la sociedad y responder a las necesidades; en lo económica la educación es de calidad cuando los recursos destinados sean manejados eficientemente; en lo cultural la calidad se da cuando los contenidos y métodos sean lo más pertinentes a las posibilidades de aprendizaje para cada sociedad y en lo social calidad educativa es cuando todos los individuos de diversos estratos tengan oportunidad de acceso a la educación y que ésta sea permanente (Figura 4).



**Figura 4. Ejes y dimensiones de la calidad educativa.**

Fuente: Propia.

La calidad abarca a todas las funciones y actividades de la institución y debe estar vinculada a las necesidades relevantes de la sociedad en un ámbito y contexto dado. Las necesidades y objetivos, que orientarán la elaboración de los programas, la realización de los procesos, de los productos y de los servicios deben estar especificados, para dar respuesta a dichas necesidades. Desarrollar la calidad dentro de la organización, supone contar con un “Sistema de Gestión de Calidad” y estar formado en los modelos de evaluación de programas y centros, y sus procedimientos, así como en los modelos de excelencia (Martínez-Mediano y Riopérez-Losada, 2005).

Vázquez (2011) considera que calidad en educación es cumplir siempre los requisitos de los clientes de la organización educativa. En general, los requisitos básicos de la enseñanza están reglamentados, y la organización educativa debe considerar la posibilidad de agregar requisitos adicionales que satisfagan otras necesidades y expectativas de sus clientes.

Para comprender mejor las distintas definiciones sobre calidad, a continuación se analizarán dos criterios fundamentales que actualmente se están empleando:

1) La calidad según la prevalencia del proceso o producto educativo y 2) La calidad en el ámbito educativo en el que se fundamenta.

## **2.4. La calidad según la prevalencia del proceso o producto educativo**

La mayor parte de las definiciones de calidad referidas al producto, están relacionadas con los resultados finales, que pueden ser de diversos contenidos, desde los grandes objetivos de la educación, tales como “mejorar el bienestar de la población y su calidad de vida”, “formar ciudadanos democráticos”, hasta objetivos relacionados con el rendimiento específico de los alumnos, tales como “adquirir e integrar conocimientos”, “utilizar conocimientos significativos”, entre otros (García Cué, 2006).

Para De la Orden (2012) la calidad educativa se identifica con un producto educativo válido; entendiendo la validez como funcionalidad, como congruencia con las necesidades, expectativas y aspiraciones educativas de los individuos y la comunidad.

De la Orden (2002) en concordancia con Diez Hochleitner (1997) dice que la calidad se atribuye a la acción de los factores *cualitativos*, es decir, de aquellos elementos que no pueden expresarse cuantitativamente. Estos elementos, se afirma, están relacionados fundamentalmente con los procesos que determinan la llamada Eficacia Interna del Sistema o Calidad de la Educación. Más recientemente, la calidad como eficacia interna de los sistemas e instituciones de educación universitaria aparece como reacción a la insuficiencia de los indicadores cuantitativos de eficacia y productividad y se vincula a las características consideradas cualitativas, de los procesos y productos de la Universidad.

En este contexto, afirma Tania (1996) “La evaluación, entendida como una revisión de los productos finales hace perder de vista la consideración del centro como un ecosistema que permite explicar y dar sentido al funcionamiento general y a los procesos que desarrollan la actividad”. De esta definición se desprende que una tendencia hacia la calidad, lo que ha de buscar es mejorar el proceso que busca los resultados.

La calidad entendida como proceso tiene como principio el no apuntar exclusivamente a la obtención de unos resultados inmediatos, si no a un modo de ir haciendo las cosas poco a poco, para alcanzar los mejores resultados posibles en orden a lo que se nos demanda y a las posibilidades y limitaciones reales que se tienen (Esteban y Montiel, 1990).

Las definiciones de calidad aportadas según se centren en el proceso o en el producto, actualmente, desde una educación de calidad de carácter multidimensional las relaciones entre distintos elementos del contexto, el proceso y el producto sería una característica común de las diversas manifestaciones educativas de calidad (González-Ramírez, 2000).

Sea cual fuere la modalidad, tipo o modelo evaluativo adoptado en cualquier situación educativa, su impacto sobre el proceso y el producto de la educación es decisivo, siempre que la evaluación tenga consecuencias, es decir, siempre que se tomen las decisiones en función de las cuales se decidió la evaluación. Una evaluación sin consecuencias es inútil y puede ser perjudicial para el objeto evaluado y su contexto (De la Orden, 2000).

Para Vázquez (2011) la educación es el resultado de un proceso, luego es un producto, entendido como la mejora en los conocimientos, las aptitudes intelectuales, competencias, hábitos y actitudes del educando.

## 2.5. La calidad según el ámbito educativo en el que se fundamenta

Los factores que tienen mayor incidencia en la calidad educativa según Cano-García (1998) que realizó un estudio empírico de carácter bibliométrico como se muestra en la tabla 1 donde destaca los factores Profesorado, Currículum, Evaluación y Organización escolar, cruzados con variables de contexto

**Tabla 1. Factores que inciden en la calidad educativa (proceso y producto).**

	<b>Entrada</b>	<b>Proceso</b>	<b>Producto</b>
Aspectos curriculares		X	
Aspectos de organización del centro		X	
Aspectos relativos al alumnado	X		X
Aspectos relativos a los recursos	X		
Aspectos relativos a la evaluación			X
Aspectos relativos al profesorado	X	X	

Fuente: Cano García (1998).

## 2.6. Clasificación de la Calidad Educativa.

### 1) La calidad centrada en centros/instituciones

La calidad de los centros e instituciones educativas no podemos lograrla a través únicamente de medidas políticas diseñadas de manera estandarizada y uniforme. Si bien estas decisiones han servido de impulso y cambio, se han vuelto incapaces de asegurar la calidad educativa de manera equitativa en las diversas escuelas (Schmelkes, 1994).

El mejoramiento de la calidad de la educación constituye un desafío que involucra decisiones y actores de diversa índole, que constituye una trama compleja de interrelaciones en las que están involucradas opciones políticas y técnico-pedagógicas y que tiene que ver con el tipo de formación que queremos.



Lo anterior se encuentra relacionado, en última instancia, con el tipo de sociedad que aspiramos a construir (Bolívar, 2001).

Los estudios de casos realizados por la OCDE demuestran hasta qué punto la calidad de la enseñanza depende directamente de los docentes y de los centros, cualquiera que sea el papel de las medidas externas adoptadas por las autoridades educativas. (De la Orden, 2000) señala a este respecto:

“La calidad de la educación, en cuanto se manifiesta en un producto válido, dependerá fundamentalmente de lo que acontece en la escuela, de las estructuras y procesos de las instituciones educativas”.

## 2) La calidad centrada en los programas formativos

González (2000) dice que desde este ámbito de la calidad, la evaluación del currículo y de los procesos de enseñanza-aprendizaje serán objetivos fundamentales. La calidad de dichos procesos viene garantizada cuando posibilita, potencia y produce el resultado de humanizar más a todos y a cada uno de los agentes implicados.

Guarro (2008) considera además que, el establecer lo que deben de aprender los estudiantes en amplios periodos de tiempo es una tarea importante del currículo. También señala que, con el propósito que el alumnado se sienta motivado y participe activamente en su proceso formativo, es imprescindible que lo que pretendemos enseñarle le resulte significativo. Que sea capaz de tener una visión global de lo que aprende y de ir integrando paulatinamente lo que va aprendiendo.

La calidad alude a la sustancia del aprendizaje, a lo que queda en la estructura cognitiva luego del proceso de enseñanza-aprendizaje. Un aprendizaje de calidad es aquel que logra captar lo más importante de los contenidos y retenerlos en la memoria a largo plazo (Fingermann, 2010).

.El proceso de enseñanza-aprendizaje de calidad debe ser claramente definido por las instituciones de educación superior, para identificar sus estrategias educativas con claridad y por lo tanto la función de las áreas de apoyo

académico. El ideal es que sea un proceso consensado con todos los actores relevantes de la educación superior, como son los alumnos, profesores, administradores académicos, egresados, empresarios, gobierno y la comunidad en general (Woodhouse, 2000).

### 3) La calidad centrada en el profesorado.

García-Cué (2006) en concordancia con Jiménez *et al.* (2003) explica que existen afirmaciones que hacen depender exclusivamente la “garantía de calidad” de la formación de su profesorado; desde esta perspectiva, la responsabilidad del sistema educativo se descarga en ellos y consideran que la mejora de la calidad del profesorado pasa por: procedimientos rigurosos de selección que permitan elegir solamente a los candidatos más cualificados y muy motivados; una formación pedagógica. Desde esta perspectiva, la evaluación del profesorado puede interpretarse como otra estrategia más del poder coercitivo. Desde un modelo comprensivo la calidad educativa centrada en el profesorado debe atender tanto a la mejora del profesor, como a la de la institución.

La mejora de la calidad de la docencia es, sin duda un proceso complejo y en el que intervienen muchos factores: desde las políticas educativas hasta los recursos disponibles; desde las particulares tradiciones y culturas de cada país hasta la particular organización de los estudios en cada momento e institución; desde la formación y experiencia del profesorado hasta la capacitación y motivación del alumnado. Pero de todos ellos, el factor que ejerce una influencia más determinante en la calidad de la docencia es, sin duda, el profesorado y las prácticas formativas que éste desarrolla (Gros y Romaña, 2004).

Para conseguir el objetivo de la “calidad” de la enseñanza universitaria lo que resulta absolutamente preciso es romper la inercia y la privacidad de la misma y hacer “visibles” tanto las ideas como las prácticas de los docentes universitarios. Por ello, una buena manera de mejorar la calidad de la enseñanza es aprender de los “buenos docentes”, de lo que ellos declaran sobre la enseñanza (Baik, 2007).

De todos los aspectos señalados la formación del profesorado se considera como de los más influyentes, sin embargo debemos considerar no sólo si existen opciones de formación permanente, sino en qué modalidades se estructuran y qué consecuencias tiene la formación impartida sobre la calidad de la docencia (De Miguel, 2003).

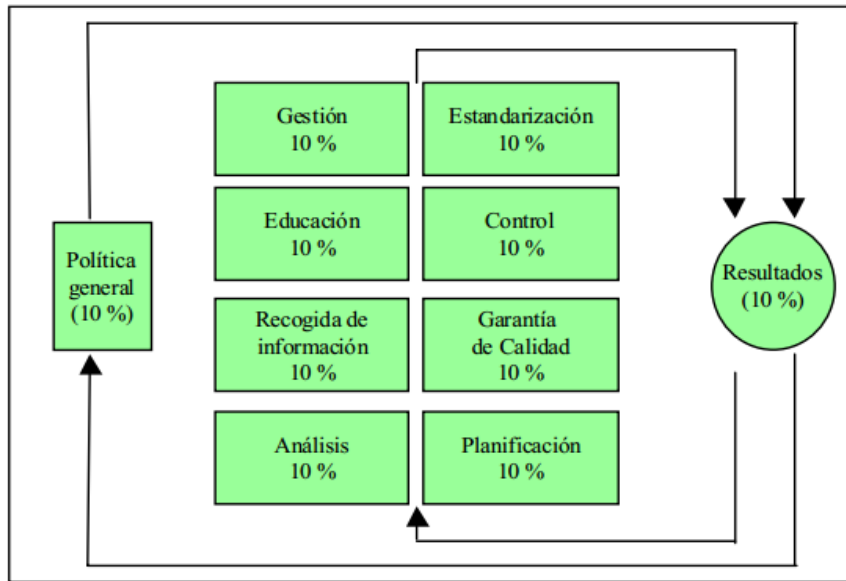
## **2.7. Modelos de Gestión de Calidad.**

Un modelo es una representación esquemática de la realidad, a menos escala y representando sus características básicas. En calidad, los modelos sirven antes que nada, para evaluar el nivel de calidad de una organización, de un centro educativo o de algún tipo de entidad, que decide homologarse y presentar a la sociedad sus logros (Montilla, 2003).

La ventaja de usar los modelos establecidos es clara si lo que se pretende es optar por una cultura de calidad que se convierta en parte integral de la vida del centro educativo y sea asumida por cada uno de sus miembros.

### **2.7.1 Modelo Deming.**

El “Modelo Deming de la Calidad”. Este modelo se estableció inicialmente con el fin de promover el control estadístico de calidad en las empresas. Busca la implicación general de todos los niveles de la organización, desde la dirección general hasta los puestos más inferiores; aun cuando se basa en el control estadístico de la calidad, concede más relevancia a los procesos que a los resultados (Figura 5) (López-Cubino, 2001).

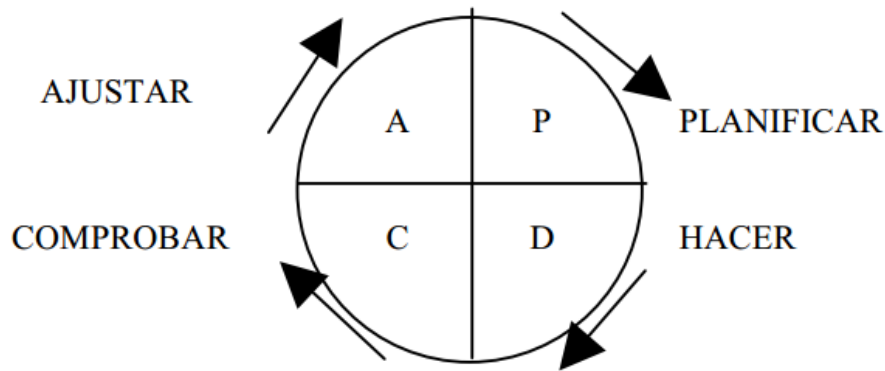


**Figura 5 Modelo Deming.**

Fuente: López-Cubino (2001).

Para Deming es importante depender de la autoevaluación. Como premisas básicas destacan la previsión de los fallos o de los errores, la revisión del trabajo y la estandarización o generación de los buenos resultados obtenidos. La secuencia de estos principios, muestra los pasos y la forma de llevar a cabo en la práctica el modelo. Lo importante es su carácter recurrente que unido al llamado “Ciclo de Deming” (Figura6) que consiste en una serie de cuatro elementos que se llevan a cabo sucesivamente (López-Cubino, 2001):

1. **Planear:** establecer los planes
2. **Hacer:** llevar a cabo los planes
3. **Comprobar:** verificar si los resultados concuerdan con lo planeado
4. **Ajustar:** actuar para corregir los problemas encontrados, prever posibles problemas, mantener y mejorar.



**Figura 6. Modelo Deming.**

Fuente: López-Cubino (2001).

Entre las diferentes aportaciones a la calidad de este autor, una de ellas son los catorce puntos para la gestión, en los cuales, Deming intenta mostrar la importancia del papel de las personas que pertenecen a una organización, y en especial de la dirección en la competitividad de las organizaciones (Cubillos-Rodríguez y Rozo-Rodríguez, 2010).

Kaufman y Zahn (1993) han realizado un ajuste de este modelo para su aplicación en las Instituciones educativas:

1. Crear la constancia del propósito para el mejoramiento del producto y el servicio. Ha de ser preocupación del centro el rendimiento y el éxito de los alumnos dentro y fuera del aula.
2. Crear una nueva filosofía. Se debe avanzar hacia un modelo centrado en el estudiante, en los contenidos, etc.
3. Abandonar la dependencia de la inspección permanente para el logro de la Calidad. Se debe evolucionar hacia la autoevaluación y hacia el aprendizaje de acuerdo con el propio ritmo, basándose en la meta general del éxito dentro y fuera del centro educativo.
4. Cesar la práctica de reconocer solo el rendimiento individual del estudiante en clase.
5. Mejorar constantemente el sistema de enseñanza, aprendizaje, orientación educativa y servicio de apoyo del centro.

6. Establecer la formación en el ejercicio. Cada uno debe aprender constantemente de su propio trabajo, de sus resultados y de nuevas investigaciones.
7. Institucionalizar el liderazgo, que sustituirá los niveles jerárquicos de formación y supervisión.
8. Desterrar el miedo, con el fin de que todos y cada uno puedan contribuir al éxito de la institución.
9. Romper barreras entre clases, niveles, especialidades, centros educativos, departamentos y niveles de gestión.
10. Eliminar exhortaciones y objetivos numéricos de responsabilidad individual que puedan crear relaciones de oposición y competitividad.
11. Excluir cuotas o estándares y gestión por objetivos.
12. Remover las barreras que impiden a los educadores, directivos y estudiantes disfrutar de su legítimo derecho a estar satisfechos de su rendimiento y de su contribución al desarrollo de sí mismos y de los demás.
13. Establecer un riguroso proceso de formación en ejercicio basado en los resultados y en el auto – desarrollo de todos los miembros de la institución.
14. Implicar a todos en el sistema de transformación para la mejora.

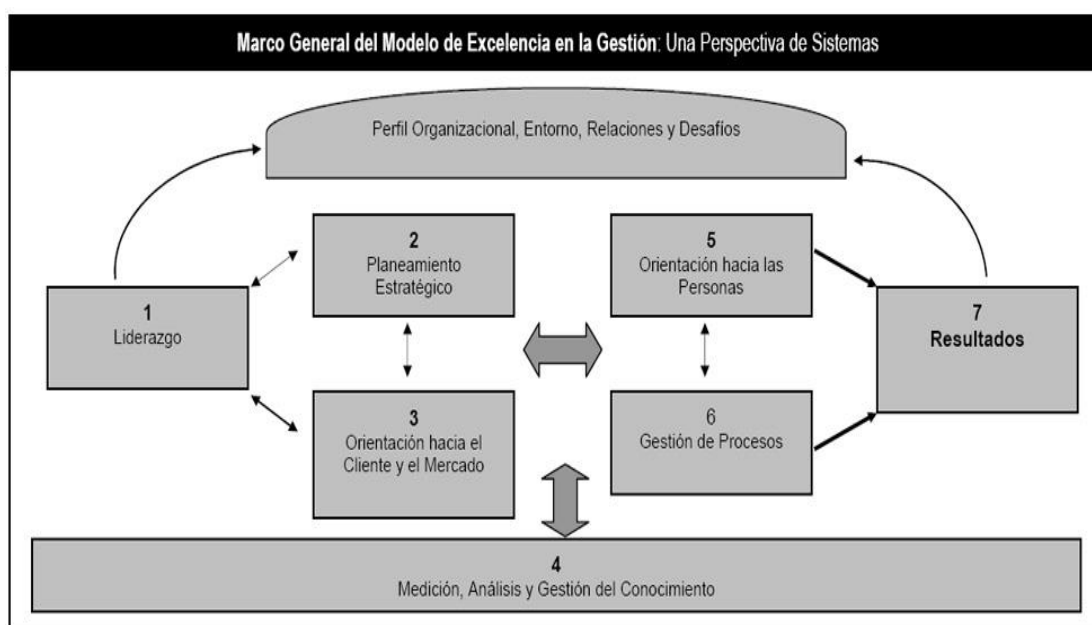
### **2.7.2 Modelo Baldrige**

El modelo Malcolm Baldrige es un modelo muy completo que puede aplicarse, según Millan *et al.* (2002) en instituciones de diferentes niveles educativos y de diferente tamaño.

Este modelo se centra en la implicación total de todos los componentes de la organización (al igual que el Deming) para valorar las empresas. Es un modelo que tiende al mejoramiento de la gestión para la calidad y, vuelve a considerar la satisfacción de los clientes (González-Ramírez, 2000).

Este modelo tiene cinco características claves en el área de Educación, a saber (NIST, 2010):

- a) El modelo está basado en resultados,
- b) El modelo no es prescriptivo, pero es adaptable),
- c) Los criterios integran temas clave de la educación),
- d) Los criterios apoyan una perspectiva de sistemas para mantener el alineamiento de los objetivos en toda la organización), e) los criterios sostienen el diagnóstico basado en objetivos.



**Figura 7. Modelo Baldrige.**

Fuente: <https://www.isotools.org/2012/06/25/gestion-del-liderazgo-segun-malcolm-baldrige/>

Para Poblete (2010) el modelo que se utiliza para la autoevaluación tiene siete grandes criterios:

- 1. Liderazgo:** Medida en que la Alta Dirección establece y comunica al personal las estrategias y la dirección empresarial y busca oportunidades. Incluye el comunicar y reforzar los valores institucionales, las expectativas de resultados y el enfoque en el aprendizaje y la innovación.
- 2. Planificación Estratégica:** Como la organización plantea la dirección estratégica del negocio y como esto determina proyectos de acción

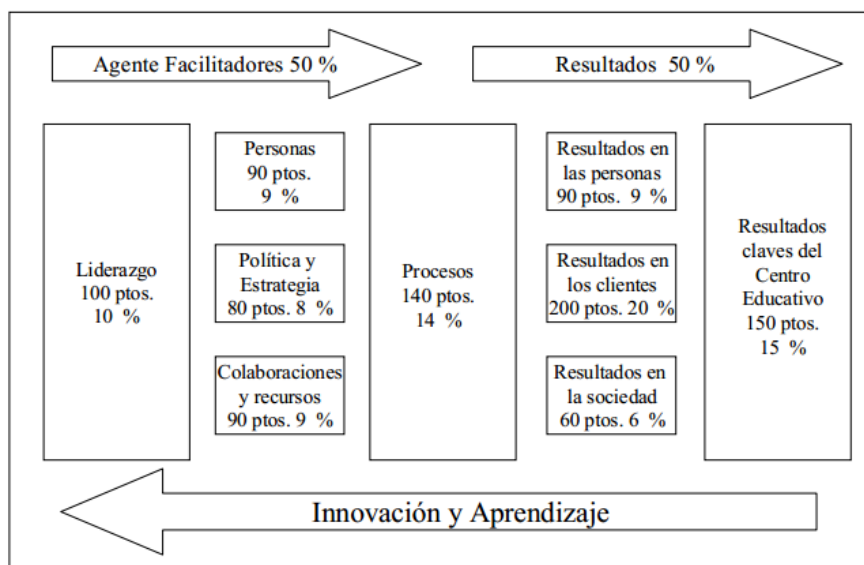
claves, así como la implementación de dichos planes y el control de su desarrollo y resultados.

3. **Enfoque al Cliente:** Como la organización conoce las exigencias y expectativas de sus clientes y su mercado. Asimismo, en qué proporción todos los procesos de la empresa están enfocados a brindar satisfacción al cliente.
4. **Información y Análisis:** Examina la gestión, el empleo eficaz, el análisis de datos e información que apoya los procesos claves de la organización y el rendimiento de la organización.
5. **Enfoque al Recurso Humano:** Examinan como la organización permite a su mano de obra desarrollar su potencial y como el recurso humano está alineado con los objetivos de la organización.
6. **Proceso Administrativo:** Examina aspectos como factores claves de producción, entrega y procesos de soporte. Cómo son diseñados estos procesos, cómo se administran y se mejoran.
7. **Resultados del negocio:** Examina el rendimiento de la organización y la mejora de sus áreas claves de negocio: satisfacción del cliente, desempeño financiero y rendimiento de mercado, recursos humanos, proveedor y rendimiento operacional. La categoría también examina como la organización funciona en relación con sus competidores.

### 2.7.3 Modelo EFQM

La European Foundation for Quality Management (EFQM) considera la evaluación de la calidad en su totalidad. En esta línea ha desarrollado un modelo que en un principio surgió para dar los premisos de calidad a las empresas. Este modelo ha tenido amplia repercusión en el campo educativo europeo (Cantón, 2003).





**Figura 8. Modelo Europeo EFQM de Calidad**

Fuente: Cantón (2003).

Las administraciones educativas, los sistemas educativos y las instituciones educativas públicas y privadas participan del interés por el movimiento de la calidad total, para el logro de la excelencia, a través de la implicación de todos los miembros de la institución, en sus distintos niveles de responsabilidad, en los procesos de gestión y autoevaluación para la mejora rendimiento de cuentas a la sociedad.

Para aumentar al máximo los beneficios de adoptar el Modelo de excelencia de la EFQM el equipo de dirección debe asegurarse de que se encuentra cómodo con los siguientes conceptos (Martínez-Mediano y Riopérez-Losada, 2005):

- a) Orientación al cliente. El cliente es la persona que se beneficia directamente de las actividades de la organización, en el caso de los centros educativos es el alumno, su familia y la sociedad.
- b) Liderazgo y constancia de propósito. Los líderes de una organización comprometida con la excelencia deben contribuir a la definición de la visión, la misión, la estrategia y los valores para conseguirla, para satisfacer las necesidades del cliente.

- c) Orientación hacia los resultados. La excelencia se logra cuando los resultados satisfacen a todos los grupos implicados en la organización.
- d) Desarrollo, implicación y reconocimiento de las personas. La excelencia se maximiza mediante la contribución al desarrollo, e implicación de las personas que trabajan en una organización en los procesos de mejora, mediante el trabajo en equipo.
- e) Gestión por procesos y hechos. La excelencia se consigue a través de la gestión con un enfoque de procesos y hechos de una forma sistémica. Todas las actividades deben estar interrelacionadas y ser gestionadas como un sistema, con la comprensión e implicación de todos los miembros de la institución.
- f) Desarrollo de alianzas. La excelencia se consigue desarrollando y manteniendo alianzas que añadan valor en las personas, instituciones y organizaciones que suministran productos, servicios o conocimientos al Centro Educativo.
- g) Proceso continuo de aprendizaje, innovación y mejora. La excelencia se consigue haciendo realidad el cambio aprovechando el aprendizaje para crear innovación y oportunidades de mejora. Y ese se basa en la revisión de los resultados, en coherencia con los criterios previos utilizados en la definición de los proyectos y programas.
- h) Responsabilidad social de la organización. La excelencia se consigue excediendo el marco legal mínimo en el que opera la organización y esforzándose por entender y dar respuesta a las expectativas de los grupos de interés y de la sociedad.

Ferrando y Granero Castro (2008) resume los principales criterios que caracterizan el Modelo de Excelencia EFQM:

- Se refiere al “liderazgo” como el comportamiento y la actuación del equipo directivo y del resto de los responsables para guiar el centro educativo hacia la calidad. Se trata de reflejar cómo los que tiene alguna

responsabilidad en el centro educativo estimulan, apoyan y fomentan la gestión de calidad.

- En cuanto a las “personas” se refiere a cómo utiliza el centro educativo el máximo potencial de su personal para mejorar continuamente. La calidad total pone el acento en las personas, ya que las considera el principal recurso de las organizaciones.

Por su parte Alabart (1999), en Ferrando y Granero Castro (2008) considera que la “política” define las orientaciones prioritarias, los grandes objetivos y la estrategia, la forma mediante la cual dichas orientaciones se asumen e impregnan las actuaciones de la organización en cualquier nivel.

La colaboración y recursos se orientan a la capacidad del centro educativo para conseguir, gestionar, utilizar y conservar sus recursos. Los recursos y colaboraciones son las aportaciones materiales y humanos que puedan llegar al centro educativo para cumplir mejor sus funciones. Se trata de saber cómo el centro educativo actúa para mejorar continuamente el nivel de colaboraciones y recursos.

Cantón (2003) se refiere a los procesos como cualquier actividad que se puede descomponer en previsión, realización y resultado. También es lo que el conjunto de actividades procesuales, concatenadas que añaden calor y sirven a una mejor educación al alumno y a una mejor prestación de los servicios, tanto docentes como complementarios.

El segundo bloque se refiere a los resultados, se inicia con los resultados en las personas, esta es una de las modificaciones que ha sufrido el modelo, antiguamente se refería a la satisfacción del cliente, del usuario. Se refiere a lo que en el centro educativo se consigue de satisfacción de los usuarios tanto internos como externos.

El primero de los criterios de este bloque se refiere a los resultados en las personas. Las aquí personas son las integrantes del centro educativo: profesores, personal no docente, estudiantes, personal administrativo. Abarcan

la percepción que las personas del centro tienen de su propio centro educativo sobre el entorno del trabajo.

El segundo criterio son los resultados en los clientes, medidos a través de la satisfacción que estos muestran con el centro educativo: fundamentalmente el alumno y su familia, pero también las instituciones educativas y las empresas que reciben a los alumnos que salen del centro y, finalmente, la comunidad de la que forman parte.

El tercero se refiere a los resultados en la sociedad, se trata de saber el grado de impacto del centro educativo en el entorno y en la sociedad en general. Se entiende que este impacto afecta a los asuntos que no estén relacionados con las actividades primarias ni con sus obligaciones normales, ya que se contemplan en los dos criterios anteriores.

El último de los criterios son los resultados claves del centro educativo, referidos a lo que consigue el centro educativo en relación con la planificación y estrategia, en relación a la satisfacción y resultados de sus usuarios, familia, alumnos, y sociedad en general. Se entiende que son resultados claves los logros del centro educativo referidos a la gestión, al influjo social, a la mejora en general, ya sea a corto, largo o mediano plazo.

## **2.8. Normas ISO**

La Organización Internacional de Normalización –International Organization for Standardization (ISO) fue creada en 1947, adoptándose el nombre de ISO, raíz griega que quiere decir <igual>. La ISO es la entidad internacional encargada de favorecer la normalización en el mundo. Con sede en Ginebra, es una federación de organismos nacionales, éstos, a su vez, son oficinas de normalización que actúan de delegadas en cada país, por ejemplo: ANEOR en España, AFNOR en

Francia entre otros, con comités técnicos que llevan a término las normas (Senlle, 2004).

Definición de norma (ISO, 2005):

Las normas son un modelo, un patrón, ejemplo o criterio a seguir. Una norma es una fórmula que tiene valor de regla y tiene por finalidad definir las características que debe poseer un objeto y los productos que han de tener una compatibilidad para ser usados a nivel internacional. La definición de norma aprobada por la ISO en su Guía 2-2004 “Normalización y Actividades Relacionadas. Vocabulario General”, una norma es un documento establecido por consenso y aprobado por un Organismo reconocido, que provee, para el uso común y repetitivo reglas, directrices o características para actividades y sus resultados, dirigidos a alcanzar el nivel óptimo de orden en un contexto dado.

La finalidad principal de las normas ISO es orientar, coordinar, simplificar y unificar los usos para conseguir menores costes y efectividad. Tiene valor indicativo y de guía. En la actualidad su uso se va extendiendo y hay un gran interés en seguir las normas existentes, ya que desde el punto de vista económico reduce costes, tiempo y trabajo. Criterios de eficacia y de capacidad de respuesta a los cambios (Vargas-Zuñiga, 2003).

Importante es señalar que existen diferentes niveles de normalización de acuerdo a su aplicación, así tenemos (Puterman, 2011):

Normas Internacionales.

- Normas ISO (Organización Internacional para la normalización)
- IEC (Comisión Electrónica Internacional)
- ITU (Unión Internacional de Telecomunicación)
- Las Normas del Codex Alimentarius.

Normas Regionales.

- COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas) para América.
- CEN (Comisión Europea de Normalización)

- CENELEC (Comité Europeo para la Normalización Electrotécnica)
- ETSI (Instituto Europeo para la Normalización de Telecomunicaciones)
- ARSO (Organización Africana para la Normalización) en África
- EMAS (Sistema Comunitario de Gestión y Auditoría Medioambiental)

Normas Nacionales. Son aquellas elaboradas por los organismos nacionales de normalización de cada país como por ejemplo:

- AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) en España
- IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) en Argentina
- DIN (Instituto Alemán de Normalización) en Alemania
- BSI (British Standards Institution) en Inglaterra
- IMNC (Instituto Mexicano de Normalización y Certificación) en México, entre otros.

Se destaca que las normas se clasifican según su contenido, por ejemplo, la ISO diferencia su documentación técnica en Normas Internacionales (IS), Especificaciones Técnicas (TS), Especificaciones Disponibles al Público (PAS), Informes Técnicos (TR), Guías elaboradas en el Comité de Políticas (COPLOLCO y Acuerdos Internacionales obtenidos en Talleres de Trabajo (IWA).

A su vez, dentro de las normas internacionales existe una gran variedad de éstas, como son las “normas de requisitos” las cuales son las únicas certificables, “normas de directrices”, “normas de lineamientos”, “normas de definiciones” entre otras (Teruel Cabrero *et al.* 2006).

Iruretagoyena (2014) menciona que las series de normas ISO relacionadas con la calidad constituyen lo que se denomina familia de normas, las que abarcan distintos aspectos relacionados con la calidad:

### **ISO 9000. Sistemas de Gestión de Calidad**

Fundamentos, vocabulario, requisitos, elementos del sistema de calidad, calidad en diseño, fabricación, inspección instalación, venta, servicio post venta, directrices para la mejora del desempeño.

### **ISO 10000. Guías para implementar Sistemas de Gestión de Calidad/Reportes Técnicos.**

Guías para planes de calidad, para la gestión de proyectos, para la documentación de los SGC, para la gestión de efectos económicos de la calidad, para aplicación de técnicas estadísticas en las Normas ISO 9000. Aseguramiento de la medición.

### **ISO 14000. Sistemas de Gestión Ambiental de las Organizaciones.**

Principios ambientales, etiquetado ambiental, ciclo de vida del producto, programas de revisión ambiental, auditorías. La familia de normas ISO 9000 constituye un conjunto de normas con amplio reconocimiento y aceptación internacional, elaboradas para ayudar a las organización de todo tipo y tamaño en la implementación y mantenimiento de sistemas de gestión de la calidad eficaces como se muestra en la Tabla 2.

Así las organizaciones productoras de bienes comenzaron a implantar sistemas de aseguramiento de la calidad, y en los años noventa fueron las organizaciones de servicios quienes adoptaron los sistemas como herramientas útiles para la gestión de la calidad. La implementación de las normas ISO 9000 en los servicios educativos refieren que la gestión de los procesos tienen que satisfacer a las partes interesadas: estudiantes, padres, accionistas, directivos, jefes, técnicos, docentes, administrativos, proveedores, clientes, responsables, políticos; es decir, todo aquel que exija resultado dentro del sistema educativo (Hernández *et al.*, 2013).

La Norma ISO 9001, en cuanto fue publicada por primera vez en el año 1987 cientos de miles de organizaciones en todo el mundo diseñan sus propios

sistemas tomando como referente el modelo de sistema de gestión de la calidad que en ella se propone. Así, las organizaciones productoras de bienes comenzaron a implantar sistemas de aseguramiento de la calidad.

También existen normas de Apoyo:

- Directrices para la documentación de SGC “ISO 10013”
- Directrices para elaborar planes de calidad “ISO 10005”
- Directrices para la formación de personal “ISO 10015”
- Directrices para procesos de medición y equipos de medición “ISO10012”
- Directrices para la gestión de la calidad de proyectos “ISO 10006”

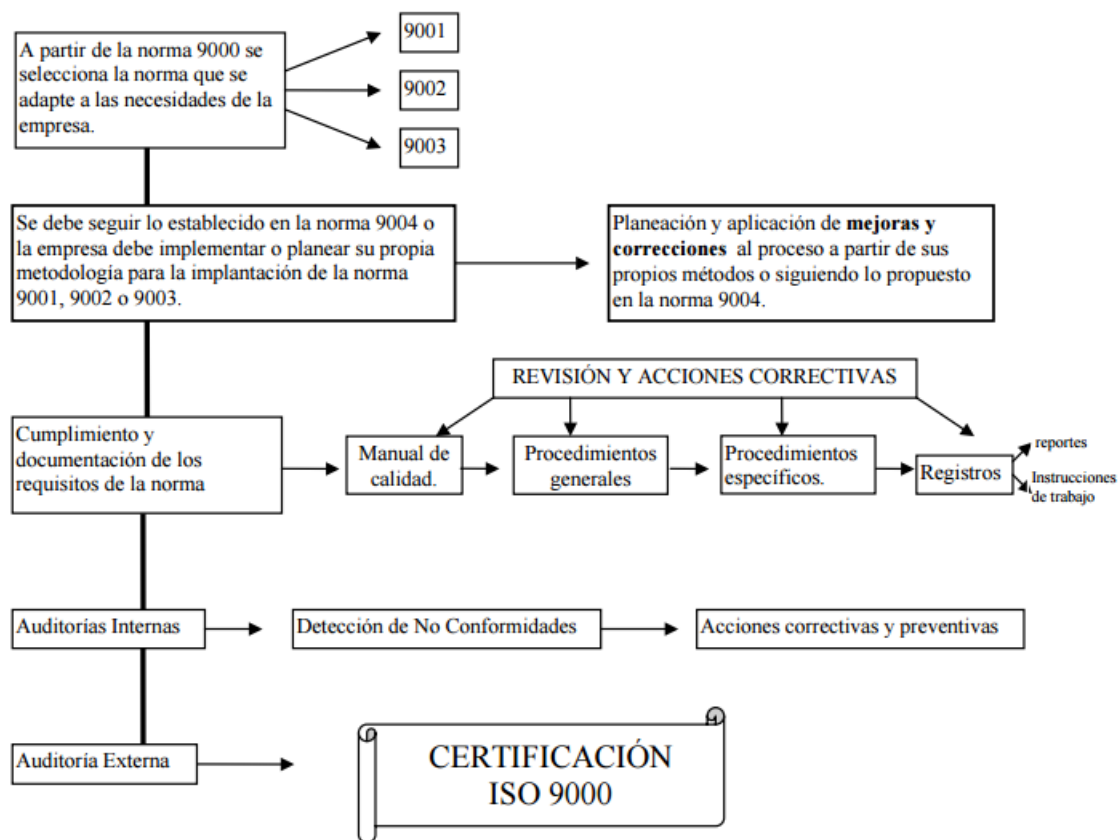
**Tabla 2. Familia de Normas ISO 9000**

Familia de normas ISO 9000					
ISO 9000	ISO 9001	ISO 9002	ISO 9003	ISO 9004	ISO 19011
Sistemas de gestión de la calidad	Sistemas de gestión de la calidad	Sistemas de gestión de la calidad	Sistemas de gestión de la calidad	Sistemas de gestión de la calidad	Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental
Fundamentos y vocabulario	Requisitos	Requisitos	Requisitos	Gestión para el éxito sostenido de una organización. Enfoque de gestión de la calidad	Guía relativa a las auditorías de sistemas de gestión de la calidad y de gestión ambiental
Describe los principios y fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad y especifica la terminología utilizada	Especifica los requisitos de un modelo de sistema de gestión de la calidad aplicables a la organización	Especifica los requisitos que debe cumplir un modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción, instalación y servicio.	Especifica los requisitos que debe cumplir un modelo para el aseguramiento de la calidad en inspección y pruebas finales del producto.	Proporciona orientación para la mejora de la eficacia y eficiencia del sistema y de la organización	Guía relativa a las auditorías de sistemas de gestión de la calidad y de gestión ambiental
No certificable	Certificable	Certificable	Certificable	No certificable	No certificable

Fuente: (ISO, 2015)



La figura 9 muestra una serie de pasos para obtener la certificación del ISO 9000 (Baeza y Mertens, 1999).



**Figura 9. Pasos para obtener la Certificación de ISO 9000**

Fuente: (Baeza y Mertens, 1999).

Las organizaciones educativas no fueron ajenas a los buenos resultados obtenidos en otros sectores y optaron por trasladar la experiencia a sus centros, esperando que les ayudara a sobrevivir en un mercado cada vez más competitivo. Los resultados fueron notables, la implantación de sistemas de gestión de la calidad les permitió aumentar la satisfacción de sus clientes—estudiantes, padres, tutores, administración educativa, empresas, sociedad, etc. y mejorar tanto la gestión como los servicios educativos que ofrecían (Wouter, 2008).

## **2.9 Norma ISO 9001:200 aplicada a la Educación.**

IWA 2 es un acuerdo Internacional derivado de un taller titulado “International Workshop Agreement” instrumento reciente creado por directivas de ISO para acelerar la aprobación de documentos guía para sectores específicos, ya que el proceso de emisión de una norma ISO puede llevar de 4 a 5 años, en tanto que en 2 años máximo se puede alcanzar la publicación de una guía sectorial. Por lo que IWA 2 busca dar una referencia de carácter mundial mediante un proceso abreviado (IWA, 2006).

En octubre del 2001 en Birmingham, Inglaterra, el Comité Técnico 176 de ISO se organizó un foro en donde la delegación mexicana propuso la idea de desarrollar una guía para el sector educativo. Tal idea recibió el respaldo de un gran número de países. Se desarrolló un documento base que fue traducido al inglés, uno de los idiomas oficiales de ISO. El 6 de junio del 2002 el Comité Técnico Directivo de la ISO aprobó la iniciativa presentada por DGN México para organizar el 2° Taller de Acuerdo Internacional para elaborar la guía para la aplicación de la norma ISO 9001:200 en educación; la Guía ISO/IWA 2:2003 fue publicada en México como la norma mexicana NMX-CC-023-IMNC-2004 (PMETYC, 2006).

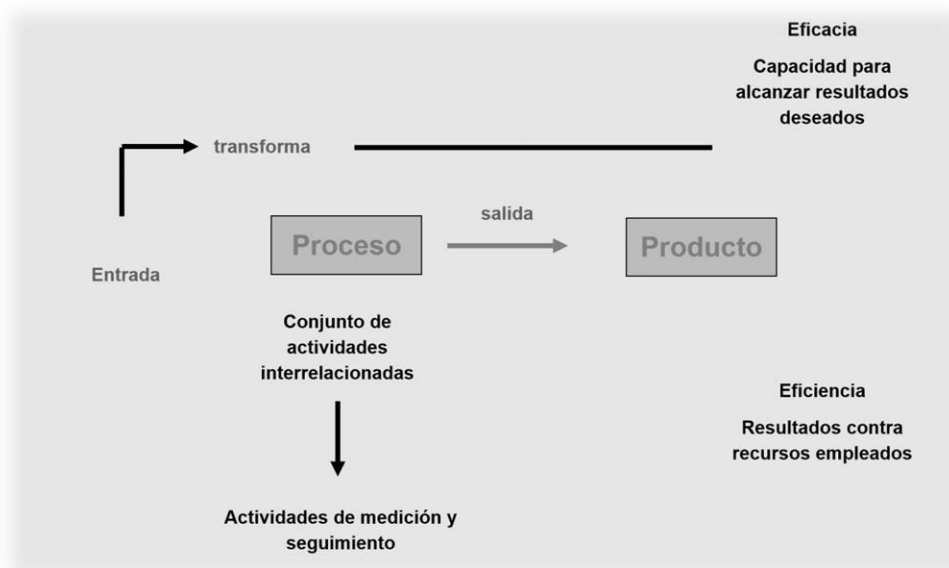
LA Dirección General de Normas (DGN, 2008) a través de la Secretaría de Economía en el año 2011, por conducto de la Dirección General de Normas, con fundamento en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se elaboró aprobó y publicó bajo la responsabilidad del Organismo Nacional de Normalización denominado IMNC la norma “Sistemas de Gestión de la Calidad Directrices para la aplicación de la norma NMX-CC-9001-IMNC-2000 en la Educación”, con clave IWA 2:2007 “NMX-CC-023-IMNC-2008” que sustituye a la “NMX-CC-023-IMNC-2004”. Esta norma Mexicana proporciona disposición para la implementación de un sistema de gestión de calidad en organizaciones educativas, que ayude a ofrecer en forma consistente un servicio educativo que satisfaga los requisitos de los educandos y de las partes interesadas, basada en la norma NMX-CC-9001-IMNC-2000.

La orientación para la gestión proporcionada por IWA 2 y la norma NMX-CC-9001-IMNC-2000, conduce a las organizaciones a la mejora del desempeño, está basada en los 8 principios de gestión de la calidad y 4 principios adicionales para el sostenimiento del éxito Tufiño y Luviano (2009):

1. Enfoque de procesos
2. La optimización en toda la organización
3. Entendimiento de las competencias medulares (enfoque al cliente)
4. Liderazgo visionario
5. Enfoque basado en hechos (toma de decisiones basada en hechos)
6. Colaboración con asociados
7. Involucramiento de personas
8. Mejora continua

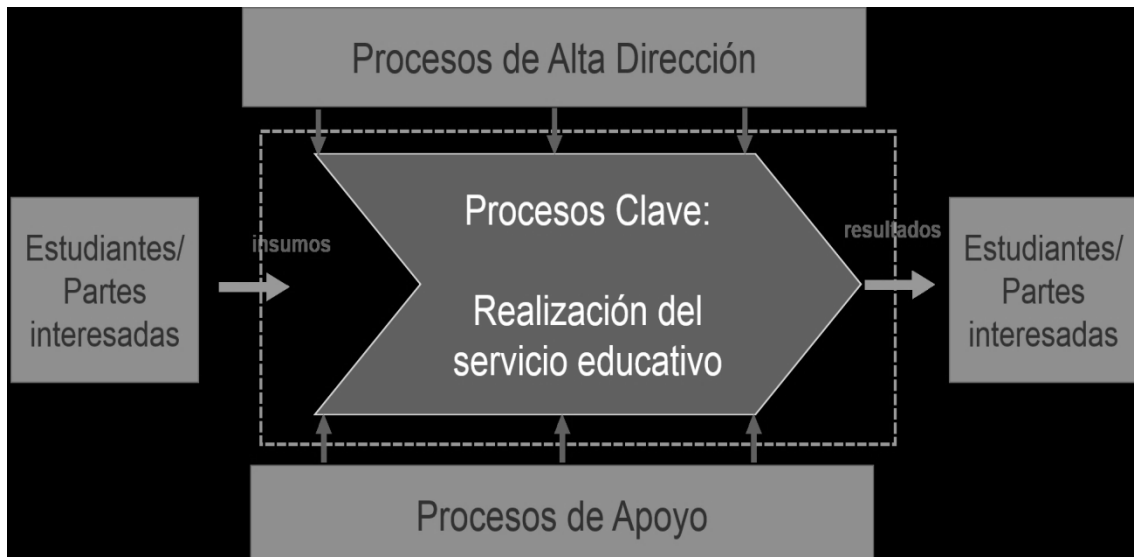
Y los cuatro principios adicionales son:

1. Creación de valor para el educando
2. Enfoque al valor social
3. Agilidad
4. Autonomía



**Figura 10. Enfoque basado en procesos.**

Fuente: Modificado del original de Tufiño y Luviano (2009).



**Figura 11. Tipos de procesos.**

Fuente: Tufiño y Luviano (2009)

- Procesos de alta dirección. Incluyen planeación estratégica y presupuesto, gestión y asignación de recursos, revisión directiva, gestión institucional, etc.
- Procesos clave. Incluyen procesos de enseñanza y aprendizaje, evaluación del estudiante, titulación, diseño y actualización de planes y programas, inscripción, etc.
- Procesos de apoyo. Incluyen capacitación, mantenimiento, compras, etc.

## **2.10 Norma de Educación UNE-EN ISO 9001:2000.**

La versión de la norma, UNE-EN ISO 9001:2008, permite a las organizaciones educativas diseñar un sistema de gestión de la calidad a la medida de sus necesidades, que les facilita la gestión de la calidad, la optimización de sus procesos y la mejora de sus resultados.

### **3. ASPECTOS DE LA CALIDAD EDUCATIVA EN EL NIVEL SUPERIOR EN MÉXICO**

#### **3.1 Introducción**

La Secretaría de Educación Pública (SEP) institución encargada de administrar los distintos niveles educativos del país desde 1921, tiene como propósito esencial crear condiciones que permitan asegurar el acceso de todas las mexicanas y mexicanos a una educación de calidad, en el nivel y modalidad que la requieran, ya que cuenta con un sistema educativo amplio, articulado y diversificado, que constituye el eje básico del desarrollo cultural, científico, tecnológico, económico y social de la Nación (SEP, 2014).

En México existen diferentes niveles de educación. La educación básica (conformada por preescolar, primaria y secundaria); la educación media superior (conformada por preparatoria abierta y a distancia, bachillerato técnico, técnico bachiller y profesional técnico); la educación superior (técnico superior universitario, licenciatura) y posgrado (Maestrías y Doctorados) en todo el territorio nacional mexicano. La trayectoria de la educación superior en los años recientes está marcada por un crecimiento cada vez más vigoroso de la matrícula, de 29 mil 892 alumnos inscritos en 39 instituciones de educación superior en 1950, en el ciclo 2013-2014 más de 3 millones 400 mil estudiantes realizan sus estudios en más de 3 mil instituciones públicas y particulares distribuidas en todo el territorio nacional; es decir, el sistema de educación superior mexicano creció casi 120 veces, mientras que la población sólo se cuadruplicó en el mismo periodo (SEP, 2015).

Las exigencias que plantea la nueva configuración social han conducido a que se intensifique el interés por la calidad y la evaluación, tanto en política

internacional como nacional, en educación superior. Con respecto a la primera, la influencia de organismos internacionales ha sido decisiva, principalmente de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO); de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); de la Organización de los Estados Iberoamericanos (OEI); así como de organismos financieros, entre los que destacan la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE); el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial (BM) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Aun cuando predominan concepciones distintas entre estos dos grandes grupos de organismos internacionales (sociocultural en unos y financiero en los otros), se advierten similitudes y significativas coincidencias que ponen el acento en que las reformas para realizar cambios en la educación superior han de dar prioridad a la calidad, la evaluación y la acreditación de acuerdo a estándares internacionales (Hernández y Alma, 2006).

La calidad de la educación superior ha estado en el centro del debate nacional e internacional. Por ella se entiende la eficiencia en los procesos, la eficacia en los resultados y la congruencia y relevancia de estos procesos y resultados con las expectativas y demandas sociales. Es un ideal que se constituye en un punto de reflexión y búsqueda permanentes para las instituciones de educación superior en la docencia, la investigación y la difusión (ANUIES, 2008).

El binomio calidad-pertinencia se habrá de expresar en función de la formación superior, es decir los planes y programas educativos deberán considerar las nuevas necesidades que plantean el mundo del trabajo y los perfiles profesionales requeridos; la investigación científica, social, humanística y tecnológica que es indispensable fortalecer, diversificar y coordinar la producción de nuevo conocimiento en un número creciente de instituciones, de tipo Universitario o tecnológico; y la extensión, difusión y vinculación, es decir si la sociedad encuentra en la educación superior un espacio público confiable, las instituciones de educación superior estarán cumpliendo una de sus responsabilidades sociales fundamentales (ANUIES, 2004).

Rubio (2007) destaca que uno de los grandes desafíos que enfrenta la educación superior en México, es alcanzar la calidad de la misma. La evaluación y la acreditación de la educación superior adquieren una importancia estratégica, en el logro de tal objetivo. Un acuerdo existe cada vez mayor en el sentido de que la evaluación y la acreditación son procesos que a escala mundial están coadyuvando de manera efectiva al mejoramiento de los sistemas nacionales de educación superior para que éstos puedan responder con mayor oportunidad y niveles crecientes de calidad a las demandas del desarrollo social y económico de las naciones. Los sistemas de evaluación y acreditación en la educación superior han sido adoptados en la mayoría de los países del mundo, por lo que forman parte en la agenda de gobiernos y conjunto de organismos e instancias especializadas.

Desde la perspectiva de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) la consolidación de un sistema nacional de evaluación y acreditación permitiría el logro de tres objetivos: contribuir al mejoramiento y aseguramiento de la calidad de los programas y servicios que ofrecen las universidades, reconociendo y promoviendo la diversidad institucional; garantizar a los usuarios de los servicios educativos que los programas académicos acreditados cumplen con los requisitos de calidad y cuentan con la infraestructura y con los mecanismos e instrumentos idóneos para asegurar la realización de sus proyectos, y establecer canales de comunicación e interacción entre los diversos sectores de la sociedad civil en busca de una educación de mayor calidad y pertinencia (Mendoza Rojas, 2003).

Rubio (2007) explica que, el sistema de educación superior presenta algunos problemas que afectan la calidad de ese nivel educativo. El Programa Nacional de Educación 2001-2006, elaborado por la SEP, presenta un diagnóstico de la problemática de cada nivel educativo y es, al mismo tiempo, la guía que orienta el trabajo para superar los obstáculos. En lo que se refiere a la educación superior señala algunos de éstos problemas:

- Rigidez en los programas educativos
- Baja eficiencia terminal
- Desempleo y subempleo de los egresados
- Falta de integración de las actividades de difusión con la docencia y la investigación.
- Insuficiente producción de conocimiento.
- Deficiente participación de la sociedad en el desarrollo de la educación superior.
- Consolidación insuficiente del sistema de evaluación y acreditación.
- Salarios insuficientes del personal académico y administrativo.

Por lo anterior, una de las opciones que empieza a ser considerada como la forma más apropiada de gobierno de las instituciones de educación superior es aquella en la que se incluye la gestión de la calidad, partiendo desde la operación de procesos tales como el cambio organizacional (reingeniería y destrucción creativa, entre otros), el financiamiento, la relación con el entorno hasta la evaluación (ANUIES, 2003).

Ahora bien, sobre la base de los problemas detectados, la Secretaría de Educación Pública generó el Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI), como una estrategia para apoyar a las instituciones de educación superior para que logaran mejores niveles de calidad en sus programas educativos y en los servicios que ofrecían. Mediante este programa las instituciones han recibido recursos adicionales en respuesta a las prioridades que derivan de un ejercicio de planeación estratégica participativa. Importante es resaltar que uno de los objetivos estratégicos del PIFI es el de “fomentar una gestión escolar e institucional que fortalezca la participación de los centros escolares en la toma de decisiones, corresponsabilice a los diferentes actores sociales y educativos, y promueva la seguridad de alumnos y profesores, la transparencia y la rendición de cuentas” (SEP, 2015).

A partir de su implementación en 2001, los procesos de evaluación y seguimiento del programa han sido un factor clave para la mejora de la calidad en



las instituciones de educación superior del país. Sus métodos de evaluación y seguimiento se enfocan en el impacto del fortalecimiento institucional sobre el proceso de planeación estratégica participativa y el fortalecimiento de las dependencias de educación superior desarrolladas dentro del marco de dicho programa (Hernández *et al.*, 2013).

El sector educativo nacional y particularmente en el nivel de educación superior, se han promovido procesos de cambio y modernización, algunos son a solicitud de las propias instituciones y otros sugeridos externamente, estas actividades son realizadas por grupos expertos vinculados con organismos evaluadores o acreditadores (Jiménez-Ríos, 2008).

### **3.2 Procesos de Autoevaluación, Evaluación y acreditación para la Calidad Educativa en México.**

El primer paso hacia la calidad indudablemente es la autoevaluación institucional Gento y Montes (2010) en concordancia con Brenan (1998) señalan que los procesos de autoevaluación se llevan a cabo mediante un proceso descriptivo, administrativo y académico. El proceso de autoevaluación es un proceso voluntario, participativo y reflexivo, se fundamenta en un modelo metodológico propuesto por la instancia que finalmente evalúa a la institución, cuya participación constituye el siguiente paso, que es el proceso de evaluación, en el cual los organismos evaluadores examinan factores como desarrollo curricular, estudiantes, docentes, producción y gestión académica, entre otros.

Gento y Montes (2010) considera que acreditación, autoevaluación y evaluación de la calidad universitaria están de tal modo relacionadas en sus propósitos y procedimientos, que no es posible considerarlas separadamente.

La autoevaluación se plantea como un proceso en donde los integrantes de un programa exponen juicios de valor sobre la organización, el desarrollo de los

procesos y los resultados de enseñanza, investigación y gestión en relación con los objetivos del programa evaluado; de qué manera se deben capitalizar sus fortalezas o de qué modo hay que afrontar las situaciones contrarias, es decir sus debilidades (COMEAA, 2012).

De acuerdo con Vargas *et al.* (2000) uno de los propósitos de la autoevaluación es crear una cultura de evaluación que brinde a la institución la capacidad de mirarse a sí misma y propicie una conciencia autocrítica y productiva. En la autoevaluación como modalidad de evaluación, los actores participan directamente con los sujetos de evaluación y emiten un juicio de valor de la institución de sí misma sobre sus capacidades, logros obtenidos, deficiencias, etc., que comparados con normas, objetivos y metas que deberían cumplirse en un tiempo determinado, facilita tomar decisiones y orientar acciones futuras.

En el año de 1978 apareció la Ley para la Coordinación de la Educación superior, publicada en el Diario Oficial de la Federación, que estableció la obligación de fomentar la evaluación del desarrollo de la educación superior con la participación de las instituciones; de estas, han surgido distintos mecanismos oficiales y no oficiales de evaluación de la educación en el Sistema educativo nacional en especial en el nivel superior (LCES, 1978).

La evaluación definida por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) y por la Comisión Nacional para la Evaluación de la Educación Superior (CONAEVA) es un proceso continuo, integral y participativo que permite identificar, analizar y explicar una problemática, mediante información relevante. Como resultado proporciona juicios de valor para la toma de decisiones (ANUIES, 2008).

Pérez (2000) define a la evaluación como un proceso sistemático, diseñado intencionalmente para la recopilación de información rigurosa, con la finalidad de valorar la calidad y logros de un programa como referente para la toma de decisiones tanto del programa como del personal implicado.

La acreditación para Van Vugh (1993) es un proceso en el cual un grupo externo juzga el nivel de calidad de uno o más programas específicos de una institución de educación superior, mediante el uso de estándares preestablecidos. A su vez, García-Cué *et al.* (2015) definen el proceso de acreditación como “el procedimiento mediante el cual se decide si una institución o programa tiene la suficiente calidad para ser acreditada de acuerdo a criterios mínimos establecidos”.

Pires y Lemaitre (2008) afirman que la acreditación y las políticas de aseguramiento de la calidad generan información que permiten a estudiantes, empleadores, instituciones y gobierno tomar mejores decisiones. Así mismo, permiten crear puntos de comparación entre instituciones en cuanto a desempeño.

La evaluación y la acreditación son medios para promover el mejoramiento de la educación superior. La acreditación a través de sus diversas modalidades, parece ser en la actualidad uno de los mecanismos más adecuados de evaluación, supervisión y control social, para garantizar la calidad universitaria (Cogorno-Mosqueda, 2015).

### **3.3 Organismos evaluadores de la calidad en la educación en México.**

La evaluación y la acreditación de los programas académicos en México surgieron como una parte de las estrategias gubernamentales para el mejoramiento de la calidad del sistema de educación superior (Rubio 2007).

Acosta Ochoa (2014) comenta que en México se tienen diversos organismos evaluadores especializados en las distintas disciplinas, son dos las instancias que aglutinan estas tareas. Como primer instancia están los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) es un

organismo establecido en el año de 1991 como un programa no gubernamental, al que se le asignaron las funciones de evaluación diagnóstica de los programas educativos y las funciones institucionales, la acreditación de los programas y unidades académicas, la dictaminación de proyectos y la asesoría a las instituciones de educación superior. Los CIEES se organizan en nueve comités disciplinares, siete evalúan programas educativos (carreras) y dos evalúan funciones institucionales.

Los comités de programas son:

- Arquitectura, diseño y urbanismo
- Ciencias agropecuarias
- Artes, educación y humanidades
- Ciencias de la salud
- Ciencias naturales y exactas
- Ciencias sociales y administrativas
- Ingeniería y tecnología

Los comités de funciones institucionales son:

- Administración y gestión institucional
- Difusión, vinculación y extensión de la cultura

Cada uno de los nueve comités está integrado por académicos distinguidos que fungen como docentes, investigadores o altos funcionarios de las instituciones de educación superior (IES) del país. Cada comité funciona de manera colegiada y honorífica (sin pago) y es coordinado por un vocal ejecutivo. El organismo CIEES, en su conjunto, está dirigido por un coordinador general que es nombrado por la Asamblea General de Asociados (máximo órgano de gobierno). Los comités comparten información, revisan los marcos de referencia, complementan las evaluaciones de los programas o funciones y dictaminan los niveles que deben ser asignados a cada programa o función evaluada (CIEES, 2014).

Como segunda instancia el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES) creado en el año 2000 y que constituye el único organismo avalado por la SEP para otorgar la acreditación de los programas, o por decirlo de algún modo, funge como el “acreditador de los acreditadores” siendo estos acreditadores organizaciones con fin de acreditar programas de educación superior, profesional asociado y técnico superior universitario (COPAES, 2014).

Para Rubio (2007) el COPAES promueve la superación constante de los umbrales de calidad de los programas de educación superior, a través de procesos de acreditación eficaces y confiables cooperando con las autoridades educativas en su propósito de elevar y asegurar la calidad de la educación superior, dando seguimiento a los organismos que logren el reconocimiento del Consejo como se muestra en la tabla 3, e intervenir como mediador entre los organismos y las instituciones. Para el nivel del posgrado, desde 1992 se conformó un mecanismo para el reconocimiento de la calidad de los programas con orientación científica por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), y se conformó el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC). Como parte de las políticas establecidas, los apoyos para la formación de recursos humanos de alto nivel se canalizaron a aquellos programas que, a juicio de pares académicos evaluadores, satisficieran los criterios de calidad establecidos por este organismo (CONACYT, 2015).

Cada organismo acreditador instituye una metodología de evaluación, un marco de referencia, los indicadores y los parámetros para la acreditación. Aunque estos son propios de cada organismo evaluador, deben apegarse a las disposiciones de orden general que establece el COPAES. La existencia de áreas difíciles de integrar al esquema de acreditación, la heterogénea capacidad de respuesta de los sectores de educación superior ante la acreditación, por ejemplo, las áreas de las ciencias agrícolas y forestales, se utilizan metodologías de desarrollo organizacional, preparación en temas de gestión institucional en coordinación con la Asociación Mexicana de Educación Agrícola Superior (AMEAS, 2015).

**Tabla 3. Organismos acreditados por COPAES**

<b>Organismos Acreditados por COPAES</b>	
<b>ACCECISO</b>	Asociación para la Acreditación y Certificación en Ciencias Sociales, A.C.
<b>ANPADEH</b>	Acreditadora Nacional de Programas de Arquitectura y Disciplinas del Espacio Habitable, A.C.
<b>ANPROMAR</b>	Asociación Nacional de Profesionales del Mar, A.C.
<b>CACEB</b>	Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biología, A.C.
<b>CACECA</b>	Consejo de Acreditación en la Enseñanza de la Contaduría y Administración, A.C.
<b>CACEI</b>	Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C.
<b>CAESA</b>	Consejo para la Acreditación de la Educación Superior de las Artes A.C.
<b>CAPEF</b>	Consejo de Acreditación de Programas Educativos en Física, A.C.
<b>CEPPE</b>	Comité para la Evaluación de Programas de Pedagogía y Educación, A.C.
<b>CNEIP</b>	Consejo para la Acreditación de Programas Educativos en Humanidades, A.C.
<b>COAPEHUM</b>	Consejo para la Acreditación de Programas Educativos en Humanidades, A.C.
<b>COMACAF</b>	Consejo Mexicano para la Acreditación de la Enseñanza de la Cultura de la Actividad Física, A.C.
<b>COMACE</b>	Consejo Mexicano para la Acreditación de Enfermería, A.C.
<b>COMACEO</b>	Consejo Mexicano de Acreditación en Optometría, A.C.
<b>COMAEM</b>	Consejo Mexicano para la Acreditación de la Educación Médica, A.C.
<b>COMAPROD</b>	Consejo Mexicano para la Acreditación de Programas de Diseño, A.C.
<b>COMEAA</b>	Comité Mexicano de Acreditación de la Educación Agronómica, A.C.
<b>CONAC</b>	Consejo de Acreditación de la Comunicación, A.C.
<b>CONACE</b>	Consejo Nacional de Acreditación de la Ciencia Económica, A.C.
<b>CONAECQ</b>	Consejo Nacional de Enseñanza y del Ejercicio Profesional de las Ciencias Químicas, A.C.
<b>CONAED</b>	Consejo para la Acreditación de la Enseñanza del Derecho, A.C.
<b>CONAEDO</b>	Consejo Nacional de Educación Odontología, A.C.
<b>CONAET</b>	Consejo Nacional para la Calidad de la Educación Turística, A.C.
<b>CONAIC</b>	Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación, A.C.
<b>CONCAPREN</b>	Consejo Nacional para la Calidad de Programas Educativos en Nutriología, A.C.
<b>CONEVET</b>	Consejo Nacional de Educación de la Medicina Veterinaria y Zootecnia, A.C.
<b>CONFED</b>	Consejo Nacional para la Acreditación de la Educación Superior en Derecho, A.C.

Fuente: <http://www.copaes.org/>

### **3.4 Comité Mexicano de Acreditación de la Educación Agronómica A.C. (COMEAA).**

El Comité Mexicano de Acreditación de la Educación Agronómica A.C. (COMEAA) es un organismo con capacidad técnica, administrativa y cuyo objeto de trabajo es la evaluación con fines de acreditación de programas de licenciatura en las ciencias agrícolas. Por ello, el COMEAA, reúne medidas básicas para la acreditación de programas académicos considerando las políticas del COPAES, a partir del Marco General para los Procesos de Acreditación de Programas Académicos del nivel superior 2012. Uno de los objetivos del COMEAA es dictaminar que un programa académico tiene calidad

(Acreditación). Otro objetivo es promover la cultura de la evaluación continua de los programas académicos en las ciencias agrícolas, dar certidumbre a los estudiantes, profesores, productores y a la sociedad en general sobre la calidad de los programas de Educación Agrícola mediante el proceso de Acreditación. Su misión brindar certeza de la calidad de los programas académicos de la Educación Agrícola Superior en México. Su visión transitar hacia la excelencia y competitividad en la formación de profesionales que influyan en el desarrollo de la sociedad mediante la equivalencia de criterios de carácter internacional (COMEAA, 2012).

COMEAA considera 12 categorías (Tabla 4) que integran el universo de criterios, estándares e indicadores de calidad que se emplean en el análisis y acreditación de los programas académicos, entendiéndose por criterios a los enunciados cualitativos esenciales que debe satisfacer plenamente un programa para acreditarse; por estándares se entiende que son los enunciados cualitativos y cuantitativos que permiten llevar a un mayor grado de precisión los criterios de calidad; los indicadores son enunciados descriptivos detallados tanto cualitativos como cuantitativos que constituyen evidencias concretas (Marco de referencia COMEAA, 2008).

**Tabla 4. Criterios de evaluación COMEAA.**

<b>I</b>	Normatividad y políticas generales
<b>II</b>	Conducción académico-administrativa del programa
<b>III</b>	Planeación – Evaluación
<b>IV</b>	Modelo educativo y plan de estudios
<b>V</b>	Alumnos
<b>VI</b>	Personal académico
<b>VII</b>	Servicios de apoyo a los estudiantes
<b>VIII</b>	Instalaciones, equipo y servicios
<b>IX</b>	Trascendencia del programa
<b>X</b>	Productividad académica en docencia
<b>XI</b>	Productividad académica en investigación
<b>XII</b>	Vinculación con los sectores de la sociedad

Fuente: COMEAA, 2008

### **3.4. Organismos Nacionales de Normalización en México.**

Los Organismos Nacionales de Normalización (ONN) son personas morales cuyo objetivo principal es la elaboración y expedición de normas mexicanas en las materias en que sean registrados por la Dirección General de Normas. Estos organismos deberán permitir la participación de todos los sectores interesados en los comités para la elaboración de normas mexicanas. De acuerdo con la SE (2014) los ONN que actualmente existen son 10:

1. Sociedad Mexicana de Normalización (NORMEX).
2. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC).
3. Asociación de Normalización y Certificación (ANCE).
4. Instituto Nacional de Normalización Textil (INNTEX).
5. Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE).
6. Normalización y Certificación Electrónica (NYCE).
7. Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus derivados (COFOCALEC).
8. Centro de Normalización y Certificación de Productos (CNCP).
9. Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero (CANACERO).
10. Organismo Nacional de Normalización de Productos Lácteos, A.C. (ONNPROLAC).

### **3.5 Normas Mexicanas**

En México, la Secretaría de Economía, a través de la Dirección General de Normas, es responsable de operar el Catálogo Mexicano de Normas, con base en el Art. 2 del reglamento Interior de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, de acuerdo con esta Ley, existen tres tipos de normas (SE, 2015):

- 1) Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

Regulación técnica que las dependencias federales pueden ejercer sobre materiales, productos, procesos, métodos, instalaciones, servicios, sistemas o



actividades relacionados con la seguridad, la salud y la protección al medio y al consumidor. Es de carácter obligatorio.

## 2) Normas Mexicanas (NMX).

Son elaboradas por un organismo nacional de normalización, o la SE. Establecen requisitos mínimos de calidad de los productos y servicios, con el objetivo de proteger y orientar a los consumidores.

## 3) Normas de Referencia (NRF).

Son elaboradas por las entidades de la administración pública para aplicarlas a los bienes o servicios que adquieren, arrienden o contratan, cuando las normas mexicanas o internacionales no cubran los requerimientos de las mismas o sus especificaciones resulten obsoletas o inaplicables. Dentro del catálogo de NMX se encuentran en la tabla 5.

**Tabla 5. Normas Mexicanas.**

Clave	Fecha	Descripción
NMX-CC-019-1997-IMNC	02/06/1998	ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD - DIRECTRICES PARA PLANES DE CALIDAD.
NMX-CC-023-IMNC-2008	13/06/2008	SISTEMAS DE GESTION DE LA CALIDAD-DIRECTRICES PARA LA APLICACION DE LA NORMA NMX-CC-9001-IMNC-2000 EN LA EDUCACION (CANCELA A LA NMX-CC-023-IMNC-2004).
NMX-CC-10001-IMNC-2012	18/06/2012	GESTION DE LA CALIDAD-SATISFACCION DEL CLIENTE-DIRECTRICES PARA LOS CODIGOS DE CONDUCTA DE LAS ORGANIZACIONES.
NMX-CC-10002-IMNC-2005	13/12/2005	GESTION DE LA CALIDAD-SATISFACCION DEL CLIENTE-DIRECTRICES PARA EL TRATAMIENTO DE LAS QUEJAS EN LAS ORGANIZACIONES.
NMX-CC-10003-IMNC-2012	18/06/2012	GESTION DE LA CALIDAD-SATISFACCION DEL CLIENTE-DIRECTRICES PARA LA RESOLUCION DE CONFLICTOS EXTERNOS A LAS ORGANIZACIONES.
NMX-CC-10006-IMNC-2005	13/12/2005	SISTEMAS DE GESTION DE LA CALIDAD-DIRECTRICES PARA LA GESTION DE LA CALIDAD EN LOS PROYECTOS.
NMX-CC-10012-IMNC-2004	27/07/2004	SISTEMAS DE GESTION DE LAS MEDICIONES-REQUISITOS PARA LOS PROCESOS DE MEDICION Y LOS EQUIPOS DE MEDICION (CANCELA A LA NMX-CC-017/1-1995-IMNC).
NMX-CC-10013-IMNC-2002	17/02/2003	DIRECTRICES PARA LA DOCUMENTACION DE SISTEMAS DE GESTION DE LA CALIDAD (CANCELA A LA NMX-CC-018-1996-IMNC).
NMX-CC-10015-IMNC-2002	18/03/2003	GESTION DE LA CALIDAD-DIRECTRICES PARA LA FORMACION DEL PERSONAL.
NMX-CC-10019-IMNC-2008	07/04/2009	DIRECTRICES PARA LA SELECCION DE CONSULTORES DE SISTEMAS DE GESTION DE LA CALIDAD Y LA UTILIZACION DE SUS SERVICIOS.

Fuente: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/consulta.nmx>

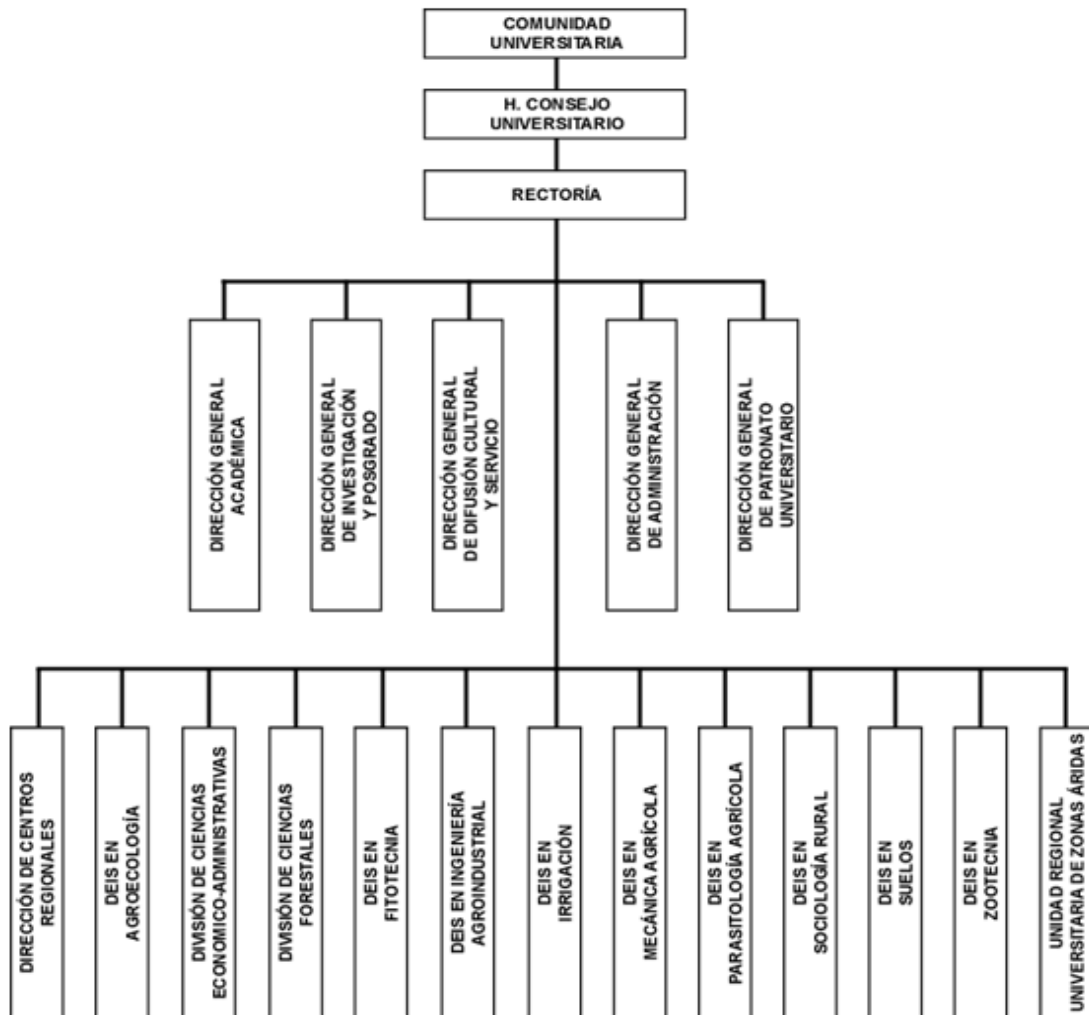
### **3.6. Antecedentes sobre calidad educativa de la Universidad Autónoma Chapingo.**

La Universidad Autónoma Chapingo (UACH), tiene su origen en la Escuela Nacional de Agricultura (ENA), fundada el 22 de febrero de 1854, en el Convento de San Jacinto, en la Ciudad de México. Posteriormente, la ENA se trasladó a la ex hacienda de Chapingo en el estado de México, para iniciar actividades el 20 de noviembre de 1923, donde la escuela adopta el lema "ENSEÑAR LA EXPLOTACIÓN DE LA TIERRA, NO LA DEL HOMBRE", mismo que se encuentra plasmado en su Acta de Inauguración en Chapingo. La disciplina militar que caracterizó a esta institución, inicia su desaparición en 1969 bajo un ambiente democrático, logrando en 1973 el establecimiento de la autodisciplina. La transformación de escuela a universidad culmina en 1978, con la formulación del Estatuto de la Universidad Autónoma Chapingo, el que a partir de entonces rige todas las actividades y planteamientos políticos, inherentes a la institución (UACH, 2013).

Desde su instauración, la UACH se ha expandido en cuanto a las diferentes orientaciones de la agronomía, tanto a nivel licenciatura como en posgrado, creándose las carreras de: Agroecología, Mecánica Agrícola, Estadística, Forestal Industrial, Forestal, Restauración Forestal, Administración de Empresas Agropecuarias, Comercio Internacional de Productos Agropecuarios, Economía Agrícola, Planeación y Manejo de los Recursos Naturales Renovables, Agrónomo Especialista en Zonas Tropicales, Sistemas Pecuarios y Sistemas Agrícolas de Zonas Áridas. Asimismo se han establecido las Maestrías Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, Desarrollo Rural Regional, Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua, Sociología Rural, Innovación Ganadera, Protección Vegetal, Ciencias Forestales, Horticultura, Biotecnología Agrícola, Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Procesos Educativos, Recursos Naturales y Medio Ambiente, Zonas Áridas, Estrategia Agroempresarial, y los Doctorados en Ciencias en Economía Agrícola, Ciencias Agrarias, Horticultura, Educación

Agrícola Superior, Problemas Económicos Agroindustriales, Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua (UACH, 2013).

La Universidad Autónoma Chapingo es un organismo descentralizado del Estado, con personalidad jurídica, patrimonio propio y sede de gobierno en Chapingo, Estado de México. La comunidad universitaria formada por profesores investigadores y alumnos de la misma, son la máxima autoridad y tiene como principal atribución la de conocer, discutir y tomar decisiones sobre los asuntos y problemas de la Universidad, a expresión de los académicos. De acuerdo con el Estatuto Universitario, la estructura de gobierno de la UACH está conformada como se muestra en la Figura 12.



**Figura 12: Organización Institucional.**

Fuente: Universidad Autónoma Chapingo <http://www.chapingo.mx/rectoria/?modulo=estructura>

Su misión, impartir educación de nivel medio superior y superior; desarrollar investigación científica y tecnológica ligada a la docencia; pugnar por transferir oportunamente al sector rural las innovaciones científicas y tecnológicas; y procurar una adecuada planificación de la agricultura y de los servicios que ésta requiere, así como formar profesionales, docentes, investigadores y técnicos altamente capacitados, con juicio crítico, nacionalista, democrático y humanístico. Su visión como institución mexicana pública pertinente, con liderazgo y reconocimiento nacional e internacional por: la alta calidad académica en la educación; los servicios y la transferencia de las innovaciones científicas y tecnológicas que realiza; la importancia y magnitud de sus contribuciones en investigación científica y tecnológica; su estructura, organización y programas académicos, son flexibles y permiten la actualización permanente y la educación para la vida. Impulsa la presencia positiva y el protagonismo de la Nación Mexicana en el ámbito mundial (UACH, 2015).

En congruencia con lo anterior, en el año 2001 se elabora de forma institucional y participativa el Plan de Desarrollo Universitario 2001-2025 para la UACH y es retomado por el H. Consejo Universitario para su análisis y dictamen correspondiente y para el año 2009 se aprueba el Plan de Desarrollo Institucional 2009-2015 (PDI) de la Universidad, dicho plan en correspondencia con los principios que definen su proyecto, resignificará su misión mediante la generación de condiciones que la mantengan como una institución de reconocida calidad (Manual General de Organización de la UACH, 2013).

En particular en la matriz programática del PDI, en el eje estratégico 8 se indica que se debe desarrollar un sistema institucional para la evaluación, autoevaluación, seguimiento y aseguramiento de la calidad educativa que, de acuerdo con los principios y criterios derivados del proyecto universitario, ofrezca transparencia permanente, respecto a la calidad y pertinencia del desarrollo y contribución de las funciones sustantivas a la sociedad en general y rural en lo particular (Plan de Desarrollo Institucional, 2009-2025).

Por tal motivo, la UACH ha trabajado con un total de cinco instancias y organismos para llevar a cabo evaluaciones diagnósticas de sus 22 programas educativos con los que actualmente cuenta. Cada uno de estos organismos corresponde al perfil de cada programa educativo (Tabla 6).

**Tabla 6. Organismos acreditadores de la UACH**

UNIDAD ACADÉMICA	LICENCIATURA	SITUACIÓN	ORGANISMO ACREDITADOR
<b>AGROECOLOGÍA</b>	Ingeniería en Agroecología.	Acreditado del 25 de octubre de 2010 al 24 de octubre 2015.	COMEAA
<b>DICIFO</b>	Ingeniero Forestal.	Reacreditado del 29 de noviembre 2013 al 28 de noviembre 2018.	COMEAA
	Ingeniero Forestal Industrial	Reacreditado del 29 de noviembre 2013 al 28 de noviembre 2018.	
	Ingeniería en Restauración Forestal.	Reacreditado del 29 de noviembre 2013 al 28 de noviembre 2018.	
	Licenciado en Estadística.	En proceso de revisión informe de Autoevaluación, dictamen pendiente.	
<b>DICEA</b>	Ingeniero Agrónomo Especialista en Economía Agrícola.	Acreditación vigente a febrero de 2016.	CONACE
	Licenciatura en Economía Agrícola.	Acreditación vigente a febrero de 2016.	
	Licenciatura en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios	Reacreditado del 9 de enero de 2012, al 9 de enero de 2017.	CACECA
	Licenciatura en Administración de Empresas Agropecuarias.	Reacreditado del 9 de enero de 2012, al 9 de enero de 2017.	
<b>FITOTECNIA</b>	Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia.	Reacreditado del 6 de octubre 2011 al 5 de octubre 2016.	COMEAA
	Agrónomo en Horticultura Protegida	Acreditado del 30 de septiembre de 2013 al 29 de septiembre de 2018.	
<b>AGROINDUSTRIAS</b>	Ingeniería Agroindustrial.	Reacreditado de 12 julio de 2013 al 11 julio de 2018.	COMEAA
<b>IRRIGACIÓN</b>	Ingeniero en Irrigación	Reacreditado de 12 de julio 2012 al 12 de julio de 2017.	CACEI
<b>MECÁNICA AGRÍCOLA</b>	Ingeniería Mecánica Agrícola.	Reacreditado del 11 de agosto de 2011 al 11 de agosto 2016.	CACEI
<b>PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA</b>	Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola.	Reacreditado del 12 de septiembre 2011 al 11 de septiembre de 2016.	COMEAA
<b>SOCIOLOGÍA RURAL</b>	Ingeniero Agrónomo Especialista en Sociología Rural.	Acreditado del 30 de julio de 2009 al 30 de julio de 2014.	ACCECISO
<b>SUELOS</b>	Ingeniero Agrónomo Especialista en Suelos.	Reacreditado del 31 de agosto de 2012 al 30 agosto de 2017.	COMEAA
	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables	Reacreditado del 31 de agosto de 2012 al 30 agosto de 2017.	COMEAA
<b>URUZA</b>	Ingeniero Agrónomo en Sistemas Agrícolas de Zonas Áridas.	Reacreditado del 14 de abril de 2013 al 14 de abril de 2018.	COMEAA
	Ingeniero Agrónomo en Sistemas Pecuarios de Zonas Áridas	Reacreditado del 14 de abril de 2013 al 14 de abril de 2018.	COMEAA
<b>CRUS</b>	Ingeniero Agrónomo Especialista en Zonas Tropicales.	Fuera del listado de los programas Acreditados a partir del 29 de septiembre de 2013.	COMEAA
<b>ZOOTECNIA</b>	Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia.	Reacreditado del 15 de Agosto de 2014 al 15 de Agosto de 2019	COMEAA

Fuente: <http://www.chapingo.mx/dga/planes/?link=pracr>

La institución actualmente cuenta con 22 programas de licenciatura que cumplen con los requerimientos para ser acreditados y ha sido política de la reciente administración contribuir para que cumplan con los estándares de calidad en beneficio de los estudiantes. Por tal motivo, se han llevado a cabo diversas actividades para que los programas educativos logren refrendo, en los casos en que la vigencia está por vencer (Planes y Programas de Estudio UACH, 2015).

En referencia a la Gráfica 1, de los 22 programas educativos, se tienen 19 programas acreditados, dos en proceso de acreditación y uno que la perdió (IAE en Zonas Tropicales).

### Acreditaciones de programas educativos



**Gráfica 1. Acreditaciones de programas educativos durante la Administración 2011-2015.**

Fuente: Tercer Informe de Labores de la UACH 2013.

La administración central brindó el apoyo necesario y recursos requeridos a los programas con vigencia en 2014 y que deben refrendar su acreditación. (Tercer Informe de Labores UACH , 2014).

Con respecto al Departamento de Fitotecnia, anteriormente denominada Perito Agrícola, el 15 de octubre de 1929 se plantea el primer proyecto de la especialidad de tal modo que el 5 de julio de 1930 se aprueba su existencia y en 1933 se establece para cursarla en siete años. El 22 de julio de 1971 la especialidad de Fitotecnia adquiere su autonomía, tanto administrativa como académica, ajustándose a las disposiciones del H. Consejo Directivo de la ENA, y es cuando se crea el H. Consejo Departamental y surge el Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio de Fitotecnia. Las Academias que

conforman la estructura académica de la especialidad de Fitotecnia son: Genética, Ecología, Fisiología Vegetal, Olericultura, Fruticultura, Floricultura, Cultivos Básicos, Agricultura Protegida, Semillas, Socioeconomía y Metodología de la Investigación (Fitotecnia, 2014).

En 1984 se pone en marcha un nuevo Plan de Estudios de Fitotecnia, continuando con la revisión y actualización del mismo. En 1990 se lleva a cabo el Primer Foro Académico y se implementan algunas modificaciones al plan de 1984. En 1995 la Comunidad del Departamento de Fitotecnia se traslada al nuevo edificio, lugar donde actualmente se encuentra. En 1996 se instala la red de cómputo, contando con 20 computadoras e iniciando el proceso para conectarse a INTERNET con el objetivo de proporcionar servicio a toda la comunidad de Fitotecnia (Informe Autoevaluación, 2011).

El 4 de octubre de 1999 se aprobó el plan de estudios vigente, con la implementación de estancias pre profesionales. Del 9 al 11 de abril de 2002, por mandato del H. Consejo Departamental, se llevó a cabo el Tercer Foro Académico 2002, en el cual se analizó el plan de estudio y sus mejoras académicas y en ese mismo año se aprobaron las estancias pre profesionales como obligatorias para los alumnos de octavo semestre (Fitotecnia, 2014).

El objetivo de este programa académico es realizar un proceso educativo que permita formar Ingenieros Agrónomos especialistas en Fitotecnia con los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para participar en las solución de los problemas científicos y tecnológicos que coadyuven a la optimización de los procesos de producción agrícola vegetal en beneficio de la sociedad (Informe Autoevaluación, 2011).

En este contexto, el proceso de acreditación de la carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia (IAEF) dio inicio en el mes de agosto del 2004. Este proceso concluyó en marzo de 2005. Como resultado se informó la acreditación del programa, dictamen emitido por COMEAA. En mayo de 2011 se solicitó desarrollar el proceso de reacreditación, para agosto del mismo año se realizó nuevamente el examen de autoevaluación y en octubre de 2011 le fue

otorgado el refrendo hasta el 16 de octubre de 2016. Para el refrendo de la acreditación, durante los últimos meses se ha vuelto a llevar a cabo un programa de actividades intensivo similar al establecido durante 2004-2005, del cual se ha concluido en una autoevaluación así como en un nuevo del Plan de Mejora Continua (Fitotecnia, 2014).

### 3.7. Estado actual de los procesos de Autoevaluación Fitotecnia (acreditación).

En la actualidad el programa educativo IAEF ha mantenido su certificación con vigencia hasta octubre del año 2016, a través del Comité de Aseguramiento de la Calidad (CAC) (Figura 13) que tiene entre otros objetivos “llevar a cabo el seguimiento de la acreditación del programa académico de la carrera de IAEF”, el cual se encargó en una primera acción, integrar diferentes comisiones con objeto de discutir los elementos necesarios de los ejes rectores requeridos en el marco de referencia del COMEAA (Autoevaluación, 2011).

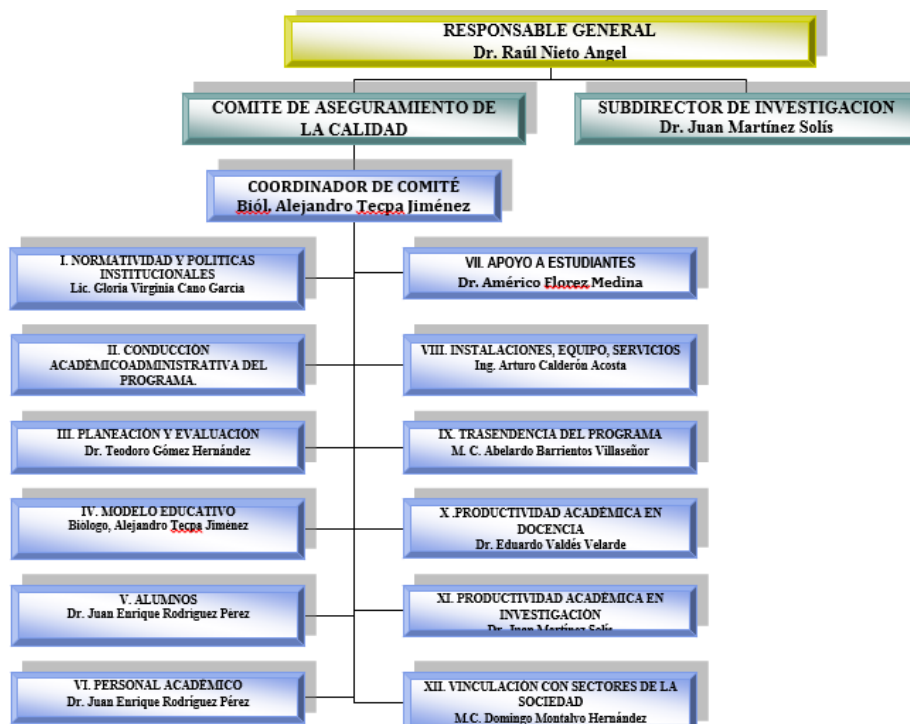


Figura 13. Estructura organizativa del comité de autoevaluación

Fuente: Informe de Autoevaluación 2011.



Este marco de referencia sirve de base para la planeación prospectiva, en apoyo al desarrollo de una estrategia para la mejora de la calidad de los programas académicos e instituciones de educación agrícola superior para alcanzar el reconocimiento de calidad (COMEAA, 2008).

El proceso de autoevaluación anual que lleva acabo el Comité de Aseguramiento de la Calidad de la Unidad Académica de Fitotecnia, para este caso, la metodología que actualmente sigue el Comité de Aseguramiento de la Calidad es en primer instancia identificar y reunir toda la información sustantiva existente sobre las diversas áreas que son objeto de evaluación en este caso la subdirección Académica, subdirección de Investigación, subdirección de Extensión y Servicio, de acuerdo a las categorías, criterios, estándares e indicadores, los propósitos internos y el perfil de egreso que demanda COMEAA. Al respecto, cabe mencionar que sólo se selecciona aquella información que resulta más relevante para emitir un juicio fundado acerca de los objetivos de estudio.

## 4. BASES DE DATOS Y DATA WAREHOUSE

### Introducción

Camps *et al.* (2005) explican que desde su nacimiento, la informática se ha encargado de proporcionar herramientas que faciliten la gestión de los datos. Antes de la aparición de las aplicaciones informáticas, las organizaciones tenían como únicas herramientas de gestión de datos el proceso manual, el tiempo requerido para manipular estos datos era enorme. En la actualidad podemos hablar del concepto “bases de datos” que se puede ver de forma histórica como se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7. Cuadro histórico de las bases de datos.**

Lotes (batch)	Las aplicaciones informáticas se ejecutaban totalmente por lotes, estaban pensadas para una sola tarea relacionada con pocas entidades tipo.
Fichero maestro sobre cinta magnética	Cada programa trataba como máximo un fichero maestro sobre cinta magnética. Cada vez que se añadía una aplicación que requería el uso de algunos datos existentes y de otros nuevos, se diseñaba un fichero nuevo, este hecho provocaba redundancia
Líneas de comunicación y discos.	Se escribieron programas que permitían a varios usuarios consultar los mismos ficheros de forma simultánea. A medida que se integraban las aplicaciones, se tuvieron que interrelacionar el conjunto de ficheros para eliminar redundancia, debían estar ahora en un solo lugar.
Índices, multilistas	La utilización eficiente de las interrelaciones exigían estructuras físicas que diesen un acceso rápido, por ejemplo los índices, las multilistas, las técnicas de hashing, etc.
Data Bases.	Los conjuntos de ficheros interrelacionados, con estructuras complejas y compartidos por varios procesos de forma simultánea, recibieron al principio el nombre de Data Banks y después a inicios de los años setenta el de Data Bases (Bases de Datos).

**Fuente: Camps *et al.* (2005)**

Piñeiro-Gómez (2014) considera que en la actualidad existe la posibilidad de contar con una fuente única y consolidada de datos capaz de satisfacer las

necesidades de los usuarios, esta fuente de información refiere el nombre de Base de Datos. Una Base de Datos es una colección organizada de datos interrelacionados. Por lo regular, los datos incluidos en una base de datos son los requeridos en las organizaciones para el desempeño de sus funciones.

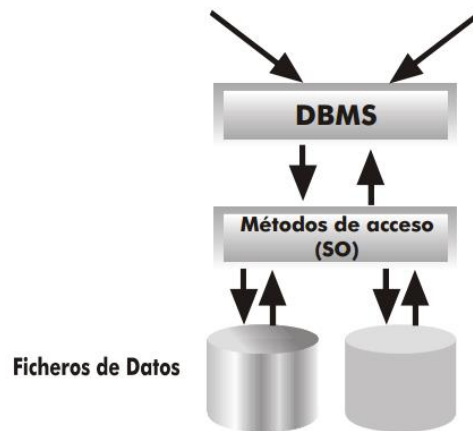
Una base de datos también se puede definir como una colección o depósito de datos integrados con redundancia controlada y con una estructura que refleje las interrelaciones y restricciones existentes en el mundo real. Los procedimientos de actualización y recuperación, comunes y bien determinados, habrán de ser capaces de conservar la seguridad (integridad, confidencialidad y disponibilidad) del conjunto de los datos (Piatini *et al.* 2006).

En este contexto, un Sistema Gestor de Bases de Datos o DBMS siglas procedentes del inglés Data Base Management System es una colección de programas que facilitan la labor de gestionar la base de datos en su conjunto. En general, como lo mencionan Oltra *et al.* (2006) el DBMS es el que se encarga de gestionar el correcto funcionamiento interno de la base de datos, además de facilitar a los usuarios la creación, el mantenimiento e incluso en ocasiones el diseño de dicha base de datos.

Reinosa *et al.* (2012) mencionan que el gestionar los datos requiere del conocimiento y uso que se le quiere dar a la información para definir la estructura de almacenamiento y proveer los mecanismos para su manipulación, por lo que consideran tres tipos de instrucciones primordiales para comunicarse con la base de datos:

1. El lenguaje de definición de datos (LDD) es el conjunto de órdenes que permite definir la estructura de una base de datos, utilizado para crear las tablas y las restricciones.
2. El lenguaje de manipulación de datos (LMD) son instrucciones contenidas en las aplicaciones, es utilizado para ingresar un nuevo elemento a una tabla o para eliminarlo si existe.
3. El lenguaje de control de datos son órdenes que se utilizan para implementar la seguridad en la base de datos, por ejemplo privilegios para

cada usuario con respecto a los distintos objetos, los cuales pueden ser el insertar, modificar, eliminar, etc (Figura 14).



**Figura 14. Esquema de acceso a los datos de un DBMS.**

Fuente: Reinosa *et al.* (2002).

Camps-Paré *et al.* (2005) comenta que principalmente gracias a la estandarización del lenguaje SQL, los DBMS de marcas diferentes pueden darse servicio unos a otros y colaborar para dar servicio a un programa de aplicación. Normalmente cada compañía de base de datos trae su propio DBMS, en la categoría de sistemas de bases de datos libres o gratuitos podemos citar como los más importantes como se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8. Sistemas Manejadores de Bases de Datos libres.**

Nombre del DBMS	Descripción
PostgreSQL	Sistema de gestión de bases de datos relacional orientado a objetos, publicado bajo licencia BSD. Es dirigido por una comunidad de desarrolladores que trabajan de forma altruista, dicha comunidad es denominada PGDG (PostgreSQL Global Development Group).
MySQL (edición gratuita)	Sistema gestor de base de datos relacional, multithilo y multiusuario. MySQL AB desarrolla como software libre en un esquema de licenciamiento dual.
DB2	Es propiedad de IBM, bajo la cual se comercializa un sistema de gestión de base de datos. Es un motor de base de datos relacional que integra XML de manera nativa, permite almacenar documentos completos de tipo xml para realizar operaciones y búsquedas de manera jerárquica dentro de éste.

Fuente: Camps-Paré (2005).

Otras bases de datos requieren de pago de licencia para poder utilizarlas. Entre ella se tiene:

**Tabla 9. Sistemas Manejadores de Bases de Datos comerciales.**

Nombre del DBMS	Descripción
MySQL (comercial)	Para empresas que quieran incorporarlo en productos privativos pueden comprar a la empresa una licencia que les permita ese uso.
Microsoft SQL Server	Sistema manejador de bases de datos del modelo relacional, desarrollado por la empresa Microsoft. El lenguaje de desarrollo utilizado es Transact-SQL, una implementación del estándar ANSI del lenguaje SQL utilizado para manipular y recuperar datos DML, crear tablas y definir relaciones entre ellas (DDL).
Oracle Database	Sistema de gestión de bases de datos object-relational (Data Base Management System) Su dominio en el mercado de servidores empresariales ha sido total. Las últimas versiones de Oracle han sido certificadas para poder trabajar bajo GNU/Linux.

Fuente: Camps-Paré et al. (2002)

De todas estas bases de datos la que ha conseguido mayor uso es Oracle, desde 1979 ha sido líder indiscutible como base de datos para empresas de mediano y gran tamaño. Algunas empresas no utilizan el sistema Oracle por algunos motivos: por un lado es un sistema bastante pesado lo que requiere disponer de servidores grandes, por otro lado, Oracle es un sistema por el cual hay que pagar y muchos usuarios y pequeñas empresas prefieren de uso gratuito. Como alternativa a Oracle de costos más reducido y también muy efectiva, muchas empresas utilizan SQL Server, suelen usarlo empresas que tienen un volumen de información elevado, pero sin llegar a ser garrafal, SQL Server ha ido creciendo hasta dominar el sector de compañías medio de las bases de datos (Sierra, 2006).

#### **4.1. Etapas del diseño de bases de datos.**

Silberschatz *et al.* (2002).explican que el diseño de una base de datos consiste en definir la estructura de los datos que debe contener la misma. El diseño de una base de datos no es un proceso sencillo. La complejidad de la información

y la cantidad de requisitos de los sistemas informáticos hacen que sea complejo. Por lo tanto es conveniente dividir el proceso del diseño en las siguientes etapas:

### 1) Diseño conceptual.

En esta etapa no se tiene en cuenta que tipo de base de datos se utilizará, tampoco con qué DBMS ni con que lenguaje concreto se implementará. Se consigue una estructura de la información de la futura base de datos y como resultado esta etapa se expresa mediante algún modelo de datos de alto nivel; uno de los más empleados es el **modelo entidad-relación (ER)**, como se muestra en la figura 15 (Silberschatz *et al.*, 2002).

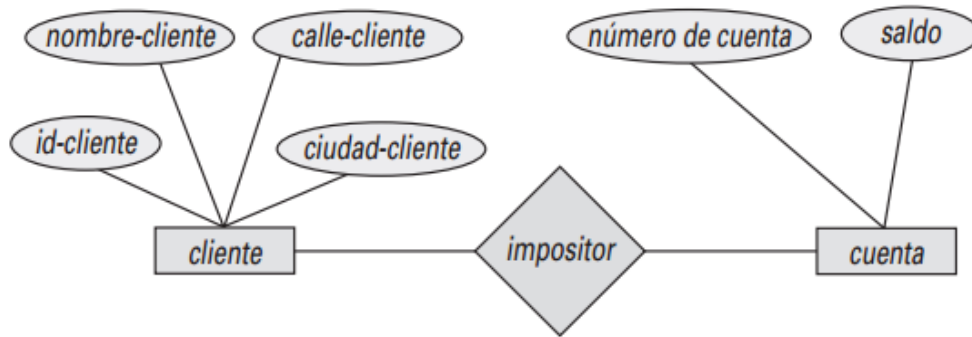


Figura 15. Modelo Entidad Relación.

Fuente: (Silberschatz *et al.*, 2002).

### 2) Diseño lógico.

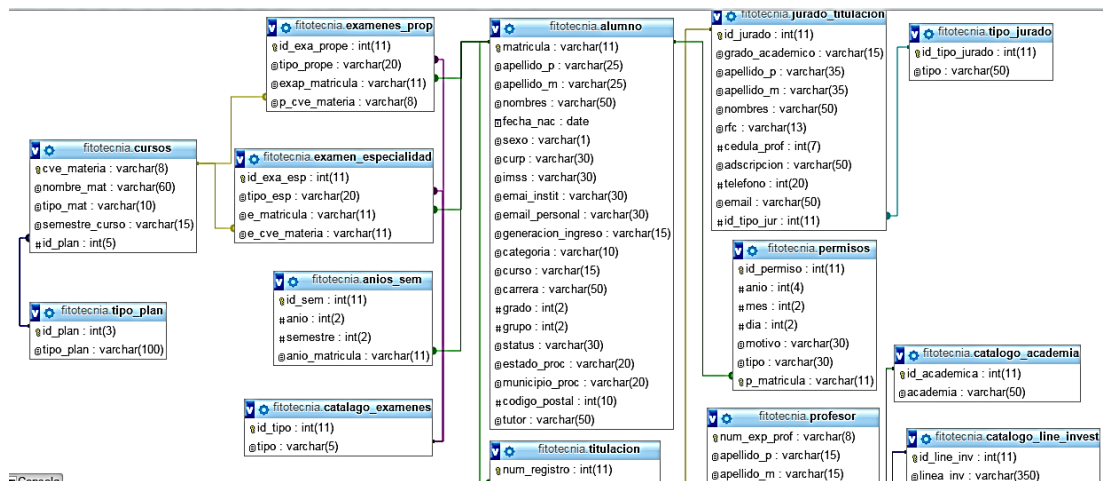


Figura 16. Modelo Lógico.

Fuente: Propia.

Se parte del resultado del diseño conceptual, para adaptarlo a la tecnología que se debe utilizar, es preciso que se ajuste al modelo del DBMS con el que se desea implementar la base de datos. En esta etapa nos concentramos en las cuestiones tecnológicas relacionadas con el modelo de base de datos. Un esquema lógico de una base de datos es la descripción de la estructura de la base de datos que puede procesar un DBS, figura 16.

### 3) Diseño físico.

En esta etapa se transforma la estructura obtenida en la etapa anterior, con el objetivo de conseguir una mayor eficiencia, además se completa con aspectos de implementación que dependerían del DBMS. El objetivo de la etapa del diseño físico es la de conseguir un buen rendimiento de la base de datos, teniendo en cuenta las características de los procesos que consultan y actualizan la base de datos, así como también considerar los volúmenes que se espera tener de los datos que se quieren almacenar (Piñeiro, 2014).

## 4.2. Modelo Relacional.

En el modelo relacional se manejan un grupo de tablas para representar los datos y las relaciones entre ellos. Cada tabla compuesta por columnas cada una identificada por un nombre único; y por filas o tuplas. El modelo relacional es un ejemplo de un modelo basado en registros, estos modelos se denominan así porque la base de datos se estructura en registros de formato fijo de varios tipos. El modelo de datos relacional es el modelo de datos más usado, se ha establecido actualmente como el principal modelo para las aplicaciones de procesamiento de datos (Silberschatz *et al.* 2002).

Coronel *et al.* (2011) explican que en 1985 Edgar F. Codd autor del Modelo Relacional publicó 12 reglas para definir un sistema de base de datos relacional que se ve en la tabla 10. Codd publicó estas reglas debido a la preocupación que

se tenía ya que muchas empresas que estaban vendiendo productos relacionales no satisfacían los mínimos estándares relacionales.

El modelo relacional soporta funciones de álgebra relacional: Select, Project, Join, Intersec, Unión, Difference, Product y Divide. Una base de datos relacional realiza mucho trabajo de manipulación de datos que hay tras el escenario. Un buen diseño empieza por identificar entidades apropiadas y sus atributos y luego las relaciones entre ellas (Kroenke, 2003).

**Tabla 10. Reglas para definir un sistema de base de datos relacional.**

No	Nombre de la Regla	Descripción
0	Regla cero	Para que un sistema se denomine Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacionales, este sistema debe usar exclusivamente sus capacidades relacionales para gestionar la base de datos.
1	Información	Toda la información de una base de datos relacional debe ser representada lógicamente en tablas.
2	Acceso garantizado	Todo valor en una tabla está garantizado para ser accesible recurriendo a una combinación de nombre de tabla, valor de llave primaria y nombre de columna.
3	Tratamiento sistemático de valores nulos	Los valores nulos deben ser representados y tratados de forma sistemática, independiente del tipo de datos.
4	Catálogo dinámico en línea basado en el modelo relacional	Los metadatos deben guardarse y manejarse como datos ordinarios, es decir en tablas dentro de la base de datos. De modo que los usuarios autorizados pueden aplicar el mismo lenguaje relacional a su consulta, igual que lo aplican a los datos normales.
5	Sublenguaje completo de datos	Una base de datos relacional puede soportar varios lenguajes, pero debe soportar un lenguaje bien definido y declarativo, con soporte para definición de datos, de vista, manipulación de datos, restricciones de integridad, autorización y administración de transacción.
6	Actualización de vista	Cualquier vista que sea teóricamente actualizable debe ser actualizable a través del sistema.
7	Inserción, actualización y eliminación de alto nivel	La base de datos debe soportar inserciones, actualizaciones y eliminaciones a nivel de conjunto.
8	Independencia física de los datos	Los programas de aplicación y dispositivos ad hoc no son afectados lógicamente cuando se cambien métodos de acceso físicos y estructuras de almacenamiento.
9	Independencia lógica de los datos	Los programas de aplicación y dispositivos ad hoc no son afectados lógicamente cuando se hacen cambios a las estructuras de una tabla que preserven los valores originales de tabla (cambiar orden de columnas o insertar filas)
10	Independencia de integridad.	Todas las restricciones de integridad específicas para una base de datos relacional particular deben ser definibles en el sublenguaje de datos relacional y almacenables en el catálogo, no en los programas de aplicación.
11	Independencia de distribución	Los usuarios finales y programas de aplicación no están enterados y no son afectados por la ubicación de datos (bases de datos distribuidas vs locales).
12	No subversión	Si el sistema soporta un acceso de bajo nivel a los datos, no debe haber forma de saltarse las reglas de integridad de la base de datos.

Fuente: (Coronel *et al.*, 2011).



## **Normalización de las bases de datos relacionales.**

Para un modelo relacional la normalización ayuda a evitar redundancias e incoherencias en los datos. Las formas normales corresponden a una teoría de normalización iniciada por el propio Codd y continuada por otros autores como Boyce y Fagin, las reglas para la forma normal son acumulativas. Es decir, para que una entidad cumpla las reglas de la segunda forma normal, debe cumplir las reglas de la primera forma normal (Sanchez, 2004).

Para Nevado (2010) básicamente, las reglas de Normalización están encaminadas a eliminar redundancias e inconsistencias de dependencia en el diseño de las tablas. Por lo que se consideran cinco pasos progresivos para normalizar:

### Primera Forma Normal (1FN):

Una entidad relacional satisface el requisito de la primera forma normal si cada instancia de la entidad contiene únicamente un valor, pero varios atributos repetitivos. Para lo cual se llevan a cabo los siguientes pasos:

1. Eliminar los grupos repetitivos de las tablas individuales
2. Crear una tabla separada por cada grupo de datos relacionados
3. Identificar cada grupo de datos relacionados con una clave primaria.

### Segunda Forma Normal (2FN):

Una entidad cumple la segunda forma normal si cada atributo que no está en la clave primaria proporciona un hecho que depende de la clave completa. Siguiendo los pasos:

1. Crear tablas separadas para aquellos grupos de datos que se aplican a varios registros.
2. Relacionar estas tablas mediante una clave externa.

### Tercer Forma Normal (3FN):

Una entidad cumple la tercera forma normal si cada atributo de clave no primaria proporciona un hecho independiente de otros atributos no de clave y que depende únicamente de la clave. Es decir, eliminar aquellos campos que no dependan de la clave.

### Cuarta Forma Normal (4FN):

Una entidad pertenece a la cuarta forma normal si ninguna instancia contiene dos o más hechos de varios valores independientes sobre una entidad. Esto equivale a decir que una relación en 4FN no puede tener ninguna dependencia de valores múltiples.

### Quinta Forma Normal (5FN):

A veces se aplica, pero es de hecho algo recóndito y en la mayoría de los casos no es necesario para obtener la mejor funcionalidad de nuestra estructura de datos o aplicación. Su principio sugiere que

1. La tabla original debe ser reconstruida desde las tablas resultantes en las cuales ha sido fraccionada.

Los beneficios de aplicar la 5FN aseguran que no se ha creado ninguna columna extraña en las tablas y que la estructura de éstas sea del tamaño justo que tiene que ser.

### 4.3 Data Warehouse

Las empresas en un mundo dinámico como el actual, disponen para la gestión de sus procesos de negocio, de sistemas transaccionales que manejen cantidades enormes de datos, organizados, y que a través de aplicaciones operacionales existentes puedan tener acceso rápido y sencillo a información. Dicha información debe estar estructurada y elaborada siguiendo parámetros de calidad, a fin de facilitar una adaptación pronta a las incertidumbres del mundo exterior (Rojas, 2009).

El Data Warehouse (DW) surge como una nueva tecnología para el manejo de la información construido para optimizar el uso y análisis de la misma, utilizado por las organizaciones para adaptarse a los vertiginosos cambios en los mercados. El DW es un sitio donde se almacena de manera íntegra toda la información resultante de las operaciones diarias de una organización. Esta información incluye movimientos que modifican el estado del negocio, además de datos estratégicos y tácticos con el objetivo de obtener información que puedan ser de gran ayuda a la toma de decisiones por parte del personal jerárquico de la organización (Méndez *et al.*, 2003).

Wang (2009) define un data warehouse como una herramienta de información que se basa en un cúmulo de información, tanto detallada como resumida, que proviene de datos que se encuentran en bases de datos operativas y de otras fuentes externas; así mismo mencionan a William Inmon como el primero en introducir el término Data Warehouse como “un almacén de información temática orientado a cubrir las necesidades de aplicaciones de los sistemas de Soporte de Decisiones, que permite acceder a la información corporativa para la gestión, control y apoyo a la toma de decisiones”.

Ponniah (2001) dice que un Data Warehouse es un entorno informativo que:

- Proporciona una visión integrada y total de la empresa.
- Hace información actual e histórica de la empresa fácilmente disponible para la toma de decisiones.

- Hace transacciones posibles de soporte a la toma de decisiones sin obstaculizar los sistemas operativos.
- Hace información coherente de la organización.
- Presenta una fuente flexible e interactiva de información estratégica.

Un data warehouse (DW) es una base de datos que almacena información para la toma de decisiones. Esta información está construida a partir de bases de datos transaccionales de la organización. El objetivo de los DWs es consolidar información proveniente de diferentes bases de datos operacionales y dejarla disponible para el análisis de datos de tipo gerencial (Ruiz-Torres, 2007).

Un data warehouse se plantea como una herramienta encaminada a ofrecer nuevas visiones de la información almacenada en las bases de datos operativas de una organización, que permite obtener información consolidada de fuentes heterogéneas y crear nuevas bases de datos permanentes no volátiles, que se mantenga en el tiempo y se ofrezca con mayor nivel de detalle (Nagabhushana, 2006).

En contraste, Data Marts, es una versión limitada de un Data Warehouse ya que sirve a las necesidades de información de un grupo o área específica de una organización. Incorpora las mismas funciones que un data warehouse, las dos tecnologías ayudan a incrementar la seguridad de los datos almacenados. Un data marts resulta menos costoso de construir, ya que requiere menos ingeniería, menos recursos de hardware y menos recursos para desarrollarlo y mantenerlo. Motivos suficientes para que muchos expertos recomienden empezar con un Data Marts como paso previo para implementar a la organización con esta tecnología y evitar un mayor riesgo de ejecución de un Data Warehouse (Gil Padilla y Berriel Martínez, 2000).

Por otra parte Kimball y Ross (2002) definen a un data warehouse como “una copia de los datos transaccionales estructurados específicamente para consultar y análisis”. Kimball también fue uno de los primeros personajes que incursionaron en la teoría de los data warehouses y fue quien inicialmente consideró a los data warehouses como un conjunto de Data Marts de una

entidad, enfoque conocido como Data Warehouse Bus, es decir para Kimball un data warehouse lo describe como un concepto virtual creado como un bus donde se conectan todos los Data Marts.

Inmhoff y Galemno (2003) mencionan que la metodología para la construcción de un data warehouse de Inmon, se basa en conceptos bien conocidos del diseño de bases de datos relacionales, la metodología para construir un sistema de este tipo, es la usual para desarrollar un sistema de información, Kimball por el contrario, su metodología se basa en un modelado dimensional (no normalizado); más adelante se presentaran con más detalle cada una de los enfoques de diseño de data warehouse que estos reconocidos autores proponen.

De acuerdo con Inmon (2005) existen cuatro características principales que describen un Data Warehouse:

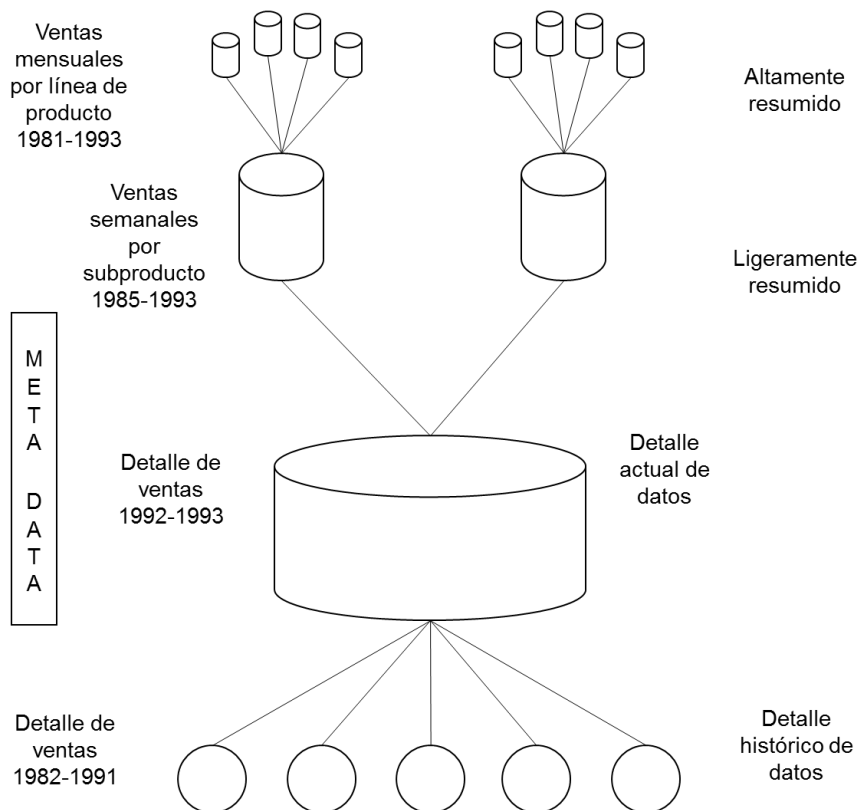
1. **Temático.** Los datos son organizados en áreas específicas de estudio, un data warehouse almacena información ordenada por temas como puede ser ventas, embarques, clientes y productos, entre otros.
2. **Integrado.** Cuando los datos se encuentran en aplicaciones apartadas en el ambiente operacional, la codificación de los datos a menudo es inconsistente. En un data warehouse la información proviene de diferentes fuentes y conforme es alimentado, las inconsistencias en los datos son eliminadas y se integran con un formato único.
3. **No volátil.** No hay actualización de datos sobre anteriores, una vez que entran al data warehouse, únicamente son cargados y se puede acceder a éstos. Se van acumulando datos de diferentes periodos de tiempo.
4. **Histórico.** Los datos almacenados permanecen más tiempo que en una base de datos operativa. El data warehouse representa un lugar para almacenar datos de 5 a 10 años de antigüedad, incluso más, para utilizarse en comparaciones, análisis de tendencias y pronósticos.

### 4.3.1. Estructura de un Data Warehouse.

El data warehouse tiene diferentes niveles de esquematización y detalle que delimitan el propio data warehouse. La estructura de un data warehouse se muestra en la figura 17.

Según Pacheco (2015) los componentes del data warehouse son:

- Detalle de datos actuales
- Detalle de datos antiguos
- Datos ligeramente resumidos
- Datos completamente resumidos
- Meta Data



**Figura 17. Estructura de un Data Warehouse.**

Fuente: Modificado del original Inmon (2005).

En el **detalle de datos actuales** radica el interés más importante, debido a que estos datos reflejan las ocurrencias recientes, son voluminosos ya que se almacenan al más bajo nivel de granularidad.

El **detalle de datos antiguos** es donde se almacenan de forma masiva, no es frecuentemente accesada, es consistente con los datos detallados actuales.

Los **datos ligeramente resumidos (data marts)** son compactos y fácilmente accesibles por lo general son indicadores que son usados con más frecuencia para el análisis gerencial.

Los **datos completamente resumidos** provienen desde un bajo nivel de detalle encontrado al nivel de detalle actual. Este nivel casi siempre se almacena en disco.

El **metadata** es el componente final del data warehouse, juega un rol especial es usada como un directorio para ayudar al analista a ubicar los contenidos del data warehouse, así mismo es una guía para el mapping de datos de cómo se transforma del ambiente operacional al data warehouse.

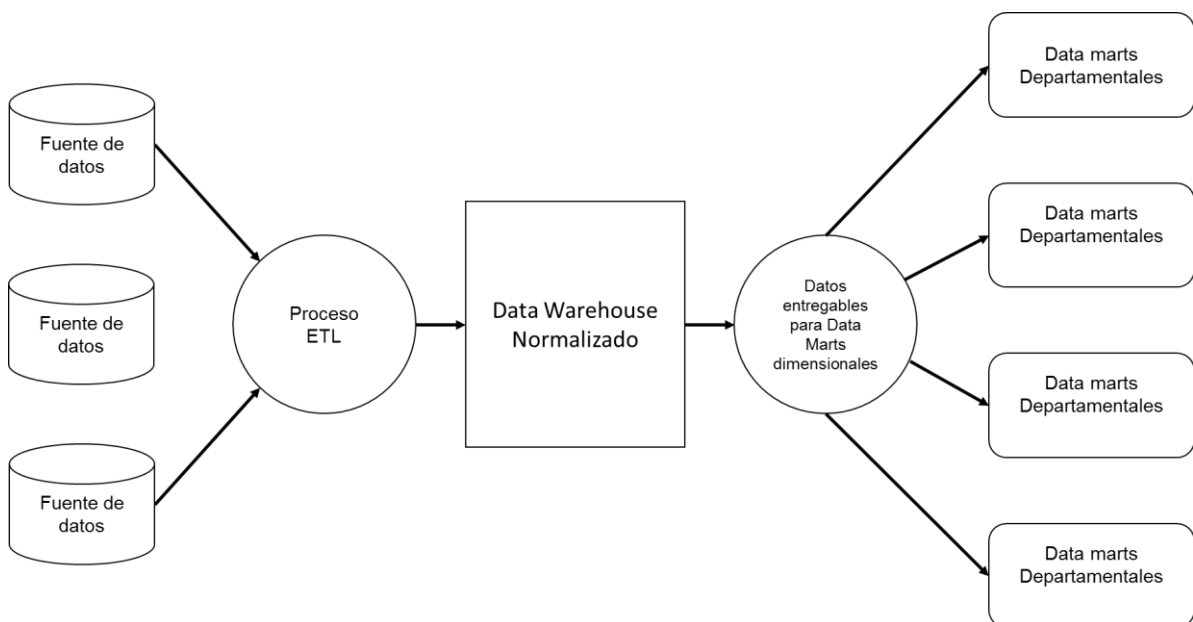
#### **4.3.2. Arquitectura de un Data Warehouse.**

Tanto Bill Inmon como Ralph Kimbal son considerados los forjadores de los enfoques principales en la construcción de un proyecto para la toma de decisiones. Aunque existen otras metodologías o enfoques para la construcción de un Data Warehouse, las más importantes son la propia de Kimball (su enfoque dimensional) y la definida por Inmon (Enterprise). Para comprender las diferencias entre ambos enfoques, a continuación se describirán cada una de las metodologías según (Espinosa, 2010):

## Enfoque Bill Inmon.

Inmon ve la necesidad de transferir la información de los diferentes sistemas transaccionales de las organizaciones a un lugar centralizado, dicha información ha de estar a los máximos niveles de detalle. Los data marts son considerados como subconjuntos de un data warehouse corporativo, que son construidos para cubrir necesidades de cada departamento, siempre a partir del data warehouse central (Inmon, 2005).

Este enfoque Inmon también se conoce diseño de arriba hacia abajo (Top-Down) ya que los datos se extraen de las bases de datos transaccionales mediante los procesos ETL y cargados en las áreas de stage, donde son validados en el data warehouse, donde también existen los “metadatos” que permiten documentar de forma clara el contenido del data warehouse. Una vez ejecutado este proceso, se crean los Data Marts a partir del data warehouse, que contiene toda la información requerida para un departamento específico. En la figura 18 se esquematiza este enfoque global.



**Figura 18. Estructura de Data Warehouse, enfoque Inmon.**

Fuente: Modificado del original de Inmon (2005)



## **Enfoque Ralph Kimball.**

Para Kimball *et al.* (2002) el Data Warehouse es un conglomerado de todos los Data Marts dentro de una organización, siendo una copia de los datos transaccionales estructurados de acuerdo al modelo dimensional (no normalizado) que incluye dimensiones de análisis y sus atributos, organización jerárquica y los diferentes hechos de negocio que se piden analizar. Por otro lado se tienen las tablas para representar las dimensiones y por el otro para los hechos (facts tables). Los diferentes Data Marts se conectan mediante el bus structure, que contiene los elementos anteriormente mencionados a través de dimensiones que permiten que los usuarios puedan realizar queries ligados sobre los data marts, una dimensión conformada puede ser la “dimensión cliente” y sus atributos de análisis relativos a los clientes que puede ser compartida con otros data marts por ejemplo el de ventas, pedidos, etc.

Este enfoque Kimball también se conoce como abajo hacia arriba (bottom-up) ya que después de la unión de los diferentes data marts se tiene el data warehouse. Esta característica lo hace más flexible y sencillo de implementar, pues se puede construir un data mart como primer elemento del sistema de análisis y después ir añadiendo otros data marts que compartan dimensiones ya definidas u otras nuevas (Kimball *et al.* 2002).

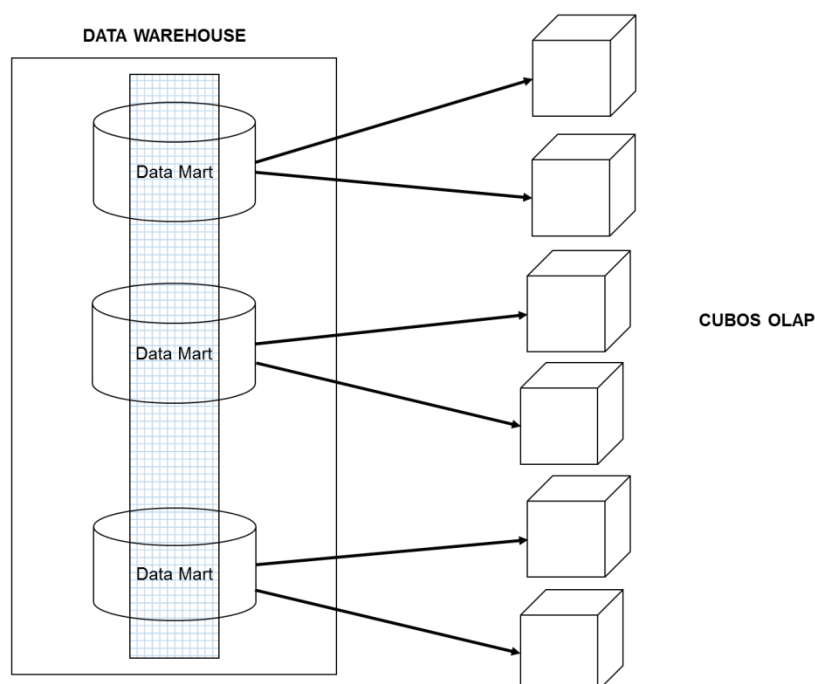
Ruiz-Torres (2007) explica que los procesos ETL en este sistema extraen la información de los sistemas operacionales, realizando posteriormente el llenado de cada uno de los data mart de forma individual, pero siempre respetando la estandarización de las dimensiones, como se ve en la figura 19.

Las características principales de los dos enfoques Inmon y Kimball se presentan en la tabla 11.

**Tabla 11. Características principales de los dos enfoques Inmon y Kimball.**

	Inmon	Kimball
Énfasis	Data Warehouse	Data Marts
Diseño	Modelo normalizado basado en la empresa	Modelo dimensional de datamarts, esquema estrella
Arquitectura	Compuesto de varios niveles de áreas de interés y data marts	Área de interés y data marts
Conjunto de datos	Data warehouse. Datos a nivel atómico. Data marts. Datos sumariados	Contiene datos atómicos y sumariados

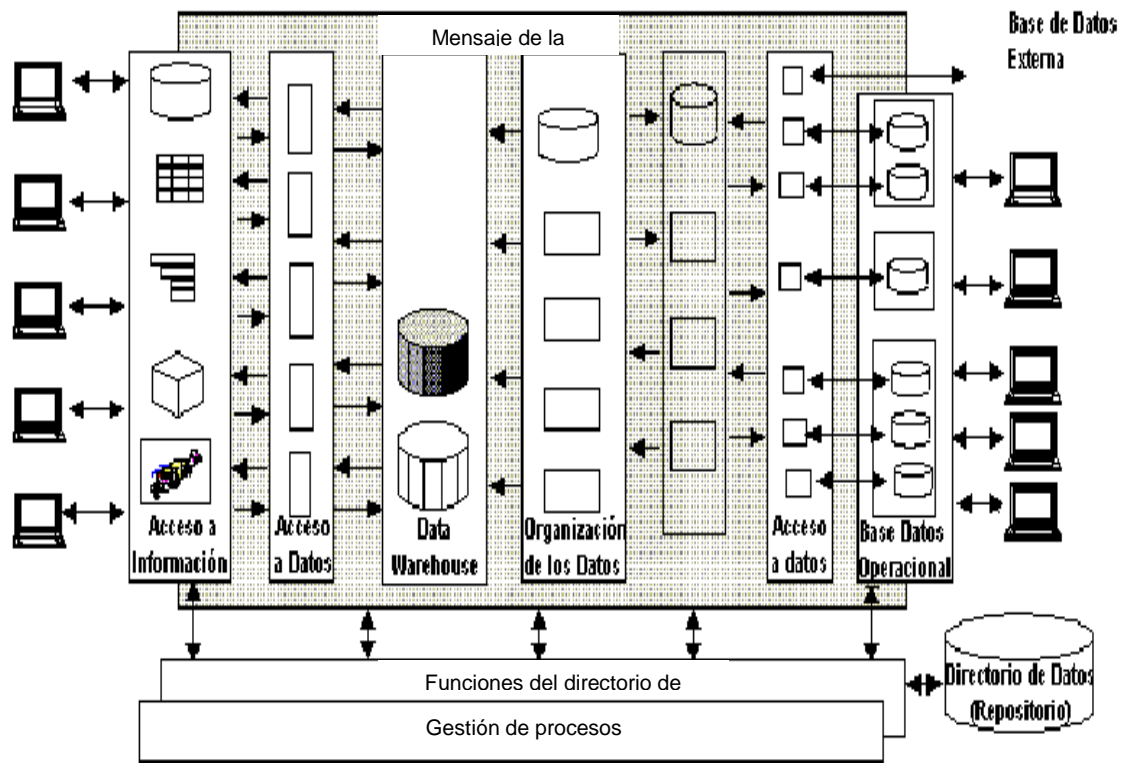
Fuente: Elaboración propia basada en Kimball (2002) e Inmon (2005).



**Figura 19. Estructura de Data Warehouse enfoque Kimball.**

Fuente: Modificado del original de (Ruiz-Torres, 2007).

A fin de comprender cómo se relacionan todos los componentes involucrados en una estrategia data warehousing es esencial tener una arquitectura Data Warehouse (DWA), la cual se define como la forma de representar la estructura total de datos, la comunicación, el procesamiento y presentación, que existe para los usuarios finales (Zhu, 2009).



**Figura 20. Estructura de Data Warehouse enfoque Inmon.**

Fuente: Modificado del original de Ruiz Torres (2007)

Para Inmon (2005) los elementos que constituyen la arquitectura de un Data Warehouse (Figura 20) son:

- Base de datos transaccional
- Nivel de acceso a la información
- Nivel de acceso a los datos
- Nivel de directorio de datos (metadata)
- Nivel de gestión de procesos
- Nivel de mensaje de la aplicación
- Nivel Data Warehouse (físico)
- Nivel de organización de datos

### 4.3.3. Procesos de un Data Warehouse.

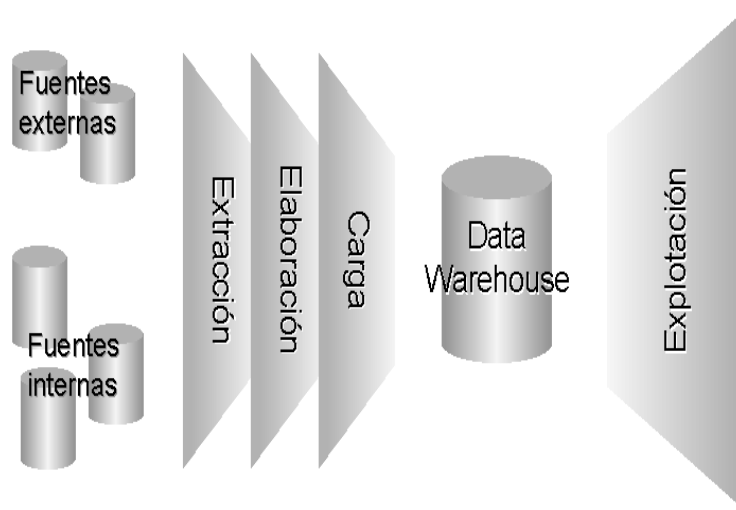
Para comprender mejor el concepto y la arquitectura de un Data Warehouse, Rojas (2009) explica que es importante considerar los procesos que lo conforman (Figura 21). A continuación se describen dichos procesos clave en la gestión de un Data Warehouse:

- **Extracción.** Para poblar el Data Warehouse se deben mover bloques de datos muchas veces de diferentes estructuras de archivos y bases de datos, el propósito principal de la fase de extracción es capturar y copiar los datos requeridos de uno o más sistemas operacionales o fuente de datos, es decir se obtiene la información de las distintas fuentes tanto internas como externas.
- **Elaboración o transformación.** Esta fase consiste en leer los archivos intermedios generados por la fase de extracción, realizar las transformaciones necesarias por ejemplo:
  - Combinar campos múltiples
  - Fusionar campos o datos homónimos
  - Separar un campo de fecha en campos de año, mes y día
  - Cambiar un dato que tiene múltiples representaciones a una sola representación

Se refiere al filtrado, limpieza, depuración, homogeneización y agrupación de la información.

- **Carga.** El objetivo de esta fase consiste en tomar los registros formateados por la fase de transformación y cargarlos en el Data Warehouse, contenedor para todos los datos informativos, es decir es la organización y actualización de los datos y los metadatos en el almacén de datos.

- **Explotación.** Extracción y análisis de la información en los distintos niveles de agrupación.



**Figura 21. Procesos que conforman un Data Warehouse.**

Fuente: Rojas (2009).

#### **4.4- Modelo dimensional.**

El modelo dimensional es una técnica de diseño lógico que busca representar la información en un marco intuitivo que permita un acceso de alto rendimiento, es un reflejo directo de la forma como se observa un proceso de negocio. Este modelo dimensional esencialmente resume y organiza los datos y la presentación de la información para el análisis de la misma (Ruiz Torres M. K., 2007).

Para crear un modelo dimensional es preciso comprender los conceptos de objetos básicos que se utilizarán para crear modelos dimensionales de acuerdo con lo que define IBM (2015):

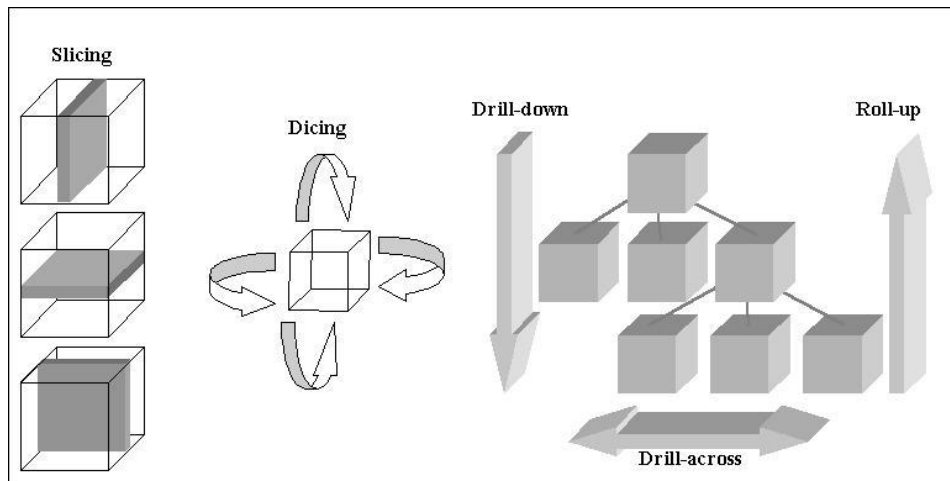
- **Tablas y entidades de hechos.** Es una tabla (entidad) que almacena medidas, por ejemplo mide las ventas, el coste de las mercancías o las ganancias, una tabla de hechos o entidad de hechos es la que pertenece a un esquema de estrella o copo de nieve.
- **Tablas y entidades de dimensiones.** Es una tabla que almacena detalles acerca de hechos. Una tabla dimensión puede ser de tiempo con sus respectivos atributos (en jerarquías), es una tabla de un esquema de estrella, copo de nieve o constelación.
- **Jerarquías.** Una jerarquía es una relación de muchos a uno entre tablas, consta fundamentalmente de diferentes niveles cada uno pertenece a un atributo de dimensión. Por ejemplo, tener la dimensión tiempo con diferentes niveles de jerarquías los cuales podrían ser día, mes, bimestre, trimestre, año, etc.
- **Medidas.** Definen a un atributo de medida, se manejan en la tabla de hechos. Una función de agregación para un análisis dimensional resume el valor de las medidas.
- **Granularidad.** La granularidad es el nivel más bajo de información que será almacenado en la tabla de hechos. Es el nivel de detalle o agregación de las unidades de datos dentro del Data Warehouse. Mientras mayor sea el nivel de detalle de los datos, se tendrán mayores posibilidades analíticas. Si la granularidad con que se guardan los registros es a nivel de día, estos datos podrán sumarse por semana, mes, semestre, en cambio si estos registros se almacenan a nivel de mes, podrán sumarse por semestre, y año, pero no lo podrán hacer por día y semana.

Rojas (2009) menciona que si bien un Data Warehouse organiza un gran conjunto de datos operacionales mediante múltiples dimensiones, una dimensión es una colección de entidades del mismo tipo que forma un calificador conceptual el cual provee el significado para una medida. Las medidas son referidas como hechos o métricas. La forma de representar la organización de los datos en un modelo dimensional es a través de un “cubo”.

En el análisis multidimensional, los datos se representan mediante dimensiones, en general, las dimensiones se relacionan en jerarquías. El tiempo es también una dimensión estándar con sus propias jerarquías tales como: día, semana, mes, trimestre y año (Méndez *et al.* 2003).

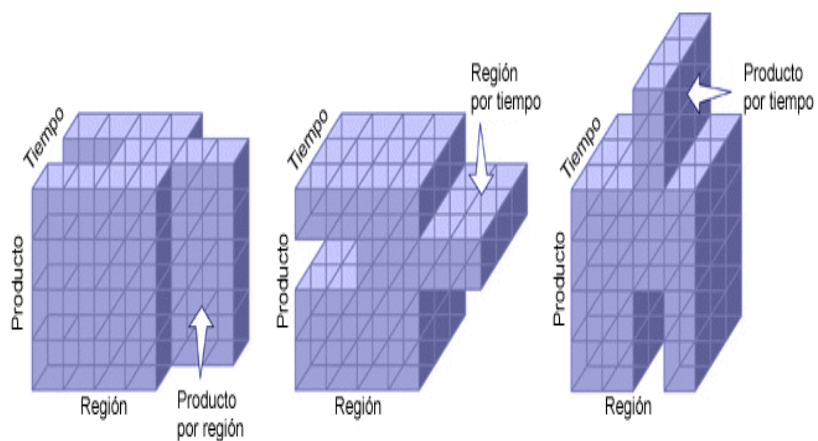
Los cubos OLAP (On-line Analytic Processing), son las herramientas que tienen la capacidad de analizar y explorar datos. OLAP es una tecnología de procesamiento analítico, distinta al procesamiento transaccional OLTP de los sistemas operacionales. La funcionalidad de los sistemas OLAP se caracteriza por ser un análisis multidimensional de datos corporativos, normalmente este tipo de selecciones se reflejan en la visualización de la estructura multidimensional, en campos de selección que permiten elegir el nivel de agregación (jerarquía) de la dimensión y la elección de un dato en concreto. Las operaciones que se pueden realizar en un cubo multidimensional según Salcedo *et al.* (2010) son:

- **Drill Down y Roll Up.** Son técnicas para navegar a través de distintos niveles de detalles de una jerarquía de datos, desde los de mayor nivel de agregación, hasta los más detallados. Drill Down explora los hechos hacia los niveles más detallados de la jerarquía de dimensiones, mientras que Roll Up explora los hechos iterativamente hacia el nivel más alto de agregación.
- **Slice and Dice.** Estos términos describen cómo los datos multidimensionales pueden ser mostrados aplicando diferentes filtros a los cubos. Slice (rebanar) conforma un subconjunto de datos de un cubo, aplica únicamente una restricción a una sola dimensión, lo hace eligiendo un miembro en particular. La figura 22 muestra las operaciones más usuales en un cubo multidimensional. Y la figura 23 un ejemplo de visualización de datos.



**Figura 22. Operaciones más usuales en un cubo multidimensional.**

Fuente: Salcedo *et al.* (2010).



**Figura 23. Visualización de los datos en un cubo multidimensional.**

Fuente: Salcedo *et al.* (2010).

Trujillo *et al.* (2011) explican que existen tres tipos de modelos OLAP:

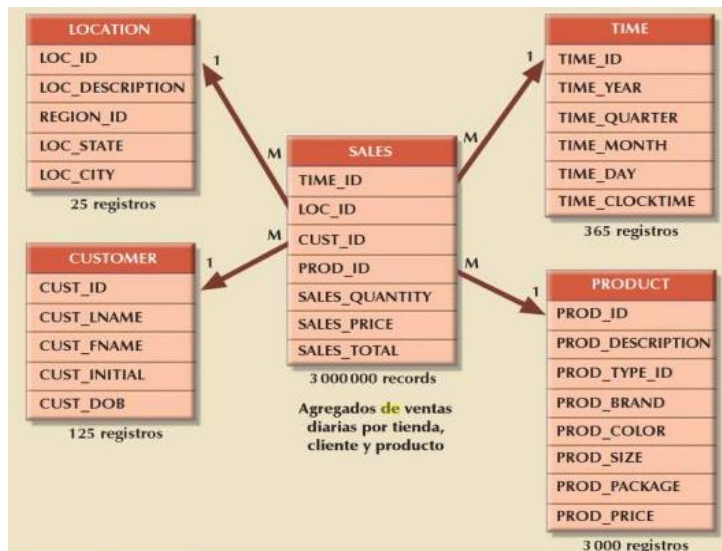


- MOLAP (OLAP Multidimensional). Los datos se encuentran almacenados en una estructura multidimensional. Para optimizar los tiempos de respuesta, el resumen de la información es comúnmente calculado por adelantado. Estos valores pre calculados son la base de desempeño de este sistema.
- ROLAP (OLAP Relacional). Sistema en el cual los datos se encuentran almacenados en una base de datos relacional. Los datos son detallados, evitando las agregaciones y las tablas que se encuentran normalizadas.
- HOLAP (OLAP Híbrido). Un sistema que mantiene los registros detallados en la base de datos relacional, mientras que los datos resumidos o agregados se almacenan en una base de datos multidimensional separada. Este método que tiene HOLAP de almacenamiento es una combinación de los dos modelos anteriores.

#### **4.4.1. Esquema estrella.**

El esquema en estrella es una técnica que es usada para relacionar datos multidimensionales, los esquemas en estrella dan un modelo para el análisis de datos multidimensionales, pero aun preserva las estructuras relacionales en las que se construye la base de datos operacional. El esquema en estrella básico tiene cuatro componentes: hechos, dimensiones, atributos y jerarquías de atributo (Curto y Conesa, 2010).

La tabla de hechos contiene hechos que están vinculados por medio de sus dimensiones, los hechos también se pueden calcular, estos hechos a veces reciben el nombre de métricas para distinguirlos de hechos guardados, el centro de la estrella es la tabla de hechos, las puntas de la estrella son las tablas de dimensión. La tabla hechos se actualiza periódicamente (a diario, semanal, mensual, anual) con datos que provienen de la base de datos operacional (Coronel *et al.*, 2011). La figura 24 muestra un esquema en estrella.

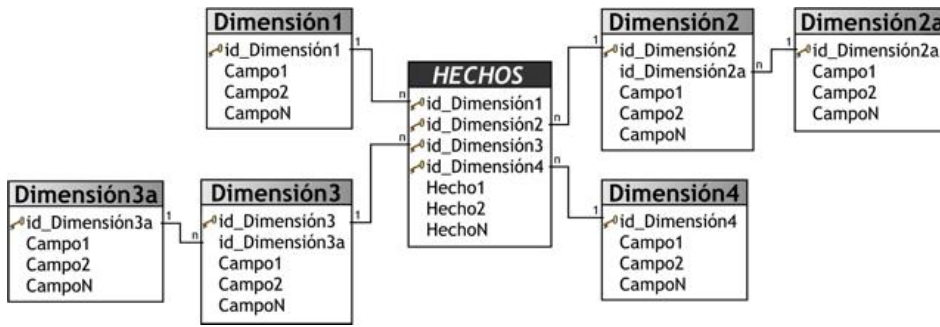


**Figura 24. Esquema en estrella.**

Fuente: Coronel *et al.* 2011

#### 4.4.2. Esquema copo de nieve.

El esquema copo de nieve (Figura 25) es una extensión del esquema estrella, cada punta de la estrella se extiende en más puntas es por eso que su denominación se debe a que el diagrama del esquema se asemeja a un copo de nieve. En este esquema las tablas de dimensión se encuentran también normalizadas para eliminar redundancia, los datos de las dimensiones se agrupan en múltiples tablas en lugar de una tabla grande. El resultado es el ahorro de espacio de almacenamiento en disco, el perjuicio un aumento en la cantidad de tablas (UNAM, 2014).

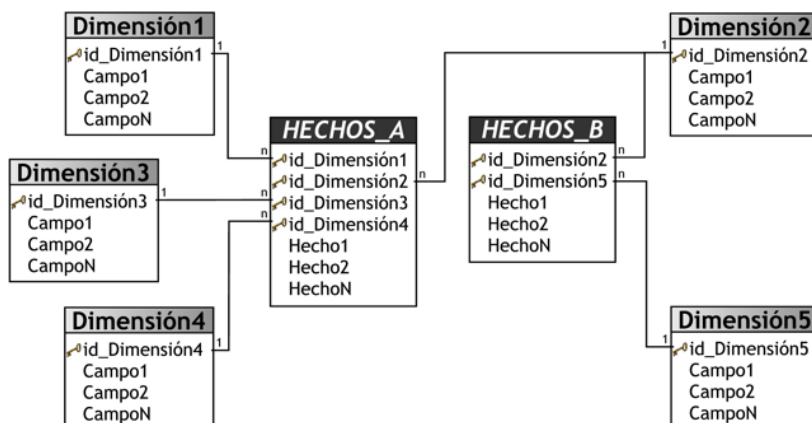


**Figura 25. Esquema Copo de Nieve.**

Fuente: [http://www.dataprix.com/files/uploads/2/hefesto10/700x233x27\\_HEFESTO\\_Esquema\\_Copo\\_Nieve.png.pagespeed.ic.HSuUiqBmPz.png](http://www.dataprix.com/files/uploads/2/hefesto10/700x233x27_HEFESTO_Esquema_Copo_Nieve.png.pagespeed.ic.HSuUiqBmPz.png)

#### 4.4.3. Esquema de constelaciones.

El esquema de constelación es una combinación de los dos esquemas anteriores, son esquemas copo de nieve en donde sólo algunas de las tablas de dimensiones están des normalizadas, ya que el objetivo de los esquemas de constelación es aprovechar que las jerarquías de los esquemas de estrella están des normalizadas, mientras que las jerarquías de los esquemas de copo de nieve están normalizadas. Los esquemas de constelación las tablas de dimensiones pueden estar compartidas entre más de una tabla de hechos (IBM, 2015). La figura 26 muestra un esquema de constelaciones.



**Figura 26. Esquema de Constelaciones.**

Fuente: <http://www.dataprix.com/datawarehouse-manager#x1-480003.4.4.5>

### 4.3. Tecnologías para la construcción y desarrollo web de un Sistema Apoyado de Bases de Datos PHP, Apache

Un sistema de información es un conjunto de componentes interrelacionados entre sí, operan de manera sistemática para capturar, procesar, almacenar y distribuir información que sirva de apoyo a la toma de decisiones, el control y el análisis dentro de una organización (Schmal-Rodolfo y Flores-Zúñiga, 2003).

Para la construcción y desarrollo web de un sistema apoyado de base de datos, se definen algunas tecnologías a continuación (Figura 27):

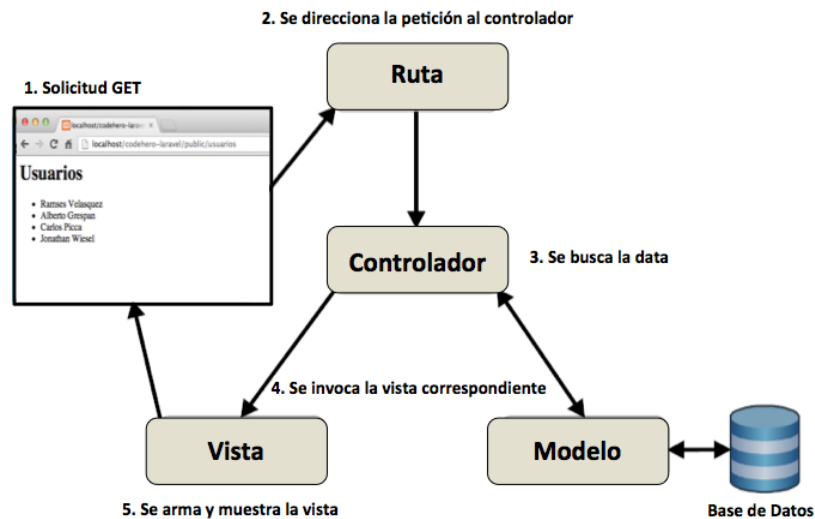


Figura 27. Tecnologías para la construcción del SIGCEA

Fuente: Propia.

**HTML.** Es un lenguaje de programación que se utiliza para el desarrollo de páginas de internet. Se trata de la sigla que corresponde a Hypertext Markup Language, es decir Lenguaje de formato de documentos para hipertexto (López-Quijado, 2012).

**Framework CakePHP.** Las aplicaciones CakePHP siguen el patrón de diseño de software MVC (Modelo-Vista-Controlador). El modelo representa los datos de la aplicación, la vista hace una representación del modelo de datos, y el controlador maneja y enruta las peticiones hechas por los usuarios (<http://cakephp.org/>)



**Figura 28. Modelo – Vista – Controlador CakePHP**

Fuente: <http://www.cakephp.org>

La figura 28 muestra un ejemplo MVC en CakePHP. En donde por ejemplo un usuario hace clic a una URL y su navegador hace una petición controlador adecuado, el controlador realiza lógica de aplicación y también utiliza modelos para acceder a los datos de la aplicación. La mayoría de las veces los modelos representan tablas de una base de datos. Una vez que el controlador ha hecho su trabajo con los datos, se los pasa a la vista. La vista toma los datos y los deja listos para su presentación al usuario. Las vistas en CakePHP la mayoría de las veces vienen en formato HTML, pero una vista puede ser PDF, un documento XML, etc.

Las principales ventajas que se identificaron en la aplicación de este Framework se resaltan las siguientes (Ecured, 2015):

- Marco de desarrollo rápido para PHP, libre de código abierto.
- Estructura para crear aplicaciones Web.
- Tiene un mínimo de configuración, con tal solo indicarle la base de datos a trabajar, se podrá comenzar a trabajar la aplicación.
- Implementación rápida gracias a su estructura y métodos propios.

- Utiliza convenciones, si bien no necesita de mucho configurar, pero tiene que seguir convenciones tanto en los nombres y localizaciones los cuales siempre deben ser respetados.
- CakePHP viene con herramientas integradas para la validación de datos de entrada, componentes de autenticación y sesiones, protección de la manipulación de formularios, etc.

**PHP.** PHP es un lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. Fue uno de los primeros lenguajes de programación del lado del servidor que se podían incorporar directamente en el documento HTML en lugar de llamar a un archivo externo que procese los datos. El código es interpretado por un servidor web con un módulo de procesador de PHP que genera la página Web resultante (<http://php.net/>).

**Apache.** Apache es un servidor web HTTP de código abierto, para plataformas Unix (BSD, GNU/Linux, etc.), Microsoft Windows, Macintosh y otras, que implementa el protocolo HTTP/1.12 y la noción de sitio virtual (<https://httpd.apache.org/>).

**JQuery.** JQuery es una biblioteca de JavaScript, que permite simplificar la manera de interactuar con los documentos HTML, manipular el árbol DOM, manejar eventos, desarrollar animaciones y agregar interacción con la técnica AJAX a páginas web (<http://jquery.com/>).

**JQuery IU.** JQuery IU es una biblioteca de componentes para el framework jQuery que le añaden un conjunto de plug-ins, widgets y efectos visuales para la creación de aplicaciones web (<https://jqueryui.com/>).

**CSS.** CSS (siglas en inglés de cascading style sheets) es un lenguaje usado para definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en HTML o XML. Son hojas de Estilo en Cascada que describen cómo se va a

mostrar un documento en la pantalla, o cómo se va a imprimir, o incluso cómo va a ser pronunciada la información presente en ese documento a través de un dispositivo de lectura. Esta forma de descripción de estilos ofrece a los desarrolladores el control total sobre estilo y formato de sus documentos (<http://www.w3.org/TR/CSS/>).

**ESF Database Migration.** ESF es un juego de herramientas que reduce el riesgo de migración a/desde cualquier formato de base de datos y transferir cualquier fuente de datos ODBC DNS hacia estos (<http://www.easyfrom.net/es/#.VI8gJtlvflU>).

**SQL Server 2012.** Sistema gestor de bases de datos que contempla la administración de Data Warehouse y algoritmos de Minería de Datos. SQL Server aparece desde 1993 en el mercado en su versión SQL Server 4.2 hasta la versión que se usara en esta investigación SQL Server 2012. En cada versión se incluyeron herramientas y características que mejoraron sustancialmente la manera de acceder y analizar la información (Charte, 2012).

SQL Server incluye varias tecnologías de gestión y análisis de datos ([https://technet.microsoft.com/es-es/library/ms130214\(v=sql.110\).aspx](https://technet.microsoft.com/es-es/library/ms130214(v=sql.110).aspx)):

- **Motor de base de datos.** Es el servicio principal para almacenar, procesar y proteger los datos.
- **Data Quality Services.** Proporciona una solución de limpieza de datos basada en el conocimiento. Permite generar una base de conocimiento y usarla para realizar tareas de corrección de datos, datos duplicados. Puede utilizar servicios de consulta de datos en la nube y generar una solución de administración de datos.
- **Analysis Services.** Es una plataforma y un conjunto de herramientas de datos analíticos para Business Intelligence. Los servidores y los diseños de cliente admiten soluciones OLAP. Analysis Services también incluye

minería de datos para permitir descubrir indicadores y patrones ocultos en grandes cantidades de datos.

- **Integration Services.** Plataforma para generar soluciones de integración de datos de alto rendimiento, por lo que incluye paquetes que proporcionan procesamiento de extracción, transformación y carga (ETL) para almacenamiento de datos.
- **Master Data Services.** Es la solución de SQL Server para la administración de datos maestros, ya que ayuda a asegurarse de que los informes y análisis se basan en información correcta.

**Minería de Datos.** Microsoft SQL Server ofrece un entorno integrado para trabajar con minería de datos. Este entorno incluye SQL Server Development Studio, que contiene algoritmos de minería de datos. Y SQL Management Studio, que contiene herramientas que permiten examinar modelos. La generación de un modelo de minería de datos forma parte de un proceso que define mediante los siguientes pasos ([https://msdn.microsoft.com/es-mx/library/ms174949\(v=sql.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-mx/library/ms174949(v=sql.110).aspx)):

1. Definir el problema
2. Preparar los datos
3. Explorar los datos
4. Generar modelos
5. Explorar y validar los modelos
6. Implementar y actualizar los modelos

Un modelo de minería de datos simplemente es un contenedor que especifica las columnas que se usan para la entrada, el atributo que está prediciendo y parámetros que indican al algoritmo como procesar datos. SQL Server 2012 proporciona varios algoritmos que puede usar en las soluciones de minería de datos. Analysis Services incluye los siguientes tipos de algoritmos ([https://msdn.microsoft.com/es-mx/library/ms175595\(v=sql.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-mx/library/ms175595(v=sql.110).aspx)):



- Regresión. Predicen una o más variables continuas.
- Segmentación. Divide datos en grupos o clústeres, de elementos que tienen propiedades similares.
- Asociación. Buscan correlaciones entre diferentes atributos de un conjunto de datos.
- Análisis de secuencias. Resume episodios frecuentes en los datos.

Se puede realizar minería de datos mediante cualquier origen de datos definido como origen de datos de Analysis Services, por ejemplo libros de Excel o datos de otros proveedores externos.

Después de investigar y precisar las herramientas antes distinguidas para la construcción y desarrollo web de un sistema apoyado de base de datos, se define más adelante en la arquitectura del sistema su aplicación.

#### **4.4. Estudios donde emplean Bases de Datos para sistemas informáticos para la calidad en México.**

Se han desarrollado sistemas basados en conocimiento para la gestión de indicadores académicos, en apoyo a la acreditación de los programas educativos como el diseñado para el centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, Unidad Navojoa, con el fin de apoyar el proceso de acreditación en relación a la actividad administrativa, mediante la generación de evidencias para las variables y para los directivos, en la toma de decisiones, con reportes de resultados obtenidos por los indicadores para un periodo determinado y las posibles causas en caso de que los porcentajes no alcancen el estándar del organismo acreditador (Sánchez *et al.*, 2012).

En la Universidad Autónoma de San Luis Potosí UASLP, el papel que ha tenido el establecimiento y evolución de un Sistema de Indicadores Académicos en las dos últimas décadas, se ha consolidado al permitir integrar datos en forma eficiente, identificar logros, brechas, fortalezas y debilidades, así como reportar cifras institucionales conforme lo demandan diversas instancias internas y externas y apoya a la generación de los reportes de logros e indicadores que año con año se presentan como parte del proceso de rendición de cuentas a la sociedad que la UASLP ha asumido como un ejercicio responsable de autonomía. Por lo que se fortalecen los trabajos de colaboración en materia de gestión al generar consensos en torno a metas comunes y darles seguimiento. Conforme se avanza en la consolidación del sistema, las entidades académicas mejoran sus procesos de control de información interna y esto repercute en la calidad y veracidad de la información (Nieto-Caraveo y Ramírez-Zacarias, 2013).

Las universidades nacionales, desde hace varios años, trabajan en la implementación de sistemas de gestión o transaccionales que integran procesos y tareas. En Argentina, el Sistema Universitario Nacional, Argentina (SIU), atento a las demandas de las autoridades de universidades que avanzaban en informatizar los procesos administrativos, académicos y de gestión de personal, decidió comenzar en forma paralela a difundir, sensibilizar y promover las ventajas de contar con herramientas de información gerencias y toma de decisiones. El SIU comenzó a estudiar Pentaho, que es una plataforma de Open Source “orientada a la solución” y “centrada en procesos” cuyo objetivo es crear soluciones de Business Intelligence (Inteligencia de Negocios). El acceso a la herramienta se realiza a través de un navegador web, a partir de portales de gestión de contenidos de código abierto escritos en Java, y sistemas de gestión; y su diseño modular le permite utilizar otros programas ajenos a la suite. Las principales funcionalidades de Pentaho son Reporting, Análisis, Dashboards, Data Mining e Integración de datos (Marmonti *et al.* 2012)

#### **4.5. Casos de implementación de Data Warehouse en Instituciones de Educación en México.**

El data warehouse es un depósito en donde se almacenan los datos que una organización utiliza para saber cómo es que está funcionando (Capítulo 4, sección 4.3). El data warehouse es un componente del modelo inteligencia de negocios, una infraestructura conformada por la base de datos donde se integra toda la información, sobre él están las herramientas para presentar informes y consultas. En México los gobiernos hacen esfuerzos para que cualquier persona y en cualquier momento disponga de información pública, el reto no es resolver el problema tecnológico de múltiples bases de datos, sino resolver el problema estructural que consiste en la abundancia de información y de la falta de conocimiento al interior de las instituciones. Las estrategias encaminadas a resolver los problemas de administración de información y creación de conocimiento se contienen en el concepto de Inteligencia de Negocios, pero no es lo mismo Inteligencia de Negocios que la Inteligencia institucional por que los indicadores para medir el desempeño de las organizaciones en cada caso no son iguales. Las herramientas de inteligencia institucional son capaces de integrar información proveniente de distintos sistemas avanzados como en programas elementales tipo Excel. La información seleccionada y extraída de las bases de datos se presenta al usuario a través de interfaces dinámicas, con capacidades de analizar y visualizarla de manera multidimensional ([www.sniesep.gob](http://www.sniesep.gob)).

Un caso de aplicación de Data Warehouse en instituciones de gobierno en México, es el Sistema Nacional de Información Educativa (SNIE), propuesto y diseñado por la Secretaría de Educación Pública en el año 2008. El SNIE modula e integra diferentes registros educativos y los mecanismos de acopio y generación de estadísticas educativas, para contar con información oportuna y de calidad para la planeación y evaluación de la política educativa, además de contar con un instrumento de gestión social en materia educativa. El SNIE se articula en cuatro módulos, en el modelo de análisis precisa la incorporación de herramientas de apoyo de análisis estadístico, procesos de Minería de Datos, y

la creación de modelos de información basados en Data Warehouse ([https://www.sep.gob.mx/work/modelos/sep1/resource/2752/2/imagen/g009\\_12.pdf](https://www.sep.gob.mx/work/modelos/sep1/resource/2752/2/imagen/g009_12.pdf)).

Para el año 2010, la SEP refuerza al SNIE con la creación del Registro Nacional de Alumnos, Maestros y Escuelas (RENAME) en sus componentes principales: datos que lo integran, su plataforma tecnológica, mecanismos de acopio de datos, la gestión, explotación y divulgación del sector educativo. El RENAME está diseñado para identificar las relaciones entre alumnos, maestros y escuelas para fortalecer la información y gestión en el tránsito de los alumnos por el sistema educativo, comprender mejor los fenómenos de reprobación, deserción y movilidad escolar, identificar las materias o unidades en las cuales los alumnos tienen menor rendimiento, determinar de manera más certera la necesidad de creación y regularización de plazas, identificar las necesidades del personal docente y de apoyo técnico, entre otros. Actualmente el RENAME está en la fase de aplicación de Inteligencia de Negocio ([www.sep.gob.mx/work/modelos/sep1/Resource/131092/renameqro.pdf](http://www.sep.gob.mx/work/modelos/sep1/Resource/131092/renameqro.pdf)).

## **5 ESTUDIO DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE FITOTECNIA DE LA UACH.**

### **5.1. Introducción.**

En México, la Secretaría de Educación Pública, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y otras instituciones públicas o privadas han establecido mecanismos para garantizar la calidad en la Educación en todos los niveles educativos y en distintas modalidades (García Cué, 2006). Se han instituido los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) y el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES). El COPAES tiene una serie de organismos acreditados por ellos para evaluar la calidad en instituciones como el Comité Mexicano de la Acreditación de la Educación Agronómica A.C. (COMEEAA), Consejo de Acreditación de Enseñanza de la Ingeniería (CACEI), entre otros.

Un ejemplo muy particular del uso de estas acreditaciones es la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) que por su misión y visión con un enfoque a las Ciencias Agrícolas utiliza distintos instrumentos para evaluar la calidad de sus 22 Unidades Académicas a través de 5 distintas agencias acreditadoras (Rueda y Victorino, 2009). Y en sus estudios de postgrado por el CONACyT.

La Unidad Académica de Fitotecnia (UAF) obtuvo la acreditación de su programa educativo a través del Comité Mexicano de la Acreditación de la Educación Agronómica A.C. (COMEEAA), en mayo del 2005, con vigencia de 5 años, a través de un proceso de Autoevaluación, por lo que en mayo de 2011 se solicitó desarrollar el proceso de reacreditación y en octubre de 2011 le fue otorgado el refrendo hasta el 16 de octubre de 2016 (Fitotecnia, 2014).

Para el refrendo de la acreditación, durante los últimos meses se ha vuelto a llevar a cabo un programa de actividades intensivo similar al establecido durante

2004-2005, del cual se ha concluido en una autoevaluación así como en un nuevo del Plan de Mejora Continua. En la elaboración del Plan, se definen las estrategias necesarias que tendrán que llevarse a cabo para cumplir con las metas establecidas, indicando tiempos y responsables de cada una de ellas, todo ello para concluir en una mejora de la calidad del programa de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Cabe mencionar que en la identificación de debilidades y propuesta general de acciones de mejora, en el apartado II. Conducción Académico-Administrativa del programa se puede identificar que los procesos implementados para garantizar la mejora continua son insuficientes y existe una falta de compromiso de algunos miembros de la comunidad para participar en dichos procesos (Plan de Mejora Continua, 2011).

Para conocer la apreciación de directivos, docentes, alumnos y trabajadores administrativos de Fitotecnia sobre el procedimiento para la calidad de su unidad académica a través de la implementación del COMEAA, en Noviembre de 2014 se propuso un trabajo reuniendo a un grupo de ellos para escucharlos y proponer una estrategia que coadyuve a mejorar los procedimientos.

## **5.2. Justificación.**

La UACH en General y el Programa de Fitotecnia en particular ponen mucha atención a la calidad de los programas educativos y trabajan con una serie de instrumentos establecidos por los diferentes organismos acreditadores reconocidos por COPAES para autoevaluar todos los procesos relacionados con la educación y obtener estrategias de mejora para contrarrestar las carencias y debilidades manifestadas, así también como para mantener y mejorar las fortalezas declaradas, con la finalidad de dar certeza a los estudiantes, profesores, profesionistas, productores, y a la sociedad en general sobre la calidad del Programa de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia que ofrece la Universidad Autónoma Chapingo (Autoevaluación, 2011).

En los procesos de calidad no se toma en cuenta las opiniones de la comunidad académica y administrativa del Programa de Fitotecnia, solo se cuenta con los parámetros propuestos en la metodología que el Comité Mexicano de Acreditación de la Educación Agronómica, A.C. (COMEAA) para el desarrollo de la autoevaluación, se consideró importante establecer un dialogo con profesores, alumnos, administrativos y directivos para provocar un cambio de actitud en las personas, que les inciten a pensar continuamente en cómo mejorar la calidad tal como se propone en el plan de mejora de la carrera IAEF 2011-2016, identificando diversos factores que influyen en la calidad educativa del programa.

Por lo que se debe realizar un estudio de calidad tal como lo sugiere Gento (1998) que supone una concentración de recursos y esfuerzos de manera que intervengan todos los que de un modo u otro, inciden en el Departamento y aquellos en los que repercute su funcionamiento; por lo anterior se hizo una invitación a toda la comunidad del departamento de Fitotecnia de la UACH (profesores, alumnos, personal administrativo) a participar en un espacio de encuentro y unidad plural, así como de dialogo propositivo y constructivo, sobre el tema “Calidad Educativa”, que permita identificar los factores que influyen en la calidad educativa en el Departamento a través de instrumentos como diagrama de fuerzas, diagrama de Ishikawa, histograma de Pareto.

Así también como punto elemental, saber su opinión sobre proceso de autoevaluación que se lleva a cabo en el departamento cada año para seguir manteniendo la acreditación del programa educativo. Ya que para el refrendo de la acreditación, durante los últimos meses se ha vuelto a llevar a cabo un programa de actividades intensivo similar al establecido durante 2004-2005, del cual se ha concluido en una autoevaluación así como en un nuevo del Plan de Mejora Continua. En la elaboración de dicho Plan, se definen las estrategias necesarias que tendrán que llevarse a cabo para cumplir con las metas establecidas, indicando tiempos y responsables de cada una de ellas, todo ello para concluir en una mejora de la calidad del programa de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Cabe mencionar que en la identificación de debilidades y propuesta general de acciones de mejora, en el apartado II.

Conducción Académico-Administrativa del programa se puede identificar que los procesos implementados para garantizar la mejora continua son insuficientes y existe una falta de compromiso de algunos miembros de la comunidad para participar en dichos procesos. Así mismo en el apartado VI. Personal Académico se identificó como propuesta el diseño e implementación de software para contar con una base de datos que facilite los procesos de evaluación y control, debido a que los mecanismos de seguimiento y evaluación académica son lentos y con baja respuesta por parte del personal académico. Por lo que se ha plasmado dicha propuesta en la Planeación de Estrategias de Mejora específicamente en la Categoría 3.2, categoría 5.2 en este caso el diseño de software para el seguimiento del quehacer académico de la matrícula, Categoría 6.3, Categoría 10.4 (Plan de Mejora Continua, 2011).

### **5.3. Pregunta de investigación**

¿Cuáles son los factores que influyen en la calidad educativa en el departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo?

### **5.4. Objetivos del caso de estudio y supuesto**

#### **Objetivo General:**

Identificar los factores que influyen en la calidad educativa así como en el proceso de acreditación del programa educativo Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia (IAEF) del departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo.



### **Objetivos Específicos:**

1. Identificar las fuerzas favorables que contribuyen a alcanzar la calidad del programa educativo IAEF y las fuerzas frenadoras que impiden se alcance mediante un diagrama de fuerzas.
2. Distinguir las causas principales que impiden se alcance la calidad del programa educativo IAEF, así como los factores de cada una de las causas a través del diagrama de causa-efecto (Ishikawa).
3. Asignar la magnitud de contribución de cada causa o factor que impide el alcance de la calidad del programa educativo IAEF mediante diagramas de Pareto.

### **Supuesto**

En el programa educativo de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia (IAEF) del departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo se determinan los factores que influyen en la calidad educativa así como en el proceso de acreditación.

## **5.5. Metodología del Estudio Empírico.**

### **Población.**

1217 alumnos, 102 profesores, 90 administrativos de la Unidad Académica Fitotecnia, que fueron los que acudieron a la reunión del día 14 de noviembre.

### **Muestra.**

25 alumnos, 5 profesores, 5 administrativos

## **Instrumento de recogida de datos**

### *Diagrama de fuerzas.*

La técnica o instrumento de análisis de campo de fuerzas está inspirada en las leyes de la física, un cuerpo está en situación estable cuando las fuerzas que actúan sobre él se contraponen con igual intensidad. De manera similar sucede cuando un tema o problema se encuentra en situación inmóvil, debido a que hay fuerzas que actúan a favor en una determinada dirección y otras de igual intensidad que lo hacen en contra.

En cualquier caso, la utilización de esta técnica permite a un grupo de personas reflexionar intensamente para conocer cómo los diversos miembros perciben un tema o un problema. Debe tenerse en cuenta que, para salir de un problema no parece conveniente intensificar las fuerzas a favor, pues ello puede provocar instintivos mecanismos de defensa, parece más aconsejable tratar de disminuir las fuerzas en contra (Gunter y Gento, 2012).

### *Diagrama causa-efecto o de Ishikawa*

El diagrama Causa-Efecto es llamado usualmente diagrama de Ishikawa porque fue creado por Kaoru Ishikawa, la utilización de este diagrama permite graficar las causas del problema en su totalidad y analizarlas, también posibilita el establecimiento de áreas sobre las que pueden efectuarse recogidas de datos (Gento-Palacios, 1998).

Si bien pueden variar el número de las causas a manejar, según Schargel (1994) son los siguientes: método (política); personal (gente); materiales (procedimientos); equipamiento (instalaciones). Sin embargo los que realizan un diagrama causa-efecto de este tipo pueden proponer otras que resulten más afines con su propia situación o expectativas.

### *Diagrama de Pareto.*

Es una técnica gráfica, que consiste en poner de manifiesto los problemas más importantes sobre los que deben concentrarse los esfuerzos de mejora y determinar en qué orden resolverlos.

El análisis Pareto es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto. El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías: las “poco vitales” (elementos muy importantes en su contribución) y los “muchos triviales” (elementos poco importantes para ella). Según el objetivo, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema; y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema (FUNDIBEQ, 2015).

### **Recogida de datos.**

Se reunió a un grupo de 35 personas de la comunidad del departamento de Fitotecnia de la UACH (profesores, alumnos, directivos y personal administrativo) el día 14 de noviembre a las 17 horas. Un moderador presentó el tema “Calidad Educativa” y se les pidió a los integrantes del grupo sus ideas (a través de la técnica de tormenta de ideas) sobre fuerzas favorables que contribuyen a la calidad educativa del departamento y las fuerzas que lo frenan, se eligieron las áreas de: Alumnos, Profesores, Directivos, Administrativos, Instalaciones y Dependencia de Instituciones Externas. También como punto fundamental, se les pidió su opinión sobre proceso de autoevaluación que se lleva a cabo en el departamento cada año para seguir manteniendo la acreditación del programa educativo.

Más adelante, entre todos seleccionaron los puntos más relevantes para diseñar el diagrama de Ishikawa. Posterior a esto se les pidió que seleccionaran los puntos más relevantes a través de votación para construir el Histograma de Pareto de cada una de las áreas. Duro aproximadamente una hora y media.








## Análisis de datos

Se analizará la información de acuerdo con cada una de las técnicas empleadas: Diagrama de fuerzas, Diagrama de Ishikawa, Histograma de Pareto.

### 5.6. Resultados.

El moderador coordinó el proceso de identificación consenso, priorización y registro de las percepciones del equipo. La fuerza y relevancia de cada aspecto se identificaron con las flechas más gruesas, las cuales son las que requieren más atención en posibles planificaciones y actuaciones. A continuación se presentan las opiniones del grupo resumidas y aplicadas al campo de fuerzas, los resultados se expresan en las tablas 12 a la 16.

**Tabla 12. Campo de fuerzas de la evaluación de Alumnos.**

favorables		no favorables
1. Interés		1. Apatía
2. Dedicados		2. No dedicados
3. Eficiencia terminal		3. Deficiencia terminal
4. Emprendedores		4. Poco emprendedores
5. Autodidactas		5. Dependientes
6. Software de apoyo al proceso de acreditación		6. Falta de herramienta informática para el proceso de acreditación
7. Usan TIC		7. No usan TIC



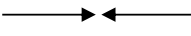


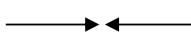

**Tabla 13. Campo de fuerzas de la evaluación de Profesores.**

<b>favorables</b>		<b>no favorables</b>
1. Resolver problemas		1. Falta de un modelo de gestión administrativa y académica.
2. Conocimiento en su área de especialidad		2. No saben didáctica y pedagogía
3. Libertad de cátedra		3. No hay libertad de cátedra
4. Participación en los procesos de acreditación		4. No hay participación en los procesos de acreditación debido a que el método actual para el acopio de la información requerida es poco eficiente. Es artesanal.
5. Capacitación en TIC		5. Falta de capacitación en las TIC
6. Clima favorable		6. Malas relaciones entre profesores
7. Uso de nuevas tecnologías en cursos		7. Falta de capacitación en el uso de nuevas tecnologías




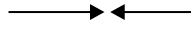

**Tabla 14 Campo de fuerzas de la evaluación de Directivos.**

<b>favorables</b>		<b>no favorables</b>
1. Creativos		1. No hay formulación de planes operativos y de mejoramiento, en la planeación, ejecución y control de procesos administrativos y académicos.
2. Software que haga más eficiente el proceso de acreditación		2. No existe un software que agilice el proceso de acreditación
3. Flexibilidad curricular		3. No permiten flexibilidad curricular
4. Pertinentes		4. No pertinentes
5. Buenas relaciones con la comunidad Fitotecnia		5. No toman en cuenta alumnos, profesores. Administrativos
6. Ofrecen cursos de capacitación sobre el curso de TIC		6. No ofrecen suficientes cursos de capacitación TIC
7. Buena gestión con instancias internas y externas		7. Mala gestión con autoridades como SAGARPA, CONACYT, Sindicatos.

**Tabla 15 Campo de fuerzas de la evaluación de Administrativos.**

<b>favorables</b>		<b>no favorables</b>
1. Eficientes		1. No hay libertad para hacer el trabajo
2. Automatización para agilizar los procesos diarios y facilite la captura de información requerida para informes de COMEAA		2. No existe un sistema que agilice los procesos diarios y facilite la captura de información requerida para informes de COMEAA
3. Accesibles		3. Malas formas
4. Trabajo en equipo		4. No trabajan en equipo
5. Responsables		5. Solo realizan actividades de su profesiograma
6. Puntuales		6. No respetan los horarios establecidos
7. Experiencia		7. No hay suficiente preparación para algunos puestos

**Tabla 16 Campo de fuerzas de la evaluación de Instalaciones.**

<b>favorables</b>		<b>no favorables</b>
1. Mobiliario adecuado en aulas (proyector, butacas, cortinas)		1. Mobiliario en malas condiciones
2. Salones amplios, limpios, laboratorios equipados		2. No están bien diseñados, no hay tic
3. Edificios bien estructurados		3. No hay sistemas contra sismos, incendios, corrientes
4. Espacios recreativos		4. No hay suficientes espacios recreativos
5. Seguridad, libertad		5. Inseguridad

Después de analizar y resumir los puntos expuestos por los participantes en la reunión, para la construcción del diagrama de Ishikawa, se acordaron tomar los que se muestran a continuación:

#### Alumnos:

- Apatía en el aspecto social.
- Poco emprendedores.
- Dependientes a lo aprendido solo en clases
- Falta de herramienta informática para el proceso de acreditación

#### Profesores:

- No saben didáctica y pedagogía.
- No hay participación en los procesos de acreditación debido a que el método actual para el acopio de la información requerida es poco eficiente, es artesanal.
- Falta de capacitación en las TIC
- Malas relaciones entre profesores

#### Directivos:

- No existe un software que agilice el proceso de acreditación
- No son pertinentes con la comunidad.
- No toman en cuenta a los alumnos, profesores, administrativos.
- No ofrecen suficientes cursos de capacitación.
- Malas gestiones ante instancias como SAGARPA, PNPC, CONACyT, Sindicatos.

#### Administrativos:

- No hay libertad para hacer el trabajo
- No trabajan en Equipo
- Sólo realizan actividades establecidas en su profesiograma.
- No hay suficiente preparación para algunos puestos.
- No existe un sistema que agilice los procesos diarios y facilite la captura de información requerida para informes COMEAA.

Instalaciones:

- Se tiene mobiliario en malas condiciones.
- Los salones no están bien diseñados, no hay TIC.
- No hay sistemas contra sismos, incendios, corrientes eléctricas en buenas condiciones.



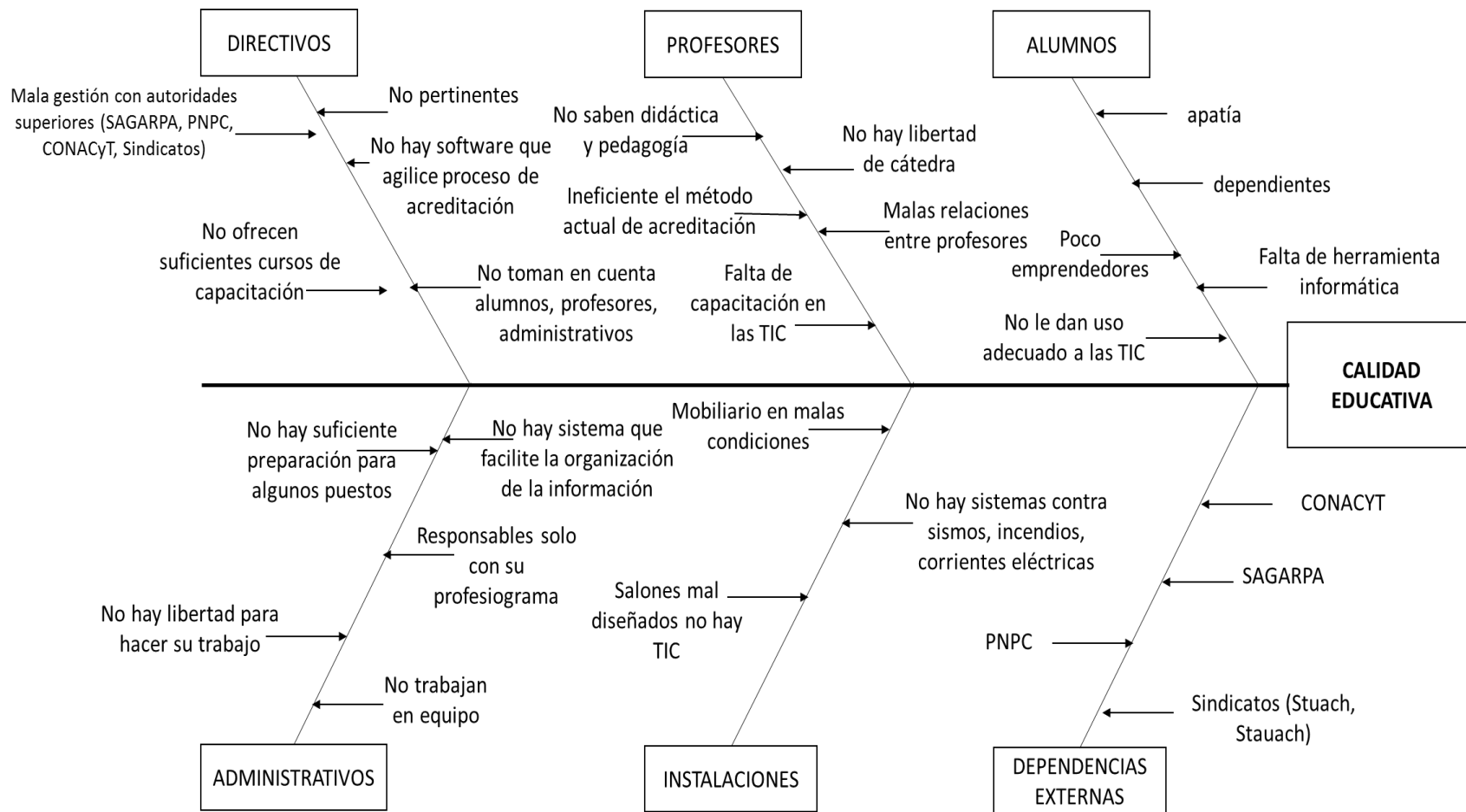


Figura 29. Diagrama de Ishikawa

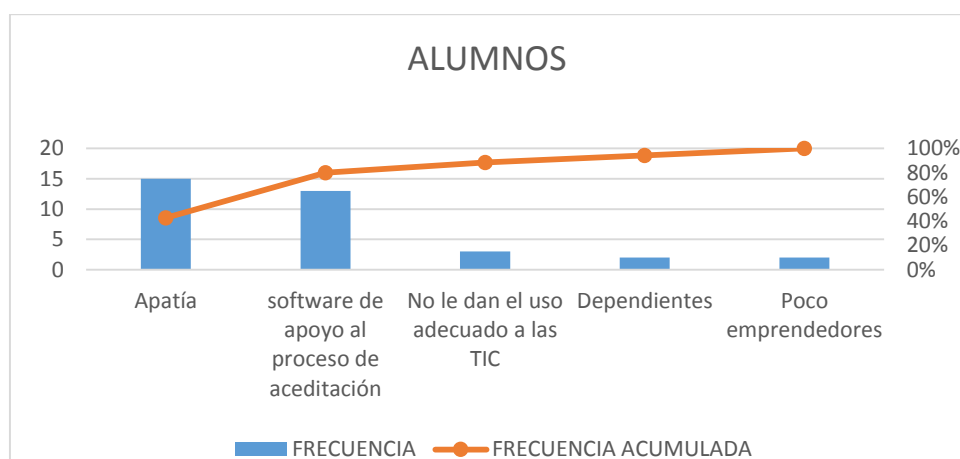
Fuente: Propia

## Histograma de Pareto

Se obtuvieron los siguientes diagramas de Pareto para cada una de las causas:

**Tabla 17 Alumnos.**

ALUMNOS	Frecuencia	Frec. Rel.	Frec. Rel. Acum.
Apatía	15	43%	43%
software de apoyo al proceso de acreditación	13	37%	80%
No le dan el uso adecuado a las TIC	3	9%	89%
Dependientes	2	6%	94%
Poco emprendedores	2	6%	100%
	35	1	

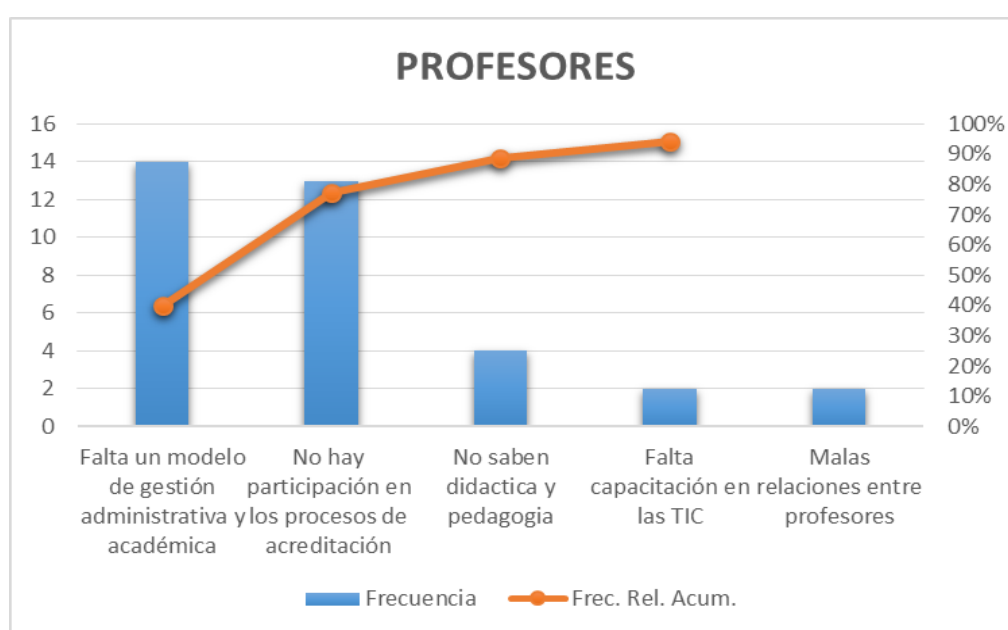


**Gráfica 2. Alumnos**

Se observa en los alumnos apatía social ya que no sienten la atención debida argumentando que sus directivos y profesores no cuentan con información que ayude a mantener en constante observación la situación real de cada uno de ellos; los alumnos son poco emprendedores, lo que conlleva a ser poco aportadores al desarrollo social, científico, económico del país, son dependientes del conocimiento que reciben en las aulas, en cuanto al proceso de acreditación del programa discuten que hace falta una herramienta informática para el proceso de acreditación. Así mismo los alumnos destacan que no hay un software que los apoye a sus trámites y al proceso de acreditación.

Tabla 18 Profesores.

PROFESORES	Frecuencia	Frec. Rel.	Frec. Rel. Acum.
Falta un modelo de gestión administrativa y académica	14	40%	40%
No hay participación en los procesos de acreditación	13	37%	77%
No saben didáctica y pedagogía	4	11%	89%
Falta capacitación en las TIC	2	6%	94%
Malas relaciones entre profesores	2	6%	100%
	35	1	

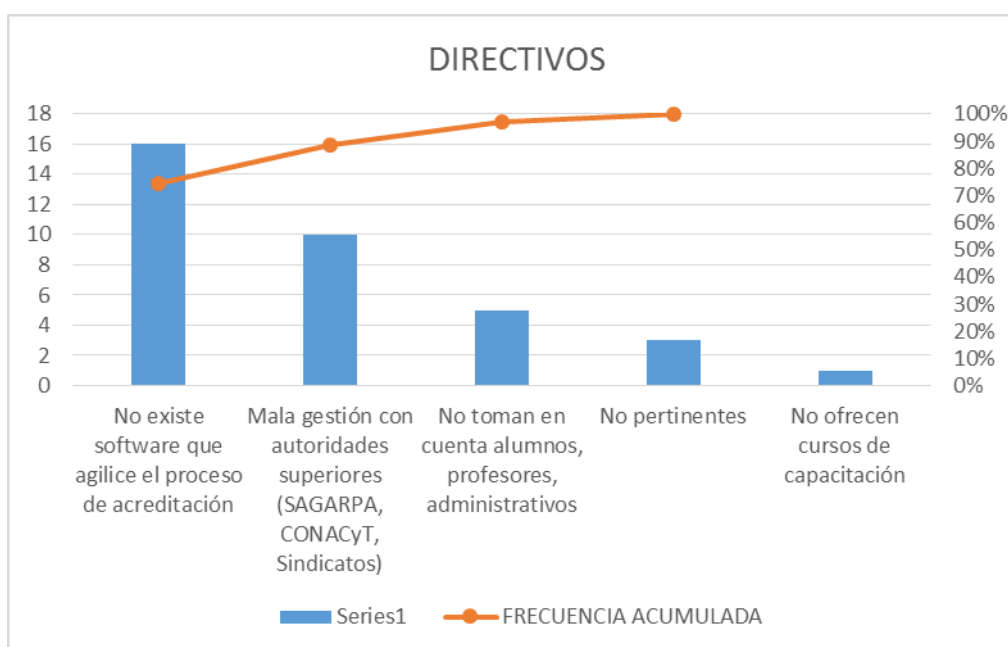


Gráfica 3. Profesores

En cuanto a profesores, no hay participación por parte de ellos en los procesos de acreditación debido a que el método actual para el acopio de la información requerida es poco eficiente, es artesanal. Los profesores no saben didáctica y pedagogía, por lo que sus métodos de enseñanza pueden ser deficientes, profesores sin capacitación en las TIC se asume falta de instrumentos apropiados y confiables para la transmisión del conocimiento.

**Tabla 19.Directivos.**

DIRECTIVOS	Frecuencia	Frec. Rel.	Frec. Rel. Acum.
No existe software que agilice el proceso de acreditación	16	46%	46%
Mala gestión con autoridades superiores (SAGARPA, CONACyT, Sindicatos)	10	29%	74%
No toman en cuenta alumnos, profesores, administrativos	5	14%	89%
No pertinentes	3	9%	97%
No ofrecen cursos de capacitación	1	3%	100%
	35	100%	

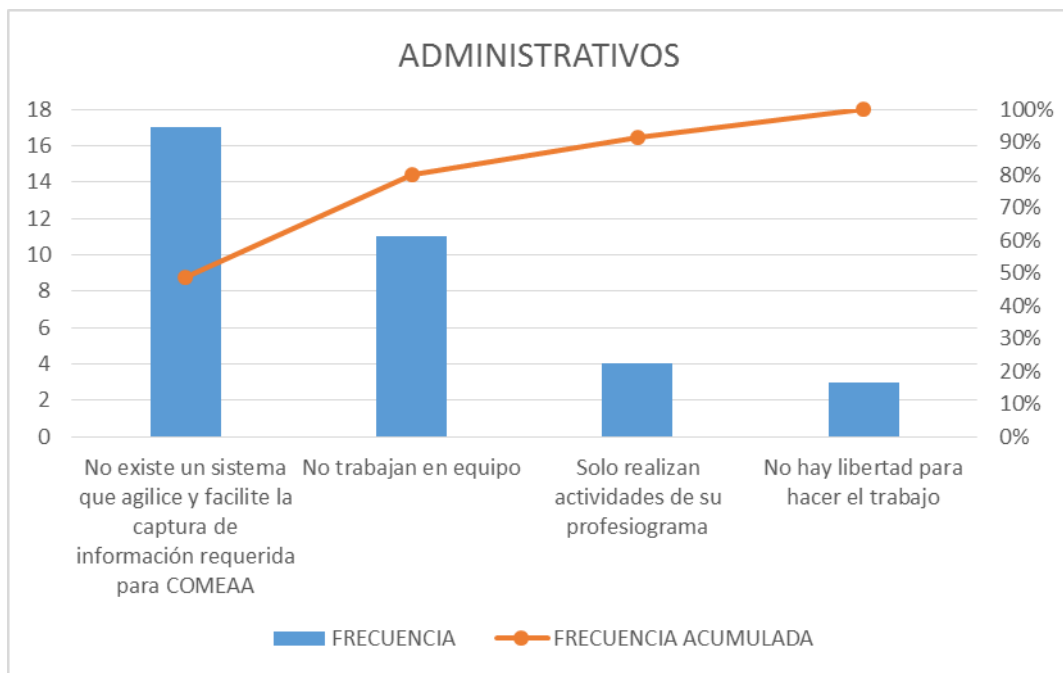


**Gráfica 4.Directivos**

Los directivos no son pertinentes con la comunidad, no toman en cuenta a los alumnos, profesores, administrativos para proponer procesos e instrumentos apropiados y confiables para la evaluación de los aprendizajes, no ofrecen suficientes cursos de capacitación y tienen malas gestiones antes instancias como SAGARPA, los sindicatos, entre otros. En cuanto a los procesos de acreditación, argumentan que no existe en la actualidad un software que agilice dicho proceso.

**Tabla 20 Administrativos.**

<b>ADMINISTRATIVOS</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Frec. Rel.</b>	<b>Frec. Rel. Acum.</b>
No existe un sistema que agilice y facilite la captura de información requerida para COMEAA	17	49%	49%
No trabajan en equipo	11	31%	80%
Solo realizan actividades de su profesiograma	4	11%	91%
No hay libertad para hacer el trabajo	3	9%	100%
	35	1	

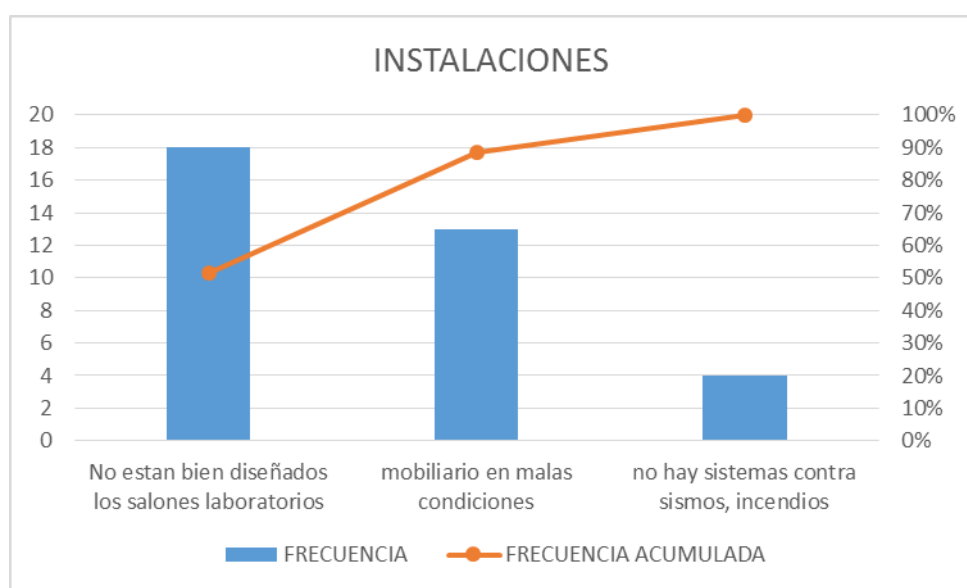


**Gráfica 5. Administrativos**

Los administrativos no trabajan en equipo y desarrollan sólo actividades establecidas en su profesiograma, por lo que no se produce un sistema eficiente de gestión y administración. Además de que argumentan que no existe un sistema informático que agilice los procesos diarios y facilite la captura de información requerida para informes de COMEAA.

**Tabla 21.Instalaciones.**

INSTALACIONES	Frecuencia	Frec. Rel.	Frec. Rel. Acum.
No estan bien diseñados los salones laboratorios	18	51%	51%
mobiliario en malas condiciones	13	37%	89%
no hay sistemas contra sismos, incendios	4	11%	100%
	35	1	



**Gráfica 6. Instalaciones.**

En cuanto a las instalaciones, se tiene mobiliario en malas condiciones, los salones no están bien diseñados, no hay infraestructura moderna y suficiente para apoyar el trabajo académico de profesores y alumnos.

## **5.7. Conclusiones del estudio**

Se cumplieron los objetivos de este estudio, la hipótesis propuesta no se rechaza ya que se logró identificar los factores que influyen en la calidad educativa así como en el proceso de acreditación del programa educativo Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia (IAEF) del departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo.

Se concluye que en el departamento de Fitotecnia, la gestión administrativa es uno de los principales factores que dificulta realizar de manera eficiente el proceso de acreditación para seguir manteniendo la calidad educativa del programa educativo.

No se cuentan con modelos de gestión administrativa en el departamento de Fitotecnia adoptados por los directivos docentes, lo que da origen a problemáticas que interfieren en la toma de decisiones, en la formulación de planes operativos y del mejoramiento, en la planeación, ejecución y control de los procesos inherentes a la gestión administrativa.

Ante esta situación, es evidente que durante el proceso de acreditación, el acopio de la información se ha convertido en un gran desafío, puesto que ésta se encuentra distribuida en diferentes áreas del Departamento y en ocasiones no hay homogeneidad en la forma de presentarla, existe redundancia en la información, lo cual se evidencia en el deficiente manejo de la misma, ya que puede resultar poco confiable, poco oportuna e irrelevante para garantizar permanentemente la calidad del programa acreditado. Lo anterior, provoca que la comunidad educativa no se integre de manera significativa a estos procesos de acreditación, quizá por lo complicado o complejo de los sistemas que se adoptan para llevar a cabo estos procesos.

## **5.8. Propuesta de mejora.**

Por lo anterior y teniendo en consideración que es de suma importancia la organización de la información para un buen desempeño en los procesos de acreditación, se propone el diseño de un Sistema Informático web como apoyo al proceso de acreditación de la Unidad Académica Fitotecnia (UAF) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), que permita obtener, procesar y entregar información confiable que coadyuve a la toma de decisiones.

Dicha propuesta coincide con el actual Plan de Mejora Continua 2011 de la UAF (donde se definen las estrategias necesarias que tienen que llevarse a cabo para cumplir con las metas establecidas) en la identificación de debilidades y propuesta general de acciones de mejora, en el apartado II. Conducción Académico-Administrativa del programa se puede identificar que los procesos implementados para garantizar la mejora continua son insuficientes y existe una falta de compromiso de algunos miembros de la comunidad para participar en dichos procesos. Así mismo en el apartado VI. Personal Académico se identificó como propuesta el diseño e implementación de software para contar con una base de datos que facilite los procesos de evaluación y control, debido a que los mecanismos de seguimiento y evaluación académica son lentos y con baja respuesta por parte del personal académico. Por lo que se ha plasmado dicha propuesta en la Planeación de Estrategias de Mejora específicamente en la Categoría 3.2, categoría 5.2 en este caso el diseño de software para el seguimiento del quehacer académico de la matrícula, Categoría 6.3, Categoría 10.4 (Plan de Mejora Continua, 2011).



## 6. SISTEMA INFORMÁTICO WEB COMO APOYO AL PROCESO DE AUTOEVALUACIÓN DE LA UNIDAD ACADÉMICA FITOTECNIA, DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO (SIGCEA).

### 6.1. Introducción.

La construcción de un sistema de información debe contar con un adecuado rumbo de acción que garantice el éxito del mismo. Por esta razón es útil apoyarse en un modelo que constituya etapas con una ejecución de orden cronológico, donde los resultados producidos por una, alimenten las funciones de la siguiente (Peña Ayala, 2006).

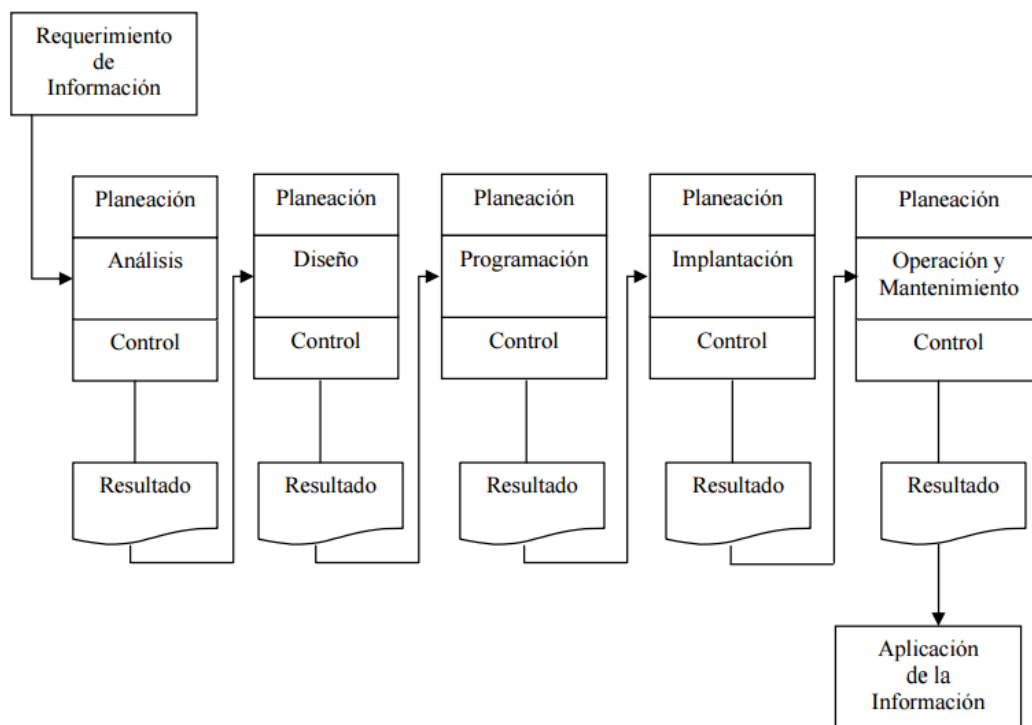


Figura 30. Etapas para la construcción de un Sistema de Información.

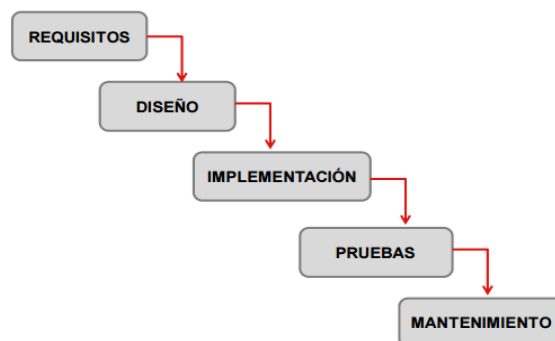
Fuente: (Peña Ayala, 2006).

Según Sommerville (2005), para muchos el software son solo programas de computadora, sin embargo son todos aquellos documentos asociados a la configuración de datos que se necesitan para hacer que estos programas operen de manera adecuada. Para el diseño y desarrollo de proyectos de software se aplican metodologías, modelos y técnicas que permiten resolver los problemas.

La ingeniería del software establece una serie de modelos con distintas etapas y estados por los que se desarrolla un producto software, desde su concepción inicial, desarrollo, puesta en marcha y mantenimiento, hasta la retirada del producto. A estos modelos se les denomina “Modelos de ciclo de vida del software”. Este describe las fases principales de desarrollo de software, define las fases primarias esperadas de ser ejecutadas en cada fase, ayuda a administrar el progreso del desarrollo y provee un espacio de trabajo para la definición de un proceso detallado de desarrollo de software (Laboratorio Nacional de Calidad del Software de IN, 2009).

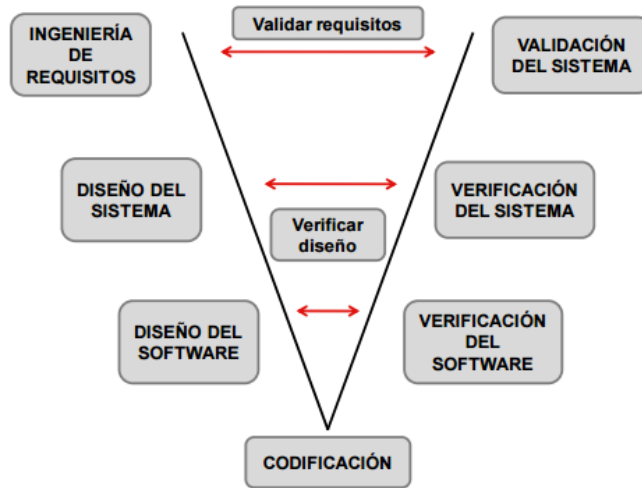
Para Lawrence y Shari, (1998) existen varias alternativas de modelos de ciclo de vida.

1. Modelo en cascada (Figura31).
2. Modelo V (Figura32).
3. Modelo Iterativo (Figura33)
4. Modelo de desarrollo incremental (Figura34).
5. Modelo en espiral (Figura35).
6. Modelo de prototipos (Figura36).



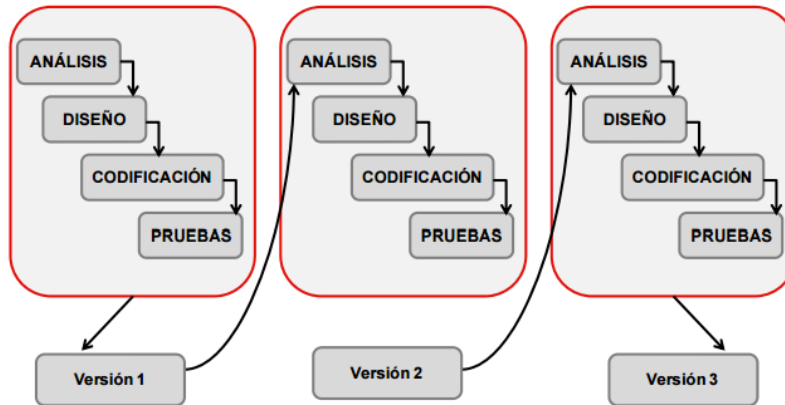
**Figura 31. Modelo en Cascada.**

Fuente: (Lawrence-Pfleenger *et al.*, 1998).



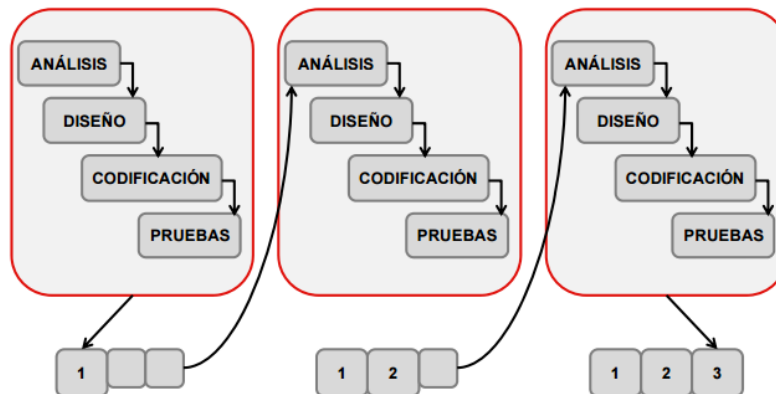
**Figura 32. Modelo V.**

Fuente: (Lawrence-Pfleenger, 1998)



**Figura 33. Modelo iterativo.**

Fuente: (Lawrence-Pfleenger *et al.*, 1998)



**Figura 34. Modelo incremental.**

Fuente: (Lawrence-Pfleenger *et al.*, 1998)



**Figura 35. Modelo en espiral.**

Fuente: (Lawrence-Pfleenger, 1998).



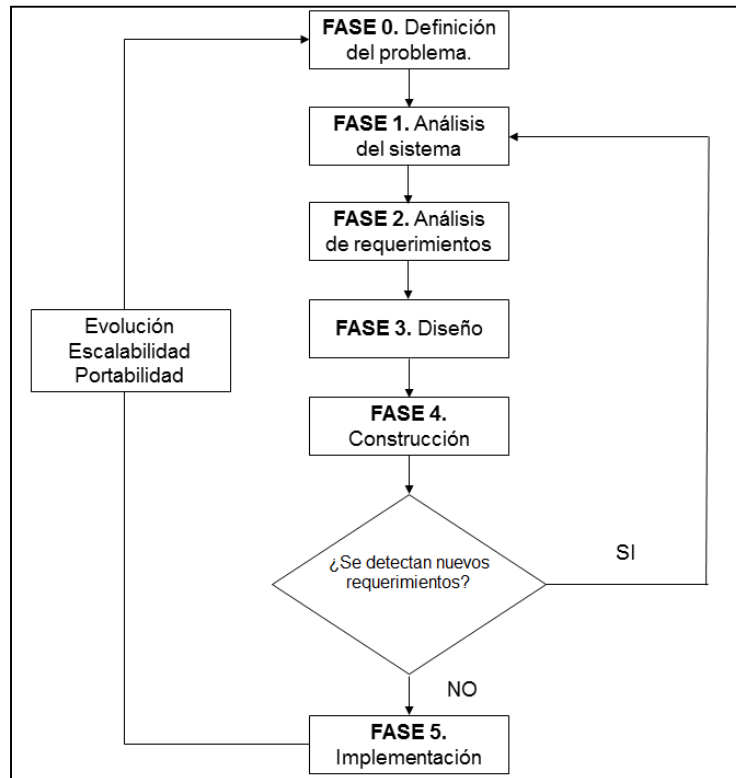
**Figura 36. Modelo iterativo.**

Fuente: (Lawrence-Pfleenger *et al.*, 1998)

Bruce (2003) explica que no existe un modelo universal para hacer frente con éxito a un proyecto de desarrollo de software. Todo modelo debe ser adaptado al contexto del proyecto, es decir a los recursos técnicos y humano, tiempo de desarrollo, tipo de sistema, etc.).

## 6.2. Fases del prototipo del SIGCEA.

El prototipo del sistema se basó en diferentes modelos empleados para construir software aplicado a la educación y basado en conceptos y buenas prácticas de Ingeniería de software –como los de Lawrence *et al.*, (2010), Peña (2006), Alonso, F.; Martínez Normand, F., Segovia, (2005) entre otros – La figura 37 muestra la propuesta para el SIGCEA.



**Figura 37. Propuesta de la metodología empleada para el SIGCEA.**

Fuente: Propia.

A continuación se explica cada una de las fases:

**Fase 0. Definición del problema.** Esta fase se comprende y describe que problema va a resolver el sistema a desarrollar. Se recogerá la descripción de más alto nivel de la funcionalidad que tendrá el SIGCEA, sus características principales y sus objetivos clave.

**Fase 1. Análisis del sistema.** Esta fase corresponde al proceso mediante el cual se intenta descubrir qué es lo que realmente se necesita y que tiene que hacer el sistema. Aquí se busca obtener mayor claridad de las necesidades del usuario, recoger información pertinente al sistema y pasar a la siguiente fase.

**Fase 2. Análisis de requerimientos.** En esta fase se llega a una comprensión adecuada de los requerimientos del sistema. Se organiza la información recogida de manera que pueda interpretarse antes de proceder al diseño del sistema.

**Fase 3. Diseño del sistema.** Son las características del sistema que nos permitirá implementarlo de forma efectiva (el cómo). En esta fase se han de estudiar posibles alternativas de implementación para el sistema a construir y se decide la estructura general que tendrá el sistema (diseño arquitectónico). Esta fase también representa la faceta del diseño de la base de datos.

**Fase 4. Construcción.** Desarrollo del sistema, interfaces, programas específicos para programación, codificación de programas, integración de los programas en módulos o componentes.

Hay una pregunta intermedia ¿Nuevos requisitos? En donde a través de las pruebas locales y en la web, se define si habrá que analizar nuevos requisitos o pasar a la siguiente fase de implementación.

**Fase 5. Implementación.** El objetivo de esta fase es realizar las actividades necesarias para poner a disposición de los usuarios el sistema para que comience a trabajar y se capacita a los usuarios para que puedan utilizarlo.

### 6.2.1. Fase 0. Definición del problema.

Se definió un procedimiento (Figura 38) en esta fase para comprender y describir el problema que resolverá el SIGCEA en el proceso de acreditación del programa educativo de la Unidad Académica de Fitotecnia ante COMEAA y definir qué es exactamente lo que tiene que hacer el sistema, la identificación de áreas y usuarios finales del sistema.

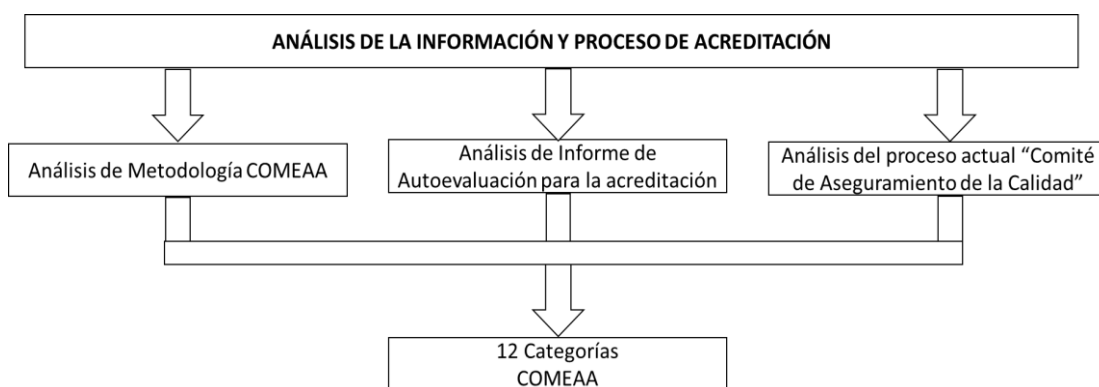


Figura 38. Procedimiento para el análisis de la información.

Fuente: Propia.

**Análisis de la información y proceso de acreditación.** En este proceso se analizó el tipo de información que se requiere almacenar en la base de datos del SIGCEAA, de acuerdo a la metodología que establece el Comité Mexicano de Acreditación de la Educación Agronómica A.C. (COMEAA), uno de los organismos acreditados por COPAES (Capítulo 3, apartado 3.2).

También fue importante conocer el actual proceso que implementa el Comité de Aseguramiento de Calidad para el llenado del informe de autoevaluación para la acreditación de la Unidad Académica de Fitotecnia (Fitotecnia, 2014).

**Análisis de Metodología COMEAA.** Se realizó un análisis del documento llamado Guía de Autoevaluación, que pone COMEAA a disposición para la Unidad Académica de Fitotecnia como guía al proceso de autoevaluación y posterior acreditación del programa Académico Ingeniero Especialista en

Fitotecnia. La guía de autoevaluación es vista como un medio y una alternativa para conocer la realidad y transformarla, como vía para lograr el mejoramiento continuo de instituciones como la Universidad Autónoma Chapingo.

Se comprendieron diferentes conceptos, objetivos, características, técnicas e instrumentos de evaluación y elementos que garantizan el éxito de una autoevaluación, así como las características que definen el auto informe, el cual debe apoyarse en evidencias tanto físicas como visuales, explicar fortalezas y debilidades, acciones de mejora, debe llegar a conclusiones que consideren las características generales de la institución y las particulares del programa educativo, a través de 12 categorías (Capítulo 3, sección 3.3).

**Análisis de informe de autoevaluación.** Una vez que se ha comprendido las categorías y los indicadores a cumplir en dicho informe de acuerdo a la guía de autoevaluación COMEAA, se procedió a analizar el último informe (en físico y en electrónico) que realizó el Comité de Aseguramiento de la Calidad de la Unidad Académica de Fitotecnia en el que obtuvo la reacreditación en el año 2011, vigente hasta el 2016.

**Análisis del proceso actual del Comité de Aseguramiento de la Calidad (CAC).** En la actualidad el CAC recaba información requerida en cada una de las áreas clave de Fitotecnia, como la subdirección Académica, subdirección de Investigación, subdirección de Extensión y Servicios, subdirección de Posgrado, para el informe de autoevaluación de una forma artesanal (Capítulo 3, sección 3.7).

**Categorías COMEAA.** De acuerdo a la Guía de Autoevaluación COMEAA, el tipo de información que engloban las 12 categorías se clasifica en:

- **Información descriptiva de carácter cualitativo.** Corresponde a aquellos antecedentes que dan cuenta de los insumos, procesos y resultados. Como algunos ejemplos podemos mencionar el perfil del



estudiante que ingresa, la descripción del proceso de evaluación de académicos o las competencias demostradas por egresados, entre otros.

- **Información descriptiva de carácter cuantitativo.** Corresponde a los datos duros que proporcionan evidencia del estado actual y la evolución de diversos indicadores vinculados con estudiantes (matrícula, retención, notas), académicos (número, dedicación horaria, títulos y grados), recursos e infraestructura (metros cuadrados, número de libros y revistas, relación estudiantes/recursos computacionales), etc.
- **Información analítica elaborada sobre la base de los datos cualitativos y cuantitativos recogidos,** y que se refiere a la interpretación y contextualización de la información en el marco de las características del programa. Esto incluye, por ejemplo, el análisis de series de datos, una discusión de las tendencias observadas o la vinculación entre antecedentes cualitativos (tales como políticas de admisión) y datos cuantitativos (cifras de reprobación o deserción).
- **Información de opinión.** Corresponde al juicio emitido por diversos actores de la comunidad respecto del desempeño y la calidad de la carrera en sus diversas áreas de desarrollo; usualmente es recogida a través de instrumentos como encuestas, cuestionarios, grupos focales, consulta mediante entrevistas, etc.

### **6.2.2. Fase 1. Análisis del sistema.**

Se identificó la necesidad que tiene la Unidad Académica de Fitotecnia de contar con un sistema informático web que permita obtener, procesar y entregar información confiable que coadyuve a los procesos de acreditación y a la toma de decisiones, a través de un estudio de calidad educativa (Capítulo 5) que tuvo como objetivo identificar los factores que influyen en la calidad educativa así como en el proceso de acreditación del programa educativo Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia (IAEF) del departamento de Fitotecnia.

### **6.2.3. Fase 2. Análisis de requisitos.**

Los requerimientos necesarios para el SIGCEA son:

1. Una base de datos que contenga la información para obtener los reportes requeridos por COMEAA.
2. Definir tipos de usuarios: administrador, alumnos, profesores, personal administrativo y personal del Comité de Aseguramiento de la Calidad de Fitotecnia.
3. El SIGCEA debe permitir introducir y recibir información descriptiva cualitativa, cuantitativa y de opinión, por medio de interfaces en un navegador web. que comuniquen a los usuarios con el servidor de la base de datos.
4. Debe ser fácil de administrar, permitiendo a los usuarios actualizar, guardar y eliminar información.
5. El sistema debe entregar reportes explícitos para COMEAA, además de tendencias para una mejora continua de la calidad del programa académico de Fitotecnia.
6. Atributos de calidad para el prototipo propuesto como escalable (adaptable a las 12 categorías del COMEAA), seguro (control de acceso al sistema mediante un nombre de usuario y un password) y amigable (contar con interfaces de usuario con menús respectivos y ayuda).

Requerimientos tecnológicos.

Software

- Servidor web Apache con soporte para PHP
- Manejador de Base de Datos MySQL

Tecnologías web

- Html y CSS
- Javascript, jQuery y jQueryUI
- CakePHP Framework

#### Herramientas de desarrollo

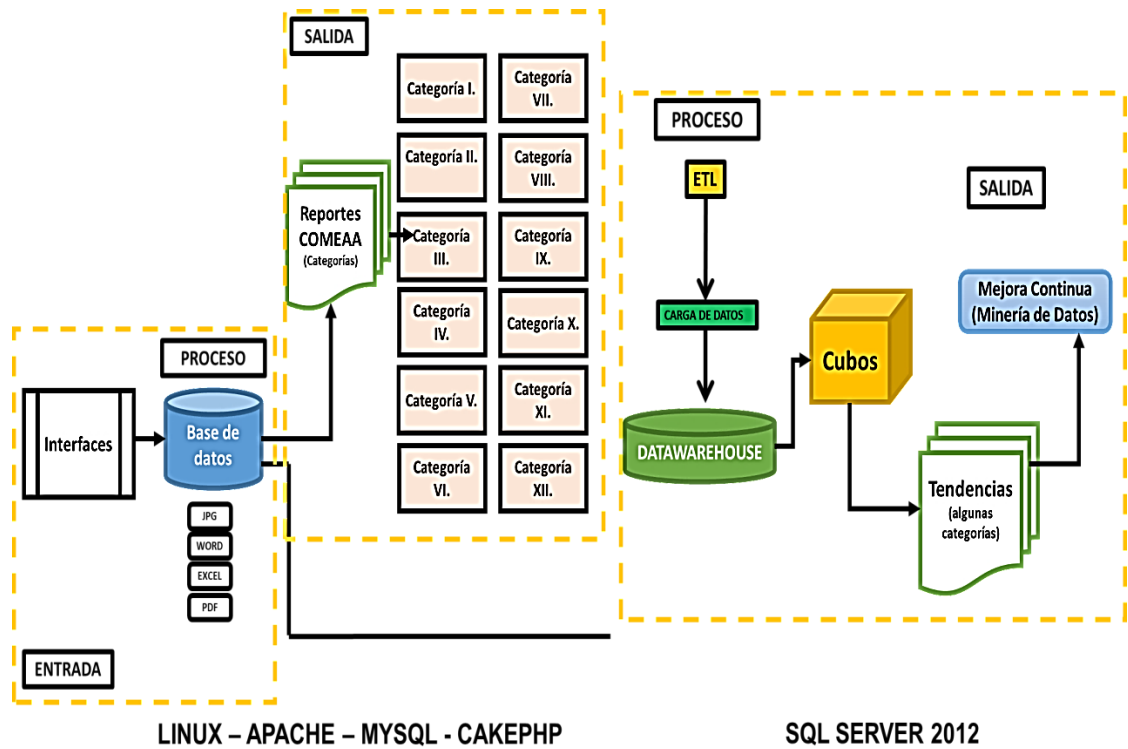
- IDE Eclipse para PHP
- Subversion (Visual SVN)
- Firefox Developer Edition
- Heidi SQL
- DbWrench
- Framework CakePHP.

#### **6.2.4. Fase 3. Diseño del sistema.**

Se definieron las características del SIGCEA que nos permitirán implementarlo de forma efectiva. En esta fase se estudiaron a detalle las posibles alternativas de implementación y se propuso un diagrama general (Figura 39) y la arquitectura que va a tener el sistema (Figura 40). La cual tiene como objetivo principal obtener, procesar y entregar información confiable que coadyuve en los procesos de acreditación de la Unidad Académica de Fitotecnia, a través de Data Warehouse, así como obtener tendencias para la mejora continua.

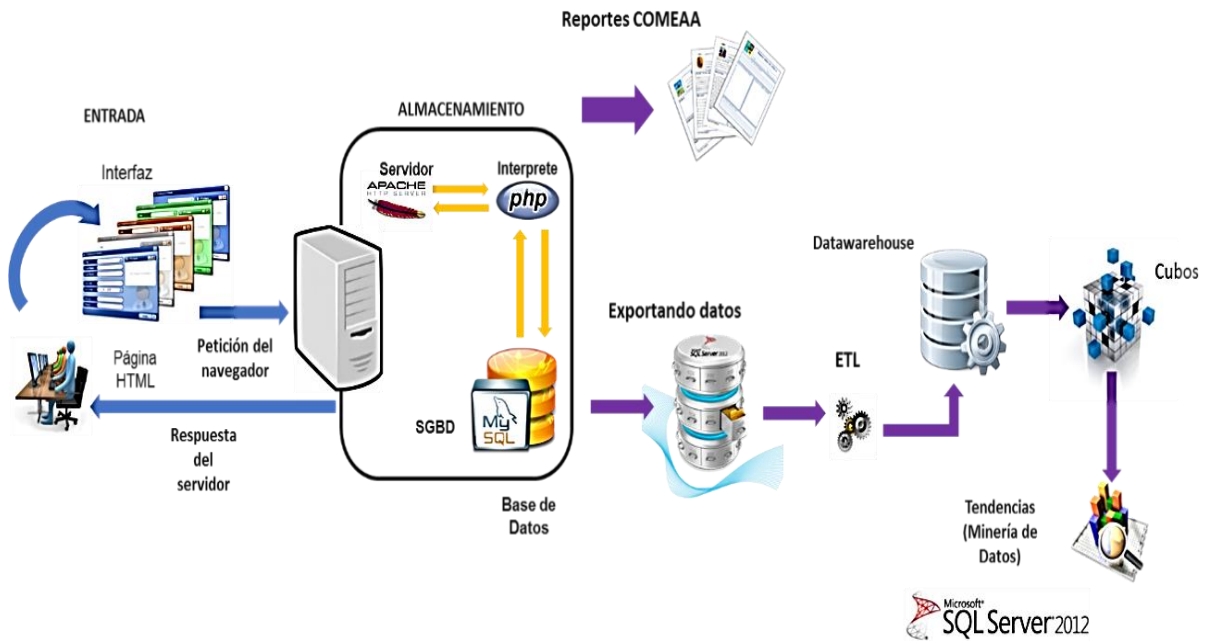
Para la operación del sistema se propuso diseñar la base de datos relacional con MySQL para Fitotecnia, la cual se alimentara a través de interfaces vía web, por usuarios previamente definidos, la información almacenada corresponderá a la que se maneja a diario en las áreas de mayor flujo de información como son la subdirección Académica, subdirección de Extensión y Servicio, subdirección de Investigación, subdirección de Postgrado. Con la información almacenada el sistema deberá ser capaz de arrojar los reportes que COMEAA solicita en cada una de sus 12 categorías (Capítulo 3, sección 3.3.) Se propone el diseño y elaboración de un Data Warehouse en SQL Server 2012, exportando parte de la base de datos transaccional mediante el proceso ETL (Capítulo 4, sección 4.6.) para conseguir cubos y a través de éstos obtener tendencias para la mejora continua de la calidad de la Unidad Académica de Fitotecnia. Dejando como recomendación la aplicación de algoritmos de minería de datos cuando se tenga

un volumen mayor de información y hacer la exploración y el análisis de manera eficiente.



**Figura 39. Esquema SIGCEA.**

Fuente: Barrera y García-Cué (2015).



**Figura 40. Arquitectura general del SGECA.**

Fuente: Propia.

A continuación se describe cada uno de los elementos que componen la arquitectura del SIGCEA:

**Usuarios:** Toda aquella persona que puede acceder al sistema. En este caso profesores, alumnos, secretarías y personal administrativo de la UAF que podrán agregar, modificar o consultar información de la Base de datos a través de ordenadores conectados a Internet.

**Interface.** Medio por el cual el usuario se comunica con el sistema. Se desarrolló con tecnologías web como html y Css, javascript jQuery y jQueryU **CakePHP Framework.** A través del software los usuarios podrán hacer Altas, Bajas y Cambios en los datos del SIGCEA, así como consultar reportes y salidas específicas del COMEAA. En la interfaz los usuarios hacen la petición al servidor y reciben la respuesta de la base de datos.

**Base de datos.** La base de datos está elaborada con: Servidor Apache de tipo HTTP web con soporte PHP, que recibe las peticiones de los usuarios y buscar los recursos que están solicitando en el sistema de archivos.

**MYSQL.** Sistema manejador de base de datos que permite el modelo relacional y multiusuario. MySQL es utilizado en aplicaciones web y está muy ligada a PHP.

Tanto el Interface como la Base de datos trabajan bajo la plataforma LINUX.

**Data warehouse.** La figura 41 muestra la estructura del Datawarehouse -basado en las sugerencias teórico-prácticas de Kimbal y Ross (2002) y Charle (2012)- para el SIGCEA. El Data warehouse se trabajó bajo la plataforma Windows y con el SQL-Server V12.

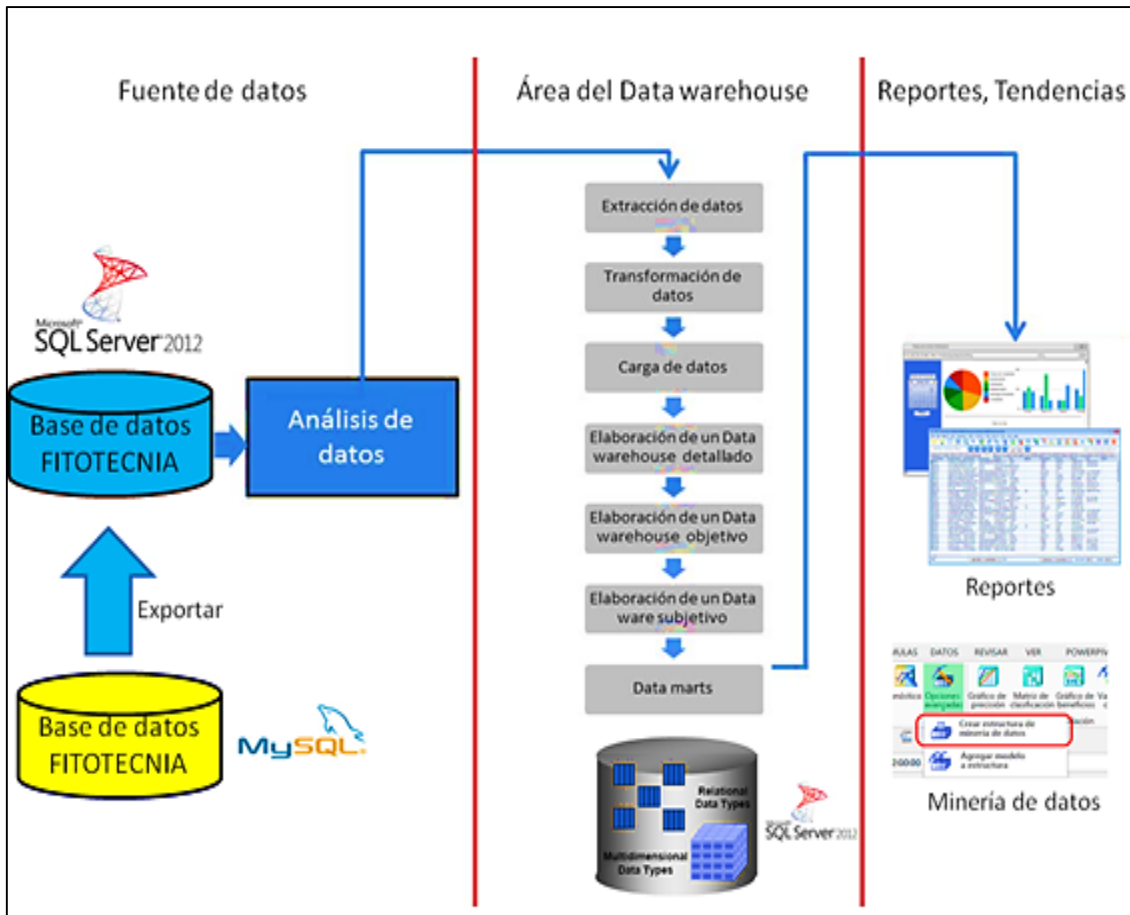


Figura 41. Arquitectura del Data warehouse propuesto para el SIGCEA

Fuente: Propia Investigación.

Dónde:

**Fuentes de Datos:** La BD original se hace en MySQL con información solicitada por el COMEAA. Después se exportan cada una de las tablas a SLQ Server 2012 que es el sistema que trabajará el Data warehouse.

**Área del Data Warehouse:** incluye a todos los datos que se integran para brindar información buscada:

1. Extracción: Se extraen los datos de la BD FITOTECNIA y se importan en el MS SQL Server 2012.

2. Transformación: La transformación incluye limpieza, combinación, homogeneización de unidades de medida, equivalencias de códigos, entre otras cosas.

3. Data Warehouse “objetivo” o detallado: es una BD que contiene los datos integrados con el mayor nivel de desagregación posible y con la información que se desea analizar, para nuestro caso de prueba la información requerida por el COMEAA.

4. Data warehouse “subjetivo” o agregado: compuesto por una única BD, por múltiples (data mart) o por ambas. Las pruebas se hicieron construyendo la información solicitada por el COMEAA.

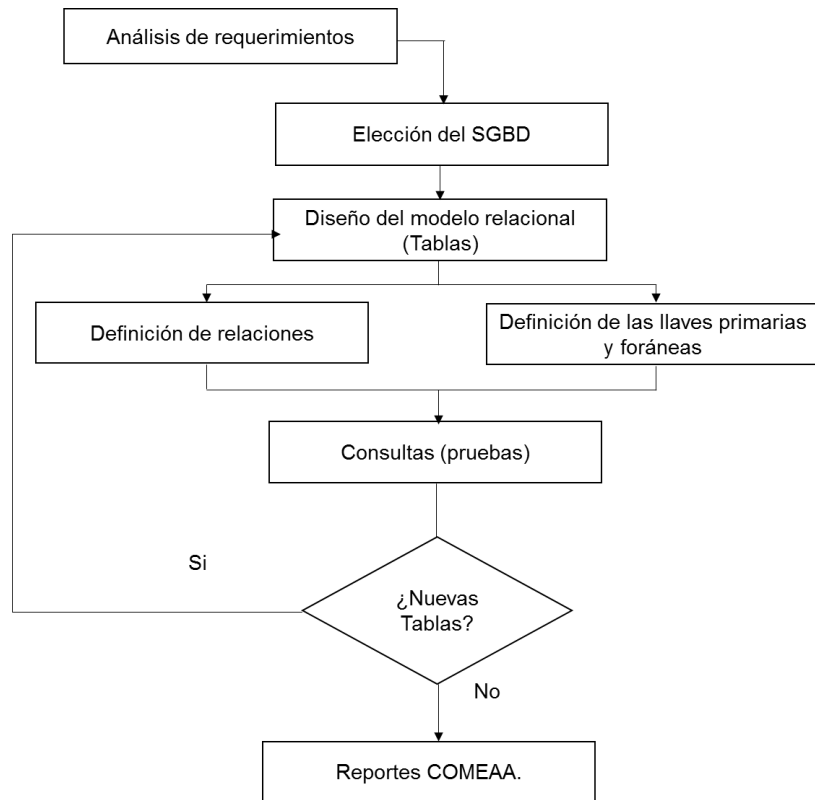
**Las herramientas de acceso y exploración de datos:** Son los componentes que emplean los beneficios de la solución. Se compone de las distintas herramientas que se implanten para explorar los datos, permitiendo el análisis multidimensional, minería de datos, reportes en Excel dinámico, gráficas, etc.

**Minería de Datos.** Se propone y recomienda aplicar algunos algoritmos de minería de datos cuando se tenga un volumen mayor de información y hacer la exploración y el análisis de manera eficiente.

Por un lado es necesario el diseño de la base de datos, tema que se tratara detalladamente a continuación, por otro lado, también se tienen que diseñar las aplicaciones que permitirán al usuario utilizar el sistema de información, es decir, las interfaces de usuario como se verá en la fase de construcción.

### **Diseño de la base de datos**

Durante el diseño de la base de datos (Figura 42), puntualizaremos los datos con los que ha de trabajar el SIGCEA. El análisis de requerimientos del sistema, permitirá organizar los datos con los que el SIGCEA habrá de trabajar.



**Figura 42. Fases para el diseño de la base de datos del SIGCEA.**

**Fuente: Propia.**

**Análisis de requerimientos.** Para comenzar con el diseño de la base de datos para el SIGCEA, se revisaron algunos de los reportes en formato Excel (Figura 43 y 44) que el Comité de Aseguramiento de la Calidad (CAC) emite a COMEAA. Se identificaron tres entidades principales: Alumnos, Profesores, Titulación y Cursos.



5.2.1 Calificaciones Generacion - Excel

1	GENERACION		CALIFICACIONES							
2	INGRESO	MATRICULA	NOMBRE	CICLO	SEMESTRE	GRADO	MATERIA	NOMBRE	TIPO	FINAL
61444	2009-2010	0812245-6	VELAZQUEZ PADRON ROSA LETICIA	2009-2010	2	4	1214	INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS ESTADÍSTICOS	80	B
61445	2009-2010	0611383-4	ZACARIAS MARTINEZ ANGEL RENE	2009-2010	1	4	2774	BIOQUIMICA VEGETAL	80	B
61446	2009-2010	0611383-4	ZACARIAS MARTINEZ ANGEL RENE	2009-2010	1	4	1042	EDAFOLOGIA	91	B
61447	2009-2010	0611383-4	ZACARIAS MARTINEZ ANGEL RENE	2009-2010	1	4	1358	ESTRUCTURA DE LAS PLANTAS CULTIVADAS	82	B
61448	2009-2010	0611383-4	ZACARIAS MARTINEZ ANGEL RENE	2009-2010	1	4	1439	INTRODUCCIÓN A LA MICROCOMPUTACIÓN	96	B
61449	2009-2010	0611383-4	ZACARIAS MARTINEZ ANGEL RENE	2009-2010	1	4	2773	MAQUINARIA AGRÍCOLA	82	B
61450	2009-2010	0611383-4	ZACARIAS MARTINEZ ANGEL RENE	2009-2010	1	4	2068	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	85	B
61451	2009-2010	0611383-4	ZACARIAS MARTINEZ ANGEL RENE	2009-2010	1	4	1081	RIEGO PARCELARIO	68	B
61452	2009-2010	0611383-4	ZACARIAS MARTINEZ ANGEL RENE	2009-2010	2	4	1660	AGRICULTURA REGIONAL I	67	B
61453	2009-2010	0611383-4	ZACARIAS MARTINEZ ANGEL RENE	2009-2010	2	4	1678	ETNOBOTÁNICA	97	B
61454	2009-2010	0611383-4	ZACARIAS MARTINEZ ANGEL RENE	2009-2010	2	4	1317	FENOLOGÍA AGRÍCOLA	80	B
61455	2009-2010	0611383-4	ZACARIAS MARTINEZ ANGEL RENE	2009-2010	2	4	127	FISIOLOGÍA VEGETAL	87	B
61456	2009-2010	0611383-4	ZACARIAS MARTINEZ ANGEL RENE	2009-2010	2	4	2069	FITOPATOLOGÍA	99	B
61457	2009-2010	0611383-4	ZACARIAS MARTINEZ ANGEL RENE	2009-2010	2	4	986	INGLES TÉCNICO I	82	B
61458	2009-2010	0611383-4	ZACARIAS MARTINEZ ANGEL RENE	2009-2010	2	4	1214	INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS ESTADÍSTICOS	89	B
61459	2009-2010	0812277-2	ZARAGOZA GONZALEZ FRANCISCO SAMUEL	2009-2010	1	4	2774	BIOQUIMICA VEGETAL	88	B
61460	2009-2010	0812277-2	ZARAGOZA GONZALEZ FRANCISCO SAMUEL	2009-2010	1	4	1042	EDAFOLOGIA	88	B
61461	2009-2010	0812277-2	ZARAGOZA GONZALEZ FRANCISCO SAMUEL	2009-2010	1	4	1358	ESTRUCTURA DE LAS PLANTAS CULTIVADAS	72	B
61462	2009-2010	0812277-2	ZARAGOZA GONZALEZ FRANCISCO SAMUEL	2009-2010	1	4	1439	INTRODUCCIÓN A LA MICROCOMPUTACIÓN	86	B
61463	2009-2010	0812277-2	ZARAGOZA GONZALEZ FRANCISCO SAMUEL	2009-2010	1	4	2773	MAQUINARIA AGRÍCOLA	100	B

Figura 43. Reporte en Excel, categoría V. Alumnos, indicador 5.2.1.

Fuente: Informe de Autoevaluación 2011.

5.2.3 Egresados Fitotecnica - Excel

1	MATRICULA	NOMBRE	GENERACION	DURACION	STATUS	MOTIVO DE BAJA	EXTRAS	PREPA/PROPE T1	T2	EXTRAS	T1	T2	TITULO
4	9911445-5	ABURTO RODRIGUEZ ERUBIEL	2000-2001		BAJA	SOLICITUD DEFINITIVA							
5	9710003-2	ACEVEDO ORTIZ FELICIANO	2000-2001		4	EGRESADO				1			"ESTUDIO DEL COMPC
6	9911585-7	AGUILAR ZAMORANO REYNALDO	2000-2001		4	EGRESADO							"DESCRIPCIÓN VARIET
7	9710038-1	ALQUIRERA HARO PEDRO	2000-2001		4	EGRESADO	5	1		2			"EVALUACIÓN DE ADIT
8	9911435-8	ALVAREZ CASTAÑEDA JAVIER	2000-2001		4	EGRESADO							"EVALUACIÓN DEL REN
9	9610033-9	ALVAREZ MEDINA ADAN	2000-2001		5	EGRESADO							"RELACIÓN ENTRE PRU
10	9911276-2	ANDRADE TRUJILLO ALEJANDRO	2000-2001		4	EGRESADO							"ANÁLISIS FINANCIER
11	9710093-2	BARRALES LOPEZ ANGELICA	2000-2001		4	EGRESADO							"MULTIPLICACIÓN, EN
12	9710095-7	BARRIENTOS HERNANDEZ FELICIA	2000-2001		4	EGRESADO	3	1		3			"APLICACIÓN DE ÁCID
13	9710096-5	BARRIOS AGUILAR MARIO	2000-2001		4	EGRESADO							"CARACTERIZACIÓN Y:
14	9710104-5	BECCERRA LOPEZ PEDRO ALFREDO	2000-2001		4	EGRESADO	1	1					"EVALUACIÓN DE SUST
15	9911577-6	BERMUDEZ RODRIGUEZ DEISY	2000-2001		4	EGRESADO				2			"TAMAÑO DE MUESTR
16	9911201-6	BERROSPÉ OCHOA EDGAR ALEJANDRO	2000-2001		4	EGRESADO				4	1		"CRECIMIENTO VEGET
17	9710116-7	BRAVO CALDERON IVAN ALBERTO	2000-2001		5	EGRESADO	1	1		5	1		
18	9911754-1	CANALES GALICIA ROCIO	2000-2001		4	EGRESADO				5	2		
19	9710150-7	CANTUN CAAMAL MIGUEL ANGEL	2000-2001		5	EGRESADO				2	1		"ESTABILIDAD DEL REN
20	9710163-7	CARRERA HERNANDEZ NARCIZO	2000-2001		4	EGRESADO							"EFECTO DE CUATRO S
21	9911606-7	CASTRO MACIAS ALBERTO JORGE	2000-2001		4	EGRESADO							"COMPARACIÓN DE TS
22	9911678-9	CHAVEO JARAMILLO JESUS	2000-2001		4	EGRESADO							"CONTROL QUÍMICO I
23	9911560-5	CHAVEZ RIVERO JOSE ANTONIO	2000-2001		4	EGRESADO	2			1			"ESTUDIO DE LA DENSI

Figura 44. Reporte en Excel, categoría V. Alumnos, indicador 5.2.3.

Fuente: Informe de Autoevaluación 2011.

**Elección del SGBD.** Con los datos anteriores se comenzaron a construir las tablas de las entidades principales, así como las tablas secundarias relacionadas directamente con las principales a través del SGBD MySQL, bajo el esquema relacional.

**Diseño del Modelo Relacional.** En el cumplimiento del paso anterior, la estructura relacional de la base de datos, se consigue mencionar la existencia de llaves primarias utilizadas como identificadores de cada una de las entidades o tablas pertenecientes a la base de datos. Las tablas se relacionan entre sí a través de llaves primarias y llaves foráneas, así como sus relaciones y cardinalidades.

Se comenzó a diseñar cada una de las tablas que conformaría la base de datos relacional para Fitotecnia (Figura 45) siguiendo las reglas de normalización de acuerdo a la teoría de Codd (Capítulo 4, sección 4.3.). Para un modelo relacional la normalización ayuda a evitar redundancias e incoherencias en los datos.

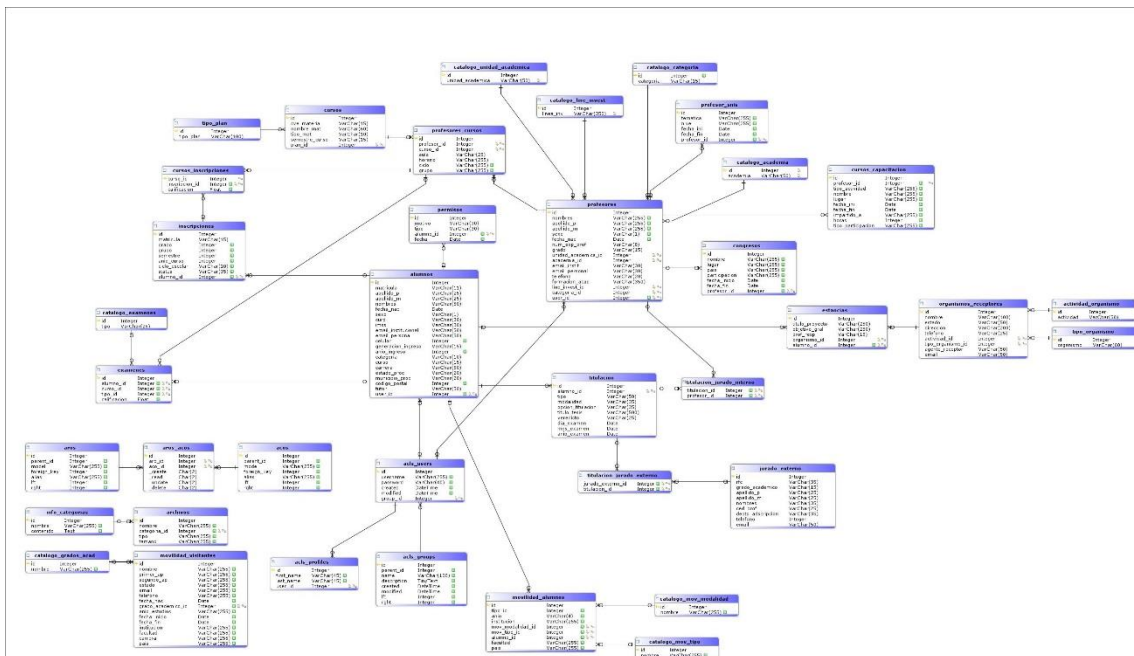


Figura 45. Base de datos relacional de Fitotecnia.

Fuente: Propia

Regla 0. Para que un sistema se denomine Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacionales, este sistema debe usar exclusivamente sus capacidades relacionales para gestionar la base de datos.

MySQL es un sistema de bases de datos relacional, multihilo y multiusuario. Almacena datos en tablas separadas, en lugar de poner todos los datos en un gran almacén.

Regla 1. Toda la información de una base de datos relacional debe ser representada lógicamente en tablas. La información está representada por tablas y cada una de ellas está debidamente identificada con su nombre (Figura 46).

Tables			
Table Name	Comment	Schema	
acls_groups		schemaA	
acls_profiles		schemaA	
acls_users		schemaA	
acos		schemaA	
actividad_organismo		schemaA	
alumnos		schemaA	
archivos		schemaA	
aros		schemaA	
aros_acos		schemaA	
catalogo_academia		schemaA	
catalogo_categoria		schemaA	
catalogo_examenes		schemaA	
catalogo_grados_acad		schemaA	
catalogo_line_invest		schemaA	
catalogo_mov_modalidad		schemaA	
catalogo_mov_tipo		schemaA	
catalogo_unidad_academica		schemaA	
congresos		schemaA	
cursos		schemaA	
cursos_capacitacion		schemaA	
cursos_inscripciones		schemaA	
estancias		schemaA	
examenes		schemaA	
info_categorias		schemaA	
inscripciones		schemaA	
jurado_externo		schemaA	
movilidad_alumnos		schemaA	
movilidad_visitantes		schemaA	
organismos_receptores		schemaA	
permisos		schemaA	
profesor_snis		schemaA	
profesores		schemaA	
profesores_cursos		schemaA	
tipo_organismo		schemaA	
tipo_plan		schemaA	
titulacion		schemaA	
titulacion_jurado_externo		schemaA	
titulacion_jurado_interno		schemaA	

Figura 46. Información de tablas

Fuente: Propia.

Regla 2. Todo valor en una tabla está garantizado para ser accesible recurriendo a una combinación de nombre de tabla, valor de llave primaria y nombre de columna. Cualquier dato almacenado en una base de datos relacional tiene que poder ser direccionado unívocamente. Indicando qué tabla, valor de clave primaria y nombre de columna. En la base de datos de Fitotecnia, todas las tablas (38) tienen un nombre único, al igual que una llave primaria única. Por lo tanto el acceso a un nombre de tabla y valor de llave primaria está garantizado para encontrar uno y solamente un valor (Figura 47).

Foreign Keys				
Name	Parent Table	Child Table	Parent Columns	Child Columns
fk_acls_profiles_acls_users1	acls_users	acls_profiles	id	user_id
fk_users_groups1	acls_groups	acls_users	id	group_id
fk_alumnos_acls_users	acls_users	alumnos	id	user_id
fk_archivos_categorias	info_categorias	archivos	id	categoria_id
fk_aros_acos_acos1	acos	aros_acos	id	aco_id
fk_aros_acos_aros1	aros	aros_acos	id	aro_id
fk_congresos_profesores	profesores	congresos	id	profesor_id
fk_cursos_tipo_plan	tipo_plan	cursos	id	plan_id
fk_cursos_capacitacion_profesores	profesores	cursos_capacitacion	id	profesor_id
fk_cursos_inscripcion_inscripcion_alum	inscripciones	cursos_inscripciones	id	inscripcion_id
fk_cursos_inscripcion_profesor_cursos	profesores_cursos	cursos_inscripciones	id	curso_id
fk_estancias_alumnos	alumnos	estancias	id	alumno_id
fk_estancias_organismo_receptor	organismos_receptores	estancias	id	organismo_id
fk_examenes_alumno	alumnos	examenes	id	alumno_id
fk_examenes_catalogo_examenes	catalogo_examenes	examenes	id	tipo_id
fk_examenes_profesor_cursos	profesores_cursos	examenes	id	curso_id
fk_inscripcion_alum_alumno	alumnos	inscripciones	id	alumno_id
fk_mov_alumnos_alumnos	alumnos	movilidad_alumnos	id	alumno_id
fk_mov_alumnos_catalogo_movilidad	catalogo_mov_modalidad	movilidad_alumnos	id	mov_modalidad_id
fk_mov_alumnos_catalogo_movilidad_tipo	catalogo_mov_tipo	movilidad_alumnos	id	mov_tipo_id
fk_movilidad_visitantes_catalogo_grados_acad	catalogo_grados_acad	movilidad_visitantes	id	grado_academico_id
fk_organismo_receptor_actividad_organismo	actividad_organismo	organismos_receptores	id	actividad_id
fk_organismo_receptor_tipo_organismo	tipo_organismo	organismos_receptores	id	tipo_organismo_id
fk_permisos_alumno	alumnos	permisos	id	alumno_id
fk_profesor_snis_profesores	profesores	profesor_snis	id	profesor_id
fk_profesor_catalogo_academia	catalogo_academia	profesores	id	academia_id
fk_profesor_catalogo_categoria	catalogo_categoria	profesores	id	categoria_id
fk_profesor_catalogo_line_invest	catalogo_line_invest	profesores	id	line_invest_id
fk_profesor_catalogo_unidad_academica	catalogo_unidad_academica	profesores	id	unidad_academica_id
fk_profesores_acls_users	acls_users	profesores	id	user_id
fk_profesor_cursos_cursos	cursos	profesores_cursos	id	curso_id
fk_profesor_cursos_profesor	profesores	profesores_cursos	id	profesor_id
fk_titulacion_alumno	alumnos	titulacion	id	alumno_id
fk_titulacion_jurado_externo_jurado_externo	jurado_externo	titulacion_jurado_externo	id	jurado_externo_id
fk_titulacion_jurado_externo_titulacion	titulacion	titulacion_jurado_externo	id	titulacion_id
fk_titulacion_judado_externo_profesor	profesores	titulacion_jurado_interno	id	profesor_id
fk_titulacion_judado_externo_titulacion	titulacion	titulacion_jurado_interno	id	titulacion_id

**Figura 47. Llaves primarias y foráneas de la base de datos Fitotecnia.**

Fuente: Propia.

Regla 3. Los valores nulos deben ser representados y tratados de forma sistemática, independiente del tipo de datos. Se reconoce la necesidad de la existencia del valor nulo, el cual representa una información desconocida, por

ejemplo, no se sabe la dirección de un alumno, o bien el caso de un alumno que obtiene una calificación en un curso de 8 y el de un alumno que no presentó el curso (Figura 48).

cursos_inscripciones (Table)							
Columns							
PK	Name	Data Type	NULLs	A/N	Default	Comment	FK
PK	curso_id	Integer		✓			✓
	inscripcion_id	Integer	✓				✓
	calificacion	Float	✓				

Indexes				
Name	Table	Columns	Unique	Clustered
fk_cursos_inscripcion_inscripcion_alum	cursos_inscripciones	inscripcion_id		

Foreign Keys				
Name	Parent Table	Child Table	Parent Columns	Child Columns
fk_cursos_inscripcion_inscripcion_alum	inscripciones	cursos_inscripciones	id	inscripcion_id
fk_cursos_inscripcion_profesor_cursos	profesores_cursos	cursos_inscripciones	id	curso_id

**Figura 48. Valores null.**

**Fuente: Propia.**

Regla 4. Los metadatos deben guardarse y manejarse como datos ordinarios, es decir en tablas dentro de la base de datos. De modo que los usuarios autorizados pueden aplicar el mismo lenguaje relacional a su consulta, igual que lo aplican a los datos normales.

Regla 5. Una base de datos relacional puede soportar varios lenguajes, pero debe soportar un lenguaje bien definido y declarativo, con soporte para definición de datos, de vista, manipulación de datos, restricciones de integridad, autorización y administración de transacción. Esto significa que debe haber por lo menos un lenguaje con una sintaxis bien definida que pueda ser usado para administrar completamente la base de datos. La base de datos Fitotecnia cumple con esta regla. Usando el lenguaje SQL.

Regla 6. Cualquier vista que sea teóricamente actualizable debe ser actualizable a través del sistema. Esta regla exige al sistema gestor de bases de datos a ser capaz de actualizar cualquier vista que se haya determinado en el sistema y que

cumpla las condiciones teóricas que hagan posible la actualización de datos a través de ella. Sin embargo, existen vacíos en la aplicación de esta regla por que no se han encontrado todas las condiciones que identifiquen una vista actualizable desde el punto de vista teórico Camps-Paré et al. (2005). Esta regla no es aplicable al diseño de las bases de datos relacionales.

Regla 7. La base de datos debe soportar inserciones, actualizaciones y eliminaciones a nivel de conjunto.

Regla 8. Los programas de aplicación y dispositivos ad hoc no son afectados lógicamente cuando se cambien métodos de acceso físicos y estructuras de almacenamiento; es decir, los programas de aplicación y actividades permanecen inalterados a nivel lógico cualesquiera sean los cambios afectados. El modelo relacional es un modelo lógico de datos, y oculta las características de su representación física. No aplica esta regla.

Regla 9. Los programas de aplicación y dispositivos ad hoc no son afectados lógicamente cuando se hacen cambios a las estructuras de una tabla que preserven los valores originales de tabla (cambiar orden de columnas o insertar filas). Los programas no deben verse alterados por cambios en las tablas, ya que el programa funciona de una manera y la base de datos de otra. Esta regla no aplica.

Regla 10. Todas las restricciones de integridad específicas para una base de datos relacional particular deben ser definibles en el sublenguaje de datos relacional y almacenables en el catálogo, no en los programas de aplicación.

Una base de datos relacional tienen integridad de entidad, es decir toda la tabla deber tener una clave primaria, tiene integridad referencial, es decir toda clave externa no nula debe existir en la relación donde es primaria. Si cumple con esta regla.

Regla 11. Los usuarios finales y programas de aplicación no están enterados y no son afectados por la ubicación de datos (bases de datos distribuidas vs locales); es decir, el usuario tiene la impresión de que trabaja con una base de

datos local (regla de independencia física), el usuario no se da cuenta de que la relación con que trabaja está fragmentada, el usuario no se da cuenta de que pueden existir copias de una misma relación en diferentes lugares. No se cumple con esta regla.

Regla 12. Si el sistema soporta un acceso de bajo nivel a los datos, no debe haber forma de saltarse las reglas de integridad de la base de datos; esto es, impedir otros caminos en la base de datos que pudieran cambiar su estructura relacional y su integridad. Por ejemplo la búsqueda del nombre de un alumno, tenga como resultado el correo electrónico. Se cumple con esta regla.

**Consultas (Pruebas).** En esta fase se llenaron algunas tablas con información otorgada por el Comité de Calidad y en base a esto se realizaron algunas consultas a través de Heidi (capítulo 4, sección 4.3), para verificar si el resultado era exactamente el mismo que se tenían en formato Excel para COMEAA (Tabla 22).

Durante este proceso de prueba, se modificaron algunas tablas, lo que permitió obtener el resultado esperado con una mayor eficiencia. Y se repitió el ciclo del diseño de la base de datos como se mostró en la figura 42, hasta que se obtuvieron 4 reportes precisos que COMEAA solicita como evidencias (Tabla 22) para la Categoría V. Alumnos. Por lo que se definió que el SIGCEA se construirá e implementará para obtener los reportes de la categoría V.

Las consultas (pruebas) que se realizaron sobre la base de datos del SIGCEA actualmente contiene alrededor de 100 registros de alumnos y 50 de profesores académicos de la UAF.

**Tabla 22. Relación tablas SIGCEA/Consultas SQL usando Heidi.**

Reporte	Tablas	SQL	Formato salida
5.2.1.	Alumnos, inscripciones, cursos, cursos inscripciones, profesores cursos	<pre>select alumnos.matricula, alumnos.apellido_p, alumnos.apellido_m, alumnos.nombres, inscripciones.ciclo_escolar, inscripciones.semestre, inscripciones.grado, cursos.cve_materia, cursos.nombre_mat, cursos.tipo_mat, cursos_inscripciones.calificacion from alumnos join inscripciones on(alumnos.id= inscripciones.alumno_id) join cursos_inscripciones on(inscripciones.id= cursos_inscripciones.inscripcion_id) join profesores_cursos on (cursos_inscripciones.curso_id= profesores_cursos.id) join cursos on(profesores_cursos.curso_id= cursos.id)</pre>	Calificaciones por generación
5.2.3.	Alumnos, inscripciones, permisos	<pre>/*Obtiene la última inscripción por alumno y calcula la duracion*/ select alumnos.id, alumnos.apellido_p, alumnos.apellido_m, alumnos.nombres, alumnos.anio_ingreso, inscripciones.anio_curso, inscripciones.anio_curso-alumnos.anio_ingreso as duracion from alumnos join inscripciones on(alumnos.id= inscripciones.alumno_id) where inscripciones.id in (select max(inscripciones.id) from inscripciones group by alumno_id)  /*Busca los permisos de alumnos*/ select alumnos.id, alumnos.apellido_p, alumnos.apellido_m, alumnos.nombres, permisos.id, permisos.tipo from alumnos join permisos on(alumnos.id= permisos.alumno_id) where permisos.id in(select max(permisos.id) from permisos group by alumno_id)</pre>	Permanencia en el programa
5.2.3.	Alumno, profesores_curso, exámenes, catalogo_exámenes	<pre>select Alumno.id, Alumno.matricula, Alumno.apellido_p, Alumno.apellido_m, Alumno.nombres, ProfesoresCurso.ciclo, sum(case when Examen.tipo_id=2 then 1 else 0 end) as extraordinario, sum(case when Examen.tipo_id=3 then 1 else 0 end) as titulo1, sum(case when Examen.tipo_id=4 then 1 else 0 end) as titulo2 from alumnos as Alumno join exámenes as Examen on(Alumno.id= Examen.alumno_id) join catalogo_exámenes as CatalogoExamen on(Examen.tipo_id= CatalogoExamen.id) join profesores_cursos as ProfesoresCurso on(Examen.curso_id= ProfesoresCurso.id) group by Alumno.id</pre>	Eficiencia terminal
5.3.3.	Alumnos, titulacion	<pre>select alumnos.matricula, alumnos.apellido_p, alumnos.apellido_m, alumnos.nombres, titulacion.titulo_tesis, titulacion.tipo, titulacion.modalidad, titulacion.veredicto from alumnos join titulacion on (alumnos.id= titulacion.alumno_id)</pre>	Titulados

Fuente: Propia.



## 6.2.5. Fase de Construcción del sistema.

Los lenguajes de programación para la construcción del SIGCEA son: CakePHP, HyperText Markup Language (HTML), Cascading Style Sheets (CSS), JavaScript, jQuery, jQueryUI y el Servidor Apache con soporte para PHP.

CakePHP con su diseño modular que permite trabajar rápidamente un prototipado. Este diseño también permite hacer cambios en una parte de la aplicación sin que las demás se vean afectadas.

Separar las funciones de la aplicación en modelos, vistas y controladores hace que la aplicación sea muy ligera. Por lo que se define:

**Modelos.** Cuando se habla de un modelo en CakePHP se refiere siempre a una tabla de la base de datos en particular, es decir, cada tabla que componga la base de datos de la aplicación debe tener siempre un modelo que lo represente, este modelo realizará las interacciones con la base de datos. El modelo también define relaciones con otros modelos. Para la aplicación SIGCEA se obtuvieron los modelos para cada tabla, algunos ejemplos se pueden mirar en las Figuras 49 y 50.

```
<?php
class Alumno extends AppModel {
    var $useTable="alumnos";
    var $displayField= 'nombres';

    var $hasMany= array(
        'Inscripcion'=>array(
            'className'=>'Inscripcion',
            'foreignKey'=>'alumno_id'
        ),
        'Permiso'=> array(
            'className'=>'Permiso',
            'foreignKey'=>'alumno_id'
        ),
        'Estancia'=> array(
            'className'=>'Estancia',
            'foreignKey'=>'alumno_id'
        ),
        'MovilidadAlumno'=> array(
            'className'=>'MovilidadAlumno',
            'foreignKey'=>'alumno_id'
        )
    );
};
```

Figura 49. Modelo Alumno.

Fuente: Propia.

```

<?php
class Profesor extends AppModel {
    var $useTable='profesores';

    var $belongsTo= array(
        'LineaInvestigacion'=> array(
            'className'=>'LineaInvestigacion',
            'foreignKey'=>'line_invest_id'
        ),
        'Academia'=> array(
            'className'=>'Academia',
            'foreignKey'=>'academia_id'
        ),
        'UnidadAcademica'=> array(
            'className'=>'UnidadAcademica',
            'foreignKey'=>'unidad_academica_id'
        ),
        'Categoria'=> array(
            'className'=>'Categoria',
            'foreignKey'=>'categoria_id'
        ),
        'AclsUser'=> array(
            'className'=>'Acls.AclsUser',
            'foreignKey'=>'user_id'
        )
    );
};

```

Figura 50. Modelo Profesor.

Fuente: Propia.

**Controladores.** Son los que inspeccionan la lógica de la aplicación web, este recibirá peticiones y su lógica decidirá qué respuesta es la que tiene que generar, generalmente contendrá llamadas a modelos para acceder a los datos si así se requiere para posteriormente enviar respuesta que se visualizará mediante vistas (Figura 51).

```

<?php
class AlumnosController extends AppController {
    var $uses= array('Alumno', 'AclsUser');
    //var $scaffold;

    function beforeFilter() {
        parent::beforeFilter();
        $this->Auth->allow('inscripcion1');
    }

    function inscripcion1() {
        $this->path= array(
            array('titulo'=>'', 'ruta'=>'/')
        );

        $this->set('path', $this->path);

        if(!empty($this->data)) {
            debug($this->data);

            $this->data['Alumno']['email_institucional']= $this->data['AclsUser']['username'];
            $this->data['AclsUser']['group_id']= 4;

            $this->AclsUser->set($this->data);
            $this->AclsUser->validates();
        }
    }
}

```

Figura 51. Controlador Alumno

Fuente: Propia.

**Vistas.** Son las salidas de las respuestas que serán enviadas al usuario, generalmente esto se presenta en código HTML y que a su vez contendrá código PHP. Las vistas será el medio por el cual el usuario interactuare con la aplicación web (Figura 52).

```

<h3>Inscripción de alumnos</h3>
<?php echo $this->Form->create(); ?>
<fieldset>
  <legend>Datos personales</legend>
  <div class="div_row"><label class="medium">Matrícula:</label><?php echo $this->Form->input('matricula', array('label'=>
  <div class="div_row"><label class="medium">Apellido Paterno:</label><?php echo $this->Form->input('apellido_p', array('
  <div class="div_row"><label class="medium">Apellido Materno:</label><?php echo $this->Form->input('apellido_m', array('
  <div class="div_row"><label class="medium">Nombres:</label><?php echo $this->Form->input('nombres', array('label'=>'))
  <div class="div_row"><label class="medium">Fecha de nacimiento:</label><?php echo $this->Form->input('fecha_nac', array
  <div class="div_row"><label class="medium">CURP:</label><?php echo $this->Form->input('curp', array('label'=>')); ?></
  <div class="div_row">
    <label class="medium">Sexo:</label>
    <?php echo $this->Form->input('sexo', array('type'=>'radio', 'options'=>array('M'=>'Masculino', 'F'=>'Femenino'), '
  </div>
  <div class="div_row"><label class="medium">IMSS:</label><?php echo $this->Form->input('imss', array('label'=>')); ?></
  <div class="div_row"><label class="medium">Email institucional:</label><?php echo $this->Form->input('AclsUser.username
  <div class="div_row"><label class="medium">Email personal:</label><?php echo $this->Form->input('email_personal', array
  <div class="div_row"><label class="medium">Celular:</label><?php echo $this->Form->input('celular', array('label'=>'))

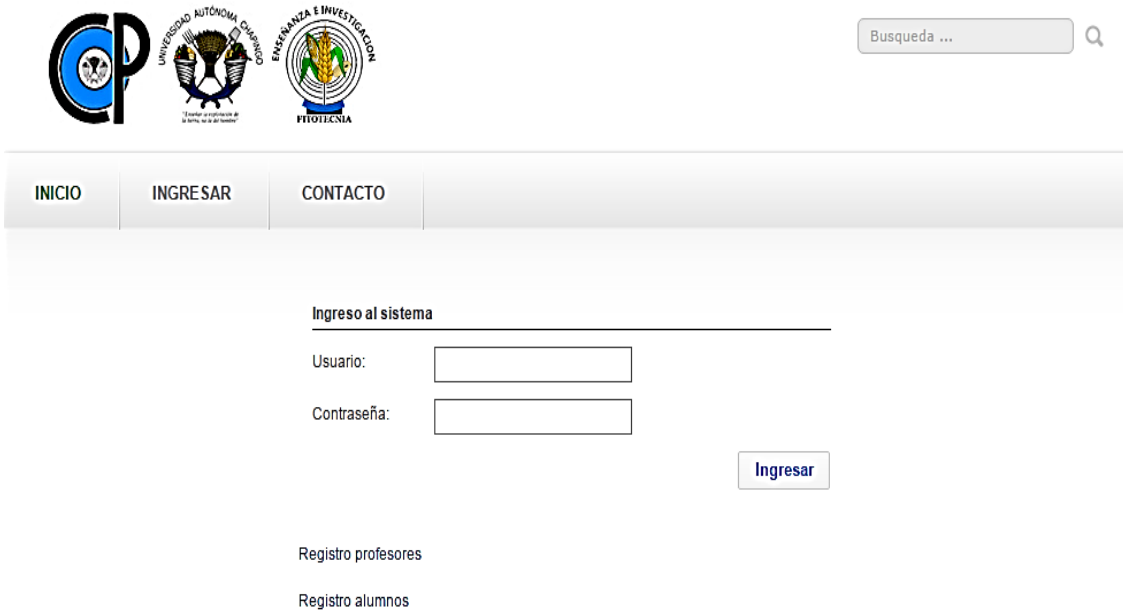
  <div class="div_row">
    <label class="medium">Estado de procedencia:</label>
    <?php echo $this->Form->input('estado_proc', array('label'=>')); ?>
  </div>

```

**Figura 52. Código HTML y PHP que generan las vistas.**

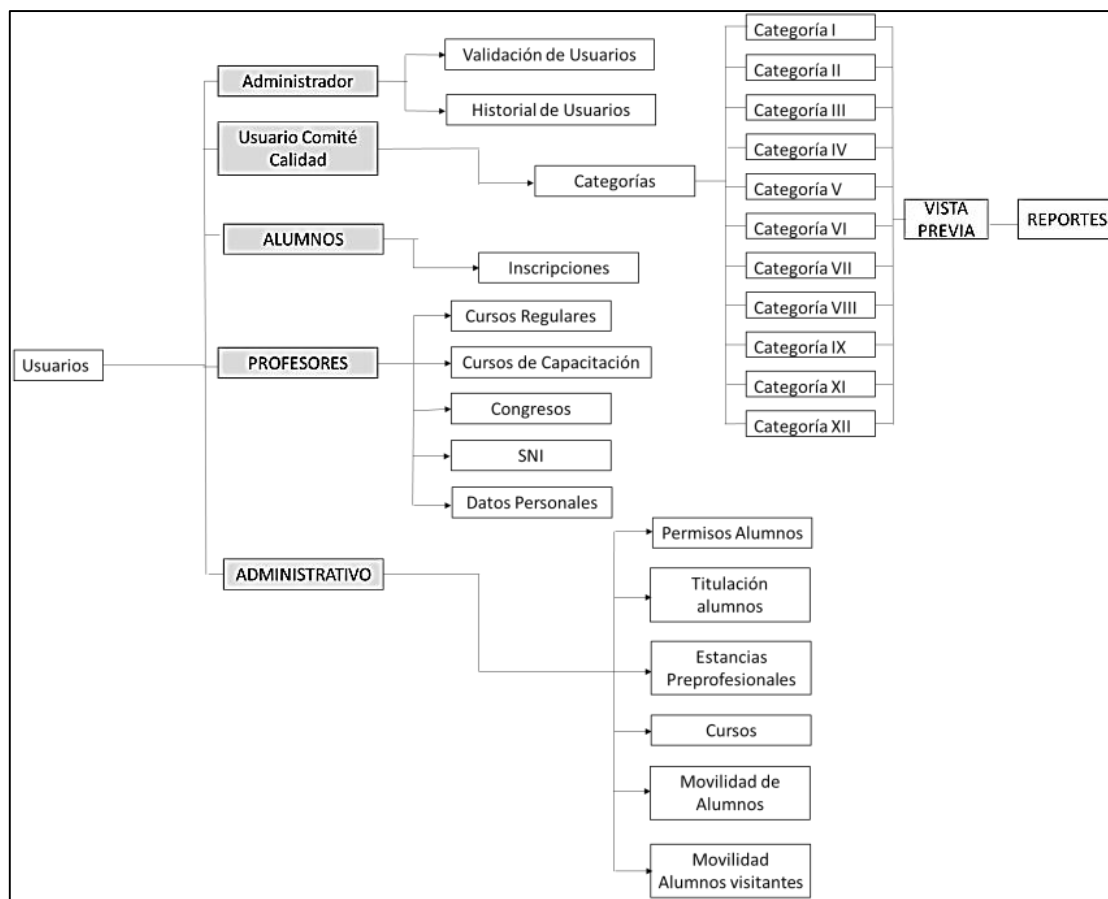
**Fuente: Propia.**

Con este patrón de diseño se llevó a cabo la construcción del SIGCEA, donde se almacenarán datos mediante interfaces vía web, a través de usuarios como alumnos, profesores, personal administrativo y personal del Comité de Calidad y tendrá como salida información requerida en el proceso de autoevaluación para la acreditación del programa educativo de Fitotecnia (Figura 53).



**Figura 53. Pantalla principal del SIGCEA**  
**Fuente: Propia.**

Por lo que se estructuró el SIGCEA como se puede observar en la Figura 54:



**Figura 54. Mapa del Sitio del SIGCEA**

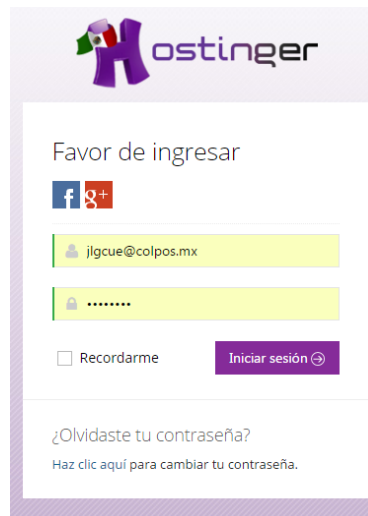
**Fuente: Propia.**

En la siguiente fase de implementación, se explica con detalle el mapa del sistio del SIGCEA.

#### **6.2.4. Fase de Implementación.**

Al seguir el objetivo de esta fase que es realizar las actividades necesarias para poner a disposición de los usuarios el sistema para que comience a trabajar, se colocará el SIGCEA en un servidor web mediante los siguientes paso:

1. Identificarse en el sitio web ([www.hostinger.mx/](http://www.hostinger.mx/)) donde se adquirió el servidor web (Figura 55):



**Figura 55. Identificación de usuario en el servidor web**

Fuente: Propia.

2. En la barra de herramientas encontramos “cuentas de alojamiento” y en la parte de administrar entrar a “subdominios” (Figura 56).

## Cuentas de alojamiento

Inicio > Hosting

Lista de cuentas de alojamiento

10 Buscar...

	Dominio	Plan	Expira El:	Estado	Acción
☐	oacacolpos.es	Premium	21.01.2016	Activo	-

Administrar Creador de Sitios Instalador Automático Cuentas de correo

← Anterior 1 Siguiente →

**Figura 56. Administrar cuenta de alojamiento**

Fuente: Propia.

3. Se le da un nombre al subdominio para este caso se colocará “sigcea” (Figura 57) y la dirección quedara: **http://sigcea.oacacolpos.es**

## Subdominios crea y administra subdominios

Inicio > Hosting > oacacolpos.es > Dominios > Subdominios


### Crear Nuevo Subdominio

Ingresa subdominio

**Figura 57. Nombre de subdominio**

Fuente: Propia.

4. Posteriormente nos dirigimos a Archivos/Administrador de archivos para subir la aplicación CakePHP V. 1.3 (figura 58).

/  Language: English Skin: Shinra

Directory Tree: root /

New dir New file Upload Java Upload Install Advanced Transform selected entries: Copy Move Delete Rename Chmod Download Zip Unzip Size Search

All	Name	Type	Size	Owner	Group	Perms	Mod Time	Actions
<input type="checkbox"/>	<a href="#">Up..</a>							
<input type="checkbox"/>	<a href="#">Joas</a>	Directory	4096	524453993	u524453993	rwxf-xr-x	Dec 3 04:02	
<input type="checkbox"/>	<a href="#">cakephp-1.3.16</a>	Directory	4096	524453993	u524453993	rwxf-xr-x	Oct 23 17:14	
<input type="checkbox"/>	<a href="#">public_html</a>	Directory	4096	524453993	u524453993	rwxf-xr-x	Dec 3 12:04	
<input type="checkbox"/>	<a href="#">DO_NOT_UPLOAD_HEREDO_NOT_UPLOAD_HERE</a>	File	0	524453993	u524453993	rw-r--r--	May 29 2014	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Open</a>
<input type="checkbox"/>	<a href="#">cakephp-1.3.16.zip</a>	Zip archive	1508130	524453993	u524453993	rw-r--r--	Oct 23 17:06	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Open</a>

**Figura 58. Upload de la aplicación CakePHP**

Fuente: Propia.

5. Se crea una base de datos para alojar la que se diseñó para el SIGCEA (Figura 59). Se importa la base de datos del SIGCEA mediante la herramienta phpmyadmin que contiene el servidor web contratado (figura 59 y 60).

Bases de Datos MySQL crea un base de datos MySQL, ve una lista de las bases de datos MySQL y usuarios

The screenshot shows the 'Crear Nueva Base de Datos MySQL y Usuario de la Base de Datos' form in phpMyAdmin. The form has four main input fields: 'Nombre de base de datos MySQL' with the value 'u524453993\_ fito', 'Usuario MySQL' with the value 'u524453993\_ fito', 'Contraseña' with masked characters '....' and a green 'Nombre Completo' button, and 'Contraseña de nuevo' with masked characters '....'. At the bottom of the form is a blue 'Crear' button with a checkmark icon.

Figura 59. Upload de la Base de Datos en el servidor web.

Fuente: Propia.

The screenshot shows the 'Importando en la base de datos "u524453993\_fit2"' page in phpMyAdmin. The page title is 'Importando en la base de datos "u524453993\_fit2"'. Under the heading 'Archivo a importar:', there is a text area for the file path, a 'Seleccionar archivo' button, and a note that no file is selected. Below this, there is a dropdown menu for 'Conjunto de caracteres del archivo' set to 'utf-8'. Under the heading 'Importación parcial:', there is a checked checkbox for 'Permitir la interrupción de una importación en caso que el script detecte que se ha acercado al límite de tiempo PHP.' and a text input field for 'Número de filas a omitir, iniciando de la primer fila:' with the value '0'.

Figura 60. Upload mediante phpmyadmin la Base de Datos en el servidor web.

Fuente: Propia.

6. Se sube la aplicación “fito” que contiene los modelos, controladores y vistas para que ya se encuentre disponible en la web (Figura 61).



## Upload files and archives



Upload to directory:  

Files  
Files entered here will be transferred to the FTP server.

Ningún archivo seleccionado

Archives (zip, tar, tgz, gz)  
Archives entered here will be decompressed, and the files inside will be transferred to the FTP server.

fito.rar  
 Ningún archivo seleccionado

**Figura 61. Upload de la aplicación “fito”.**

Fuente: Propia.

Los requerimientos óptimos de hardware que permitirán el adecuado funcionamiento del SIGCEA son:

- Procesador Intel Core i3 a 3,3 GHz equivalente o superior
- 2 Gb de RAM o superior
- Monitor SVGA 1024x768 pixeles
- Tarjeta de red Ethernet 10/100/1000 o tarjeta de red inalámbrica 802.11
- Teclado, ratón estándar

Los requerimientos óptimos de software que permitirán el adecuado funcionamiento del SIGCEA son:

- Sistema operativo Windows, Mac OS X, Linux
- Navegador web Google Chrome, Firefox, Opera, Internet Explorer, etc.

El usuario al acceder al navegador web en el cual debe ingresar a la dirección web del sistema (**sigcea.oacacolpos.es**), automáticamente saldrá la ventana principal de acceso donde cada usuario tiene acceso a diferentes paneles del sistema, a través de su respectiva autenticación. Un sistema de autenticación de usuarios es una parte común de muchas aplicaciones web. En CakePHP un

componente de autenticación es el Access Control List (ACL) como se puede observar en la figura 62 Las listas de control de acceso ACL permiten gestionar detalladamente los permisos de una aplicación de forma sencilla y escalable.

```
<?php
class AppController extends Controller {
    var $components= array('Json','Session','DevFormat','RequestHandler','Auth','Acl');
    var $helpers= array('Html','Form','Session');
    var $path= array();

    function beforeFilter() {
        $this->set('title_for_layout', 'Pito');

        $this->path= array(
            array('titulo'=>'Inicio','ruta'=>'/panel')
        );

        $this->set('path',$this->path);

        $this->paginate['limit']= 10;

        $this->Auth->userModel= 'Acls.AclsUser';
        $this->Auth->actionPath = 'controllers/';
        $this->Auth->authorize = 'actions';

        $this->Auth->loginAction = array('plugin'=>'acls', 'controller' => 'users', 'action' => 'login','admin'=>false);
        //$this->Auth->loginRedirect = array('plugin'=>'acls', 'controller' => 'groups', 'action' => 'index', 'admin'=>true);
        $this->Auth->loginError = "El nombre de usuario o contraseña son incorrectos!";
        $this->Auth->authError = "Usted no tiene acceso al esta Área.";
        $this->Auth->logoutRedirect= '/acls/users/login';
        //$this->Auth->allow('*');
```

**Figura 62. AppController Autenticación de Usuarios.**

**Fuente: Propia.**

**Superusuario (Administrador).** Facilita la administración del sistema, no es utilizada para tareas cotidianas. El superusuario a diferencia de las cuentas de usuario, puede operar sin límites (Figura 63).

Con la cuenta superusuario, se tiene acceso a todas las interfaces del sistema donde se pueden realizan operaciones de altas bajas cambios de datos y de cuentas de usuarios.

La cuenta superusuario tiene acceso al historial de acceso de todos los usuarios (Figura 64).

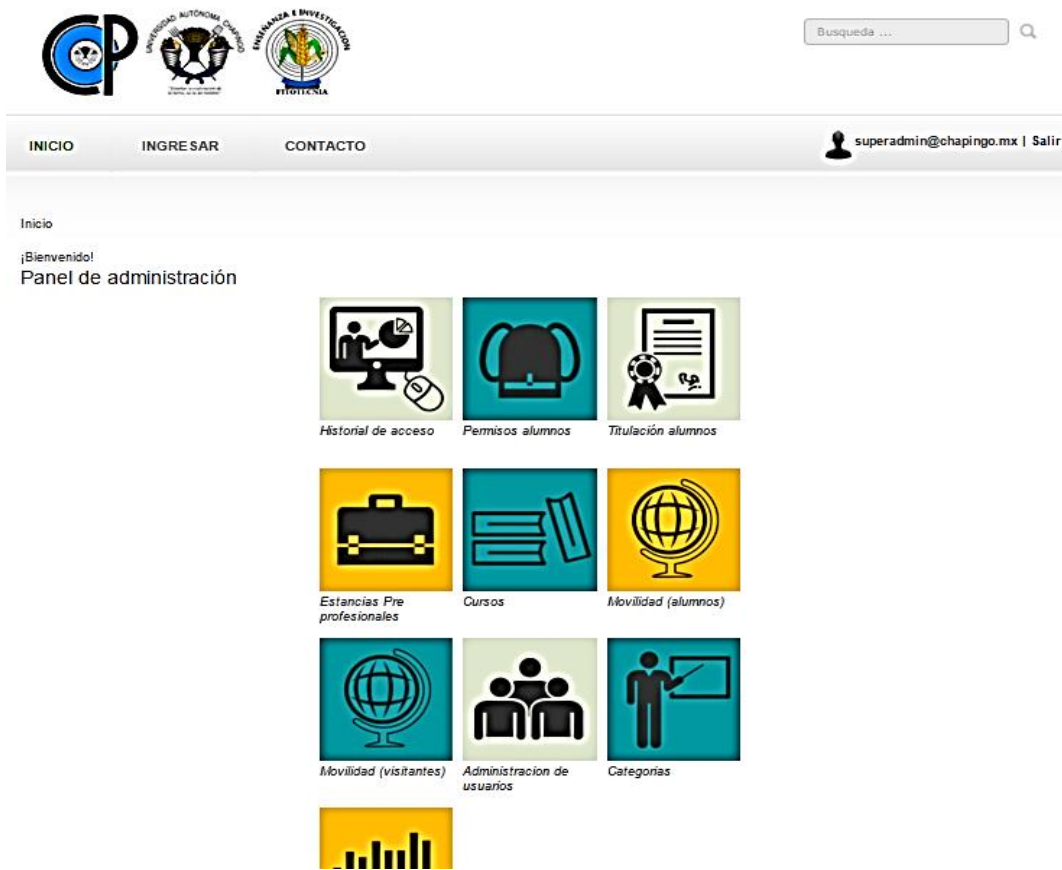


Figura 63. Panel de Superusuario.

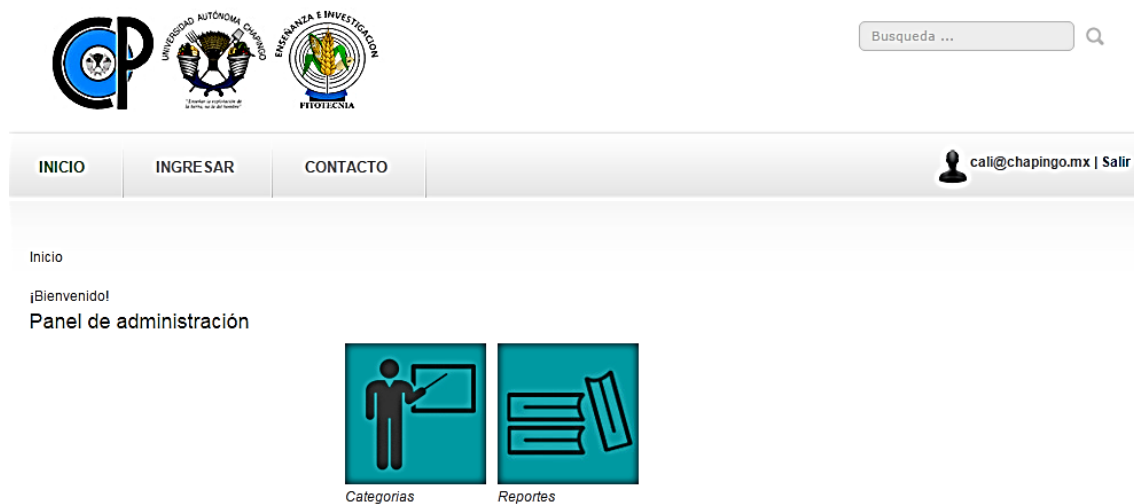
Fuente: Propia.

Id	Usuario	Tipo	Fecha
1	admin@chapingo.mx	login	2015-11-08 03:00:14
14	admin@chapingo.mx	login	2015-11-10 02:23:56
15	admin@chapingo.mx	logout	2015-11-10 02:30:59
18	admin@chapingo.mx	login	2015-11-10 02:33:23
19	admin@chapingo.mx	logout	2015-11-10 05:08:22
32	admin@chapingo.mx	login	2015-11-10 06:21:25
5	call@chapingo.mx	login	2015-11-08 03:10:47
6	call@chapingo.mx	logout	2015-11-08 03:11:04
13	call@chapingo.mx	login	2015-11-10 01:51:15
20	call@chapingo.mx	login	2015-11-10 05:31:33
21	call@chapingo.mx	logout	2015-11-10 05:38:56
35	call@chapingo.mx	login	2015-11-18 20:18:56

Figura 64. Historial de accesos de usuarios.

Fuente: Propia.

**Usuario Comité de Calidad.** Accede al panel de administración en donde encontrará dos opciones: “Categorías” y “Reportes” (Figura 65).



**Figura 65. Interface de Usuario de Calidad.**

**Fuente: Propia.**

En la sección Categorías el usuario tendrá la opción de agregar y editar cada una de las 12 categorías COMEAA de acuerdo al formato solicitado, así mismo ir rellenando cada uno de los indicadores a comprobar (Figura 66).

The screenshot displays the Quality User Interface. At the top, there are logos for CP, Universidad Autónoma de Querétaro, and Enseñanza e Investigación Tecnológica. A search bar is located in the top right corner. Below the logos, a navigation menu includes 'INICIO', 'INGRESAR', and 'CONTACTO'. A user profile icon and the email 'cali@chapingo.mx | Salir' are visible in the top right. The main content area shows 'Inicio > Categorías' and 'Archivos' with a table of files:

1	TallerdeprogramacionenAndroid.docx	Agregar link	Eliminar archivo
2	twitterlogo.jpg	Agregar link	Eliminar archivo

Below the table, there is a file selection area with a 'Seleccionar archivo' button and the text 'Ningún archivo seleccionado'. An 'Adjuntar' button is also present. The 'Información' section shows a 'Nombre:' field with 'Categoria 5' entered. Below this is a rich text editor with a toolbar containing various formatting options. The editor contains a template for a quality criterion:

CRITERIO COPAES ALUMNOS

En cada celda en blanco, describa brevemente su apreciación y análisis a la situación particular que guarda y/o desde el punto de vista de su operación evaluando. Es importante que en cada indicador quede expresamente resumiendo, considerando para un **Cumplimiento Total**, un porcentaje del 100% para un **Cumplimiento Parcial**,  $\geq$  a 70 % y  $\leq$  al 99 % de cumplimiento sea,  $\leq$  al 69 %. La redacción debe ser clara, concisa, coherente y consistente.

Figura 66. Interface de Usuario de Calidad.

Fuente: Propia.

En la sección de Reportes, el usuario de calidad tiene la opción de elegir el reporte preestablecido para cada indicador y manipularlo en cuanto a periodos y ciclos (Figura 67). Después de obtener el reporte requerido, se exporta a formato PDF y se adjunta en la sección Categorías para disponer de él y ubicarlo en el indicador correspondiente.

**Figura 67. Pantalla de reportes categoría V. Alumnos COMEAA.**  
**Fuente: Propia.**

**Usuario Alumnos.** Accede al panel “inscripciones” mediante su nombre de usuario (correo institucional) y un password que genera mediante un formulario de “registro de alumnos” (Figura 68) y realizan la inscripción cada semestre así como tener un historial de cada una de sus inscripciones durante la carrera (Figura 69).

---

Matrícula:   
 Apellido Paterno:   
 Apellido Materno:   
 Nombres:   
 Fecha de nacimiento:    
 CURP:   
 Sexo:  Masculino  Femenino  
 IMSS:   
 Email institucional:   
 Email personal:   
 Celular:   
 Estado de procedencia:   
 Municipio:   
 Código Postal:   
 Tutor:

---

**Datos académicos**


Año de ingreso:   
 Generación de ingreso:   
 Categoría:  Becado interno  Becado externo  Externo  
 Curso:  Propedeutico  Preparatoria  
 Carrera:  Fitosanidad  Horticultura

---

**Contraseña**

Contraseña:   
 Repita contraseña:

**Figura 68. Formulario de registro al sistema de Alumnos.**  
**Fuente: Propia.**



B


INICIO	INGRESAR	CONTACTO			
Inicio > Reinscripción					
Agregar					
Id	Grado	Grupo	Semestre	Ciclo escolar	Año en curso
1	1	1	1	2001-2002	2001
2	1	1	1	2003-2004	2003
3	1	1	2	2003-2004	2003
4	2	1	3	2004-2005	2004
5	2	1	4	2004-2005	2004
6	3	1	5	2005-2006	2005
7	3	1	6	2005-2006	2005
8	4	1	7	2006-2007	2006
9	4	1	8	2006-2007	2006
10	1	1	2	2001-2002	2001
11	2	1	3	2002-2003	2002

Volver

**Figura 69. Historial de inscripciones por semestre de Alumnos.**

**Fuente: Propia.**

**Usuario Profesores.** Accede al panel “Profesores” mediante un nombre de usuario y password que genera mediante un formulario de “registro de profesores” (Figura 70) y podrá tener el control de su información como cursos regulares, cursos de capacitación, congresos en los que participó o asistió, si pertenece al SIN y editar sus datos personales (Figura 71).



Busqueda ... 🔍

INICIO	INGRESAR	CONTACTO
Registro profesores		
Datos		
Numero expediente:	<input type="text"/>	
Apellido paterno:	<input type="text"/>	
Apellido materno:	<input type="text"/>	
Nombres:	<input type="text"/>	
Fecha nacimiento:	<input type="text"/>	📅
Grado:	<input type="text"/>	
Academia:	<input type="text" value="Agricultura Protegida"/>	▼
Unidad Académica:	<input type="text" value="Agroec..."/>	▼
Email institucional:	<input type="text"/>	
Email personal:	<input type="text"/>	
Telefono:	<input type="text"/>	
Formacion academica:	<input type="text"/>	
Linea de investigacion:	<input type="text" value="Fisiologia"/>	▼
Categoria:	<input type="text" value="Acadé..."/>	▼

**Figura 70. Formulario de registro al sistema de Profesores.**

**Fuente: Propia.**

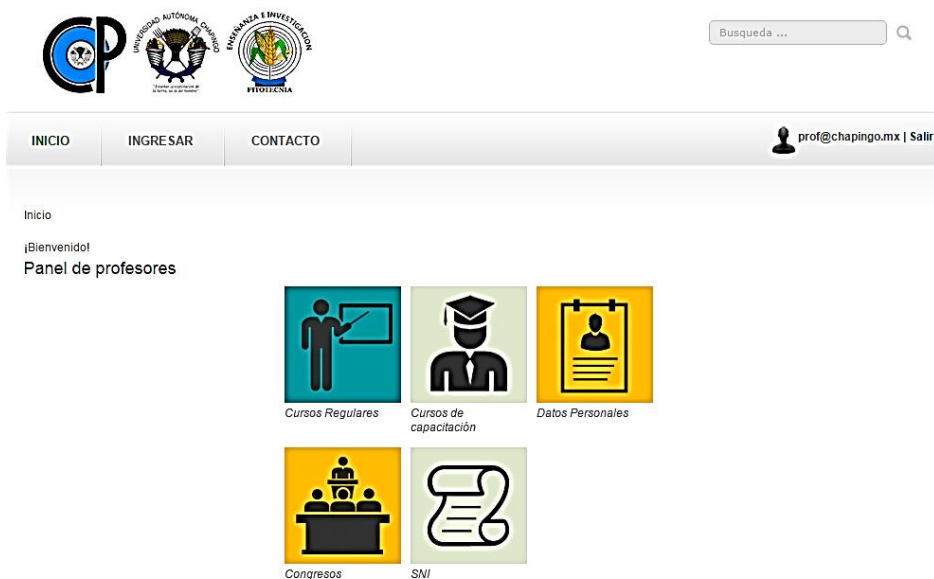


Figura 71. Panel de Profesores.

Fuente: Propia.

**Usuario Personal Administrativo.** Accede al panel “Administración” Mediante un usuario y password que le proporcionará el Administrador del sistema, para que pueda realice la captura de permisos, titulación, movilidad estudiantil, estancias pre profesionales y cursos de alumnos (Figura 72).

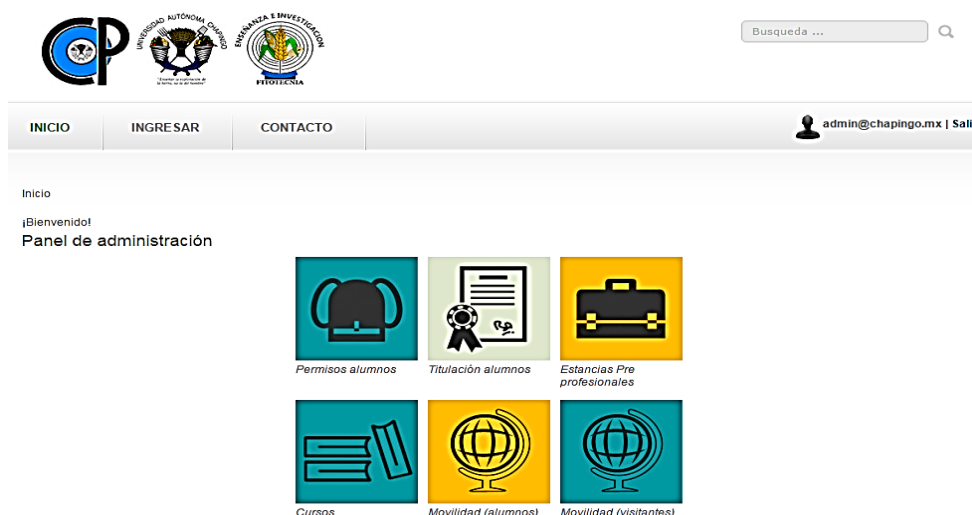


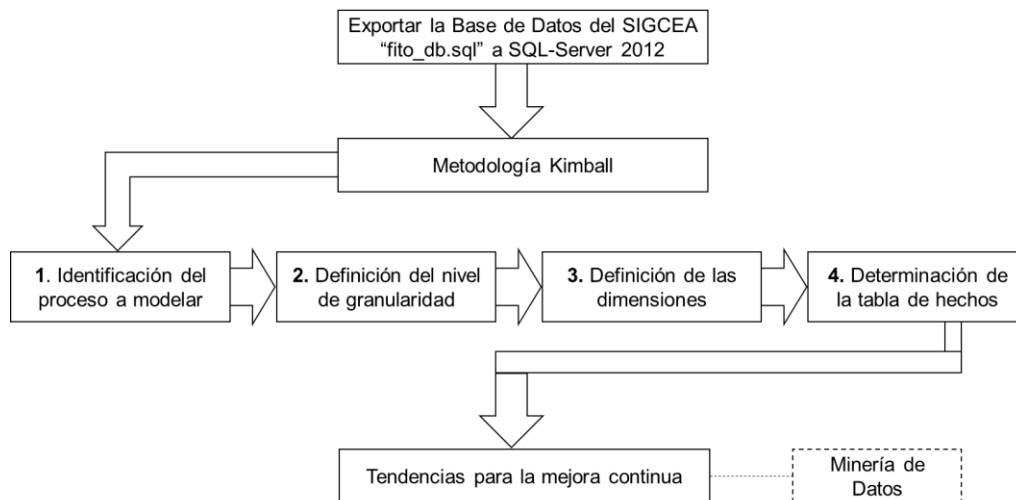
Figura 72. Panel de Personal Administrativo.

Fuente: Propia.



## Diseño del Data Warehouse.

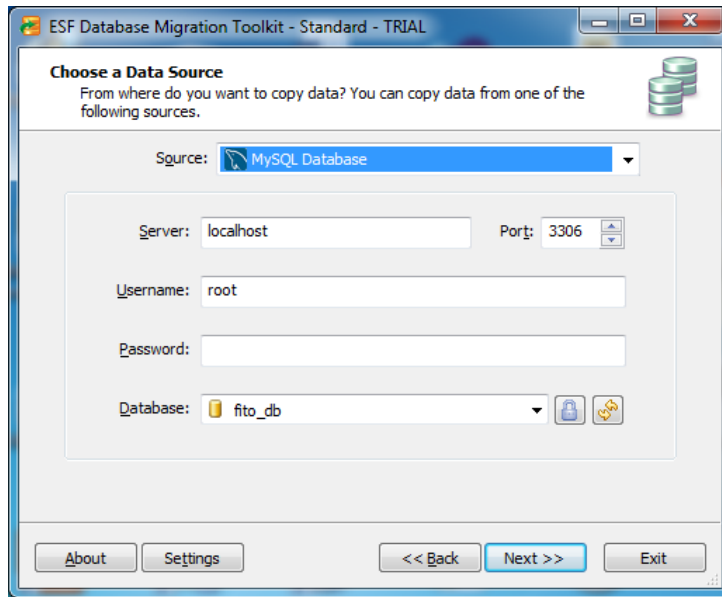
Se propuso el diseño de un Data Warehouse (Capítulo 6, Sección 6.2.4) basado en las sugerencias teórico-prácticas de Kimball y Ross (2002) y Charre (2012) toda vez que se cuenta con la base de datos del SIGCEA, bajo la plataforma Windows y con SQL-Server 2012 (Capítulo 4, Sección 4.3.) a través de la siguiente metodología (Figura 73):



**Figura 73. Metodología para el diseño del Data Warehouse.**

Fuente: Propia.

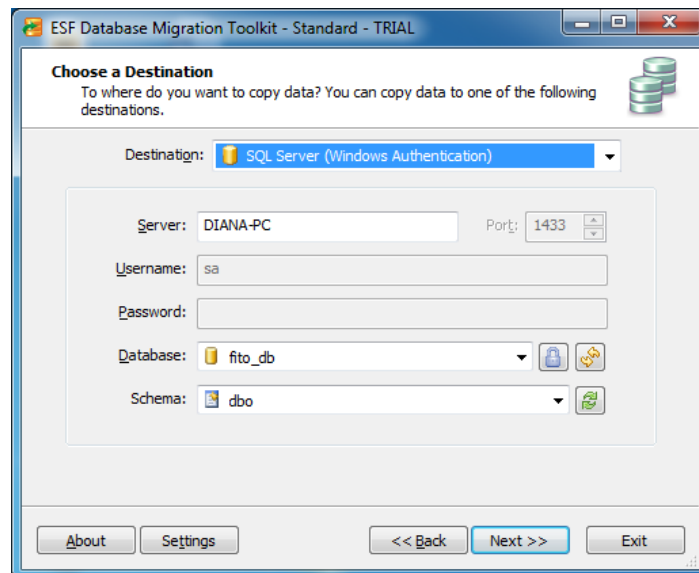
**Exportar la base de datos del SIGCEA a SQL Server 2012.** Toda vez que se tiene la fuente de datos del SIGCEA, se exportara mediante la herramienta ESF Database Migration (Capítulo 4, sección 4.3.), como se muestra en la figura 74.



**Figura 74. Exportación de la base de datos del SIGCEA a SQL Server.**

Fuente: Propia.

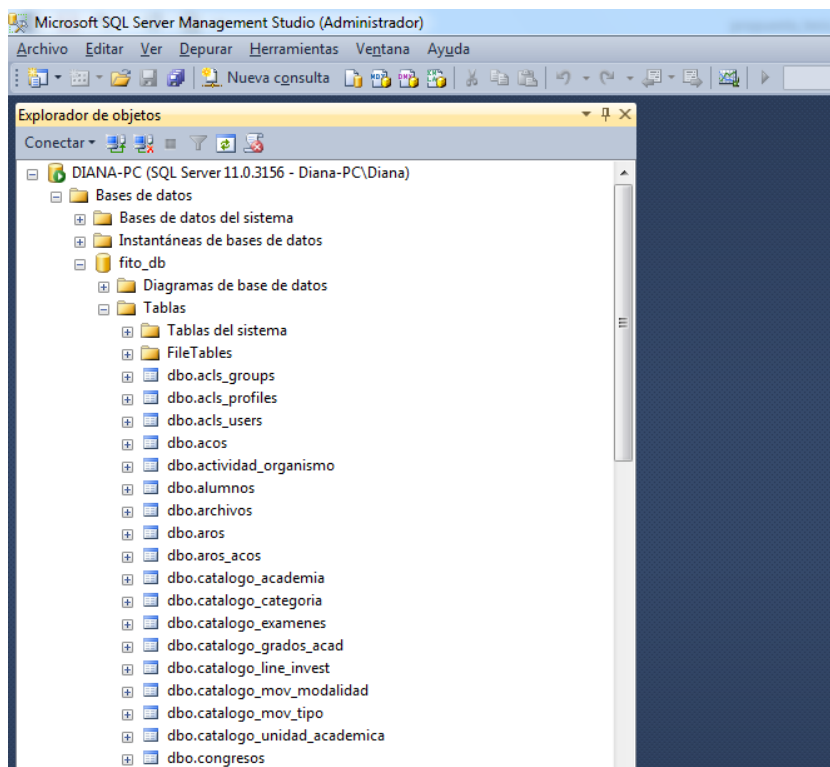
Se elige la base de datos origen, que está en MySQL servidor local, posteriormente se selecciona el sistema manejador de base de datos SQL Server y la base de datos destino (figura 75).



**Figura 75. Exportación de la base de datos del SIGCEA a SQL Server.**

Fuente: Propia.

Se eligen todas las tablas correspondientes a la base de datos del SGCEA, así como los datos correspondientes a cada una, para que finalmente se trabaje la base de datos en SQL Server 2012 y comenzar con el diseño del Data Warehouse (figura 76).



**Figura 76. Base de datos del SIGCEA en SQL Server.**

Fuente: Propia.

**Metodología Kimball.** Kimball propone 4 pasos esenciales a seguir en el orden estricto (figura 66). El diseño del Data Warehouse para esta investigación se basó en el modelo Kimball (Capítulo 4, sección 4.3.2). Este modelo se apega a las restricciones de normalidad de las bases de datos relacionales. Se analizará cada una de las etapas de este modelo a continuación.

1. Identificación del proceso a modelar. Para el diseño de un Data Warehouse desde la perspectiva de Kimball enfocada al sector de negocios, es comenzar con el estudio de los diferentes procesos que se llevan a cabo en una empresa,

para este caso, se adecuaran a términos empleados a instituciones de educación.

La base de datos SIGCEA es un proceso general compuesto de varios procesos específicos, por lo que se analizó el Plan de Mejora Continua, ya que en el se busca impactar cada uno de los procesos que involucran el funcionamiento y la calidad del programa, consolidando indicadores que están fortalecidos creando alternativas para mejorar aquellos donde no ha sido posible llegar a las metas establecidas. Para la Categoría V. Alumnos en donde se destacan algunos procesos clave:

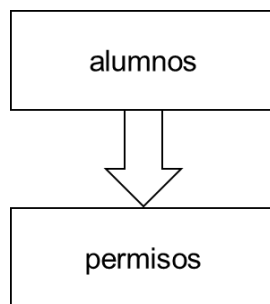
1. Estadísticas de intercambios académicos
2. Mecanismos de selección de alumnos pertinentes
3. Evaluación del perfil de ingreso
4. Seguimiento de la trayectoria de los estudiantes

En la presente investigación se diseñará un DW con el objetivo de estimar el proceso cuatro. Definido el objetivo y alcance del DW, se entenderá como proceso a la serie de actividades y metodologías empleadas desde la obtención de datos hasta obtener información sobre la trayectoria de los estudiantes del programa educativo de la UAF.

**2. Definición del nivel de granularidad.** La determinación del nivel de granularidad en cuando a mayor nivel de detalle en el almacenamiento de datos, mayor será en tamaño la base de datos y mayor los requerimientos para el equipo encargado de analizar la información.

**3. Definición de las dimensiones aplicables al Data Warehouse.** La selección de las dimensiones es un aspecto más importante a considerar en el análisis de la información. Se relaciona con el alcance que tienen los estimadores.

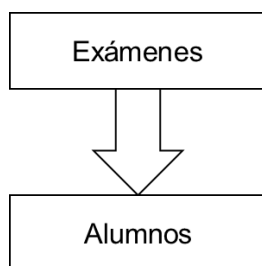
A continuación se muestra la jerarquía para definir la primera dimensión denominada “AlumnoPermisos” (Figura 77). Dicha jerarquía permitirá obtener información de aquellos alumnos que se den de baja por algún motivo.



**Figura 77. Jerarquía de la dimensión “AlumnoPermisos”.**

Fuente: Propia.

La jerarquía ExámenesAlumnos permitirá obtener información de promedios de calificaciones ordinarias, número de exámenes extraordinarios, título1 y título 2 que tiene cada alumno y en qué materia (figura 78).



**Figura 78. Jerarquía de la dimensión “ExámenesAlumnos”.**

Fuente: Propia.

#### 4. Determinación de la tabla de hechos.

Para llevar a cabo el proceso de una consulta a través de data warehouse, se crea la tabla de hechos de manera similar a la base de datos, definiendo los

campos con sus dominios y restricciones de integridad (llaves primarias, foráneas, etc) como se muestra en la figura 79.

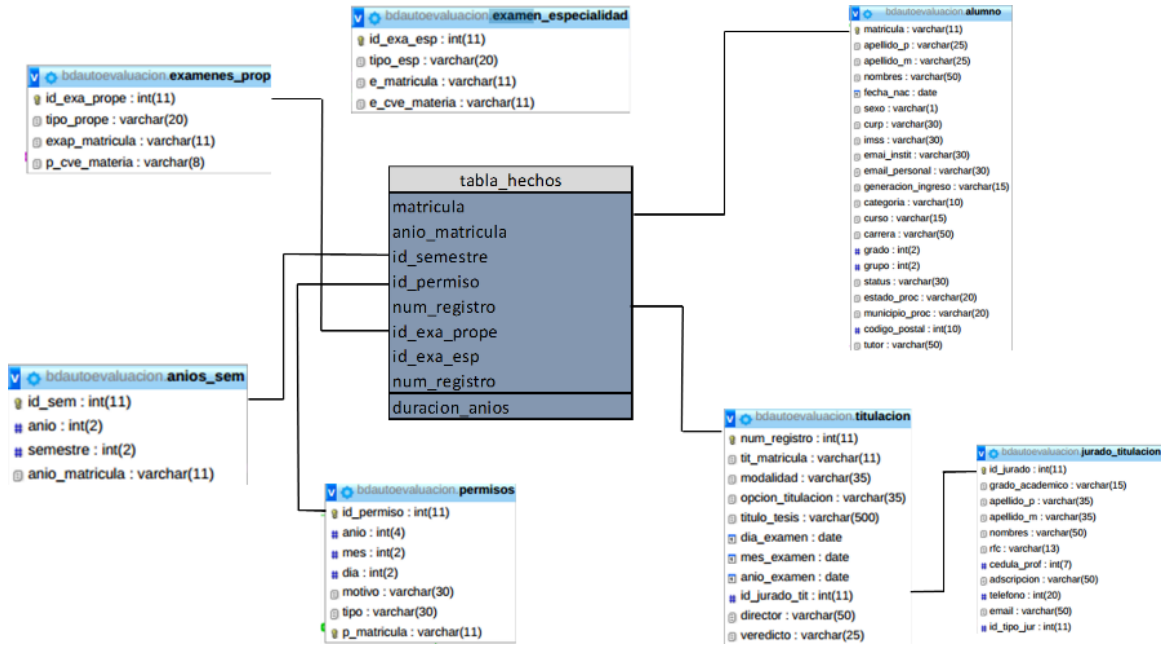


Figura 79. Tabla de hechos

Fuente: Propia.

## Reportes del Sistema y tendencias a través de minería de datos

Los reportes se llevan a cabo a través de la base de datos y del data warehouse, así como las tendencias a través de árboles de decisión y red de dependencias.

Uno de los reportes obtenidos es a través de EXEL en una página dinámica (80):

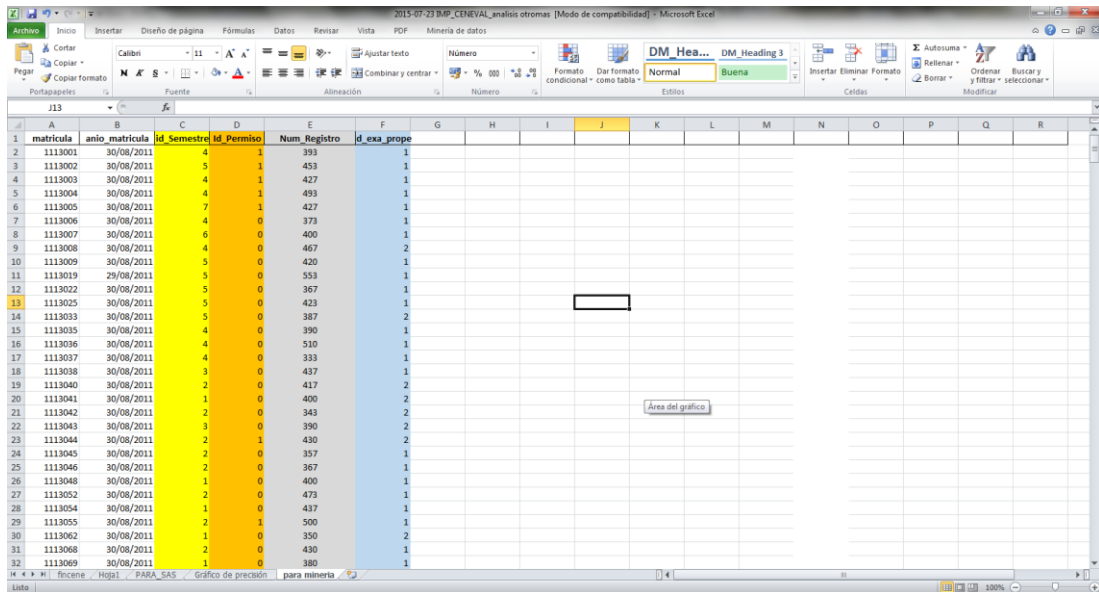


Figura 80. Reportes en Excel a través de una Tabla dinámica

Fuente: Propia.

## Minería de datos

El SQL Server cuenta con un módulo para hacer minería de datos. Las figuras figura 81 y 82 muestran algunas de las herramientas disponibles.

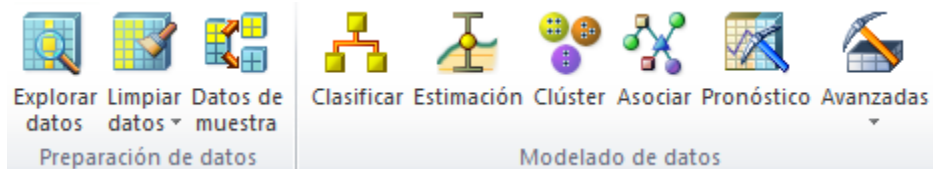


Figura 81. Módulo de Minería de Datos

Fuente: Propia.

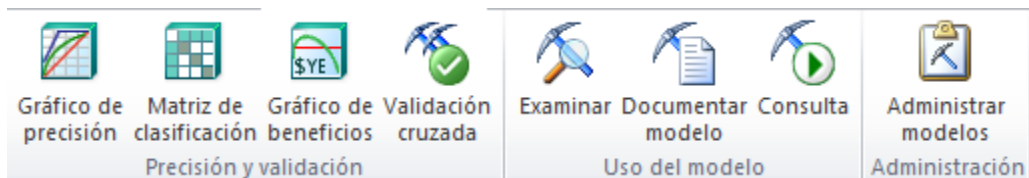
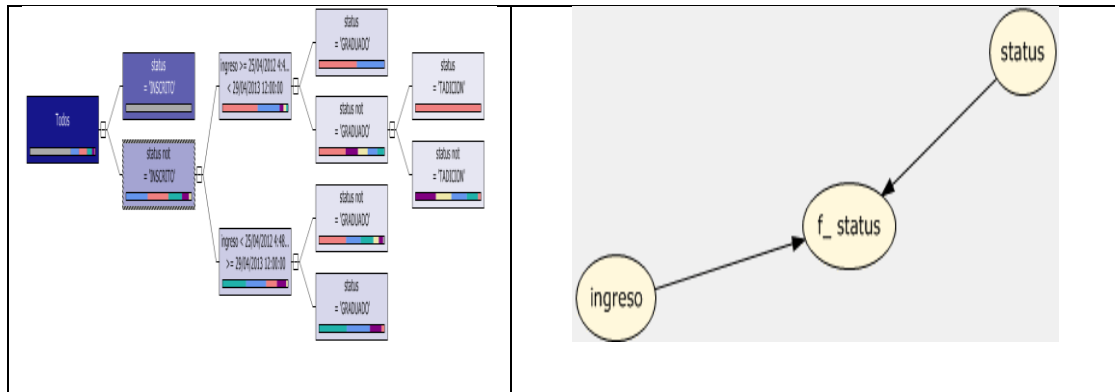


Figura 82. Módulo 2 de Minería de Datos

Fuente: Propia.

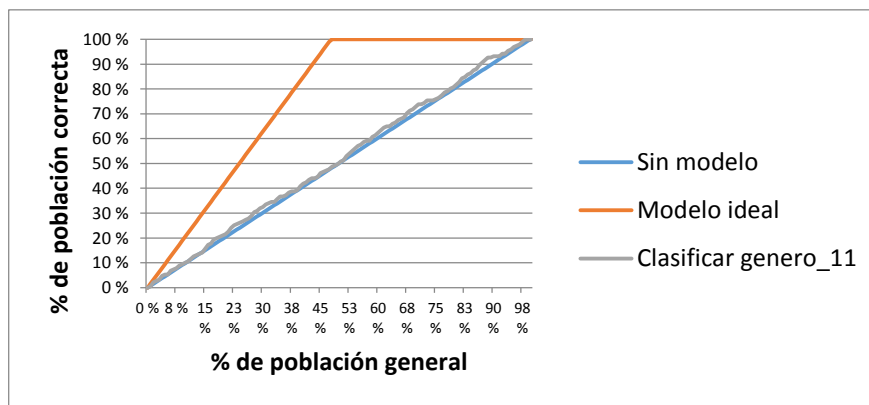
Los modelos de minería de datos en SQL Server se acceden a través de un procedimiento sencillo y amigable donde se seleccionan las variables a analizar y se verifican las tendencias. La figura 83 muestra un árbol de decisión y una red de dependencias de los datos obtenidos en el cubo.



**Figura 83. Salidas de tendencias de árboles de decisión y red de dependencias**

Fuente: Propia Investigación.

También permite visualizar de los diferentes modelos una gráfica de precisión para identificar, si se usan varios, cual es el que mejor se ajusta a nuestros datos.



**Gráfica 7. Gráfica de precisión del modelo**

Fuente: Propia Investigación.



### **6.3 Contraste de Hipótesis con los resultados**

La hipótesis “Un prototipo de un sistema informático web apoyado de tecnología Data Warehouse sirve como apoyo al proceso de acreditación del programa educativo de la Unidad Académica de Fitotecnia” no se rechaza ya que se pudo hacer la propuesta de un sistema apoyado tanto en software para la educación, como en conceptos y buenas prácticas de la ingeniería de software.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones.

El objetivo general y los objetivos específicos de la investigación se cumplieron, considerando que, el SIGCEA es un prototipo que coadyuva al proceso de acreditación del programa educativo de la UAF, apoyado de tecnología Data Warehouse, que implementa las primeras Secciones solicitadas por el COMEAA, se considera terminar los demás bloques dada la viabilidad del enfoque adoptado. Se considera poner en valoración en agosto de 2016 cuando se haga la siguiente evaluación del COMEAA en el Unidad Académica de Fitotecnia.

La hipótesis planteada no se rechazó.

La construcción del sistema informático SIGCEA brinda apoyo a los procesos de acreditación al programa educativo de Fitotecnia, al concentrar información en una base de datos, la cual permitirá obtener reportes que solicita COMEAA, y además identificar algunas tendencias que coadyuven en planes de mejora continua.

El SIGCEA tiene contemplado la evolución, escalabilidad y portabilidad de acuerdo a las necesidades de la UAF y de cambios que puedan proponerse en el COMEAA.

En el estudio:

Se lograron identificar los factores que influyen en la calidad educativa a través del trabajo en conjunto con alumnos, profesores y personal administrativo en la Unidad de Fitotecnia (UAF) de la Universidad Autónoma Chapingo.

En los alumnos se destaca la apatía social ya que no sienten la atención debida argumentando que sus directivos y profesores no cuentan con información que ayude a mantener en constante observación la situación real de cada uno de ellos.

Los directivos argumentaron la no existencia de un software que agilice los procesos de acreditación. No toman en cuenta a los alumnos, profesores, administrativos para proponer procesos e instrumentos apropiados y confiables para la evaluación de los aprendizajes, no se ofrecen suficientes cursos de capacitación se detectó que se tienen gestiones poco eficientes ante instancias como SAGARPA, los sindicatos, entre otros.

En cuanto a profesores, concluyeron que no hay participación por parte de ellos en los procesos de acreditación debido a que el método actual para el acopio de la información requerida es poco eficiente, es artesanal.

Se encontró que la gestión administrativa es uno de los principales factores que afecta al proceso de acreditación de su programa educativo, ya que la información que requiere el COMEAA es heterogénea, se encontraron estrategias para que este proceso sea más eficiente y se manejen datos del mismo tipo para su almacenamiento y análisis. Los alumnos, profesores y administrativos destacan que no hay un software que los apoye a sus trámites y al proceso de acreditación del programa educativo de la UAF ante COMEAA.

En el sistema:

Se hizo el análisis del COMEAA como instrumento, la forma como se ha aplicado en la UAF, los mecanismos de autoevaluación.

Se adaptó a una metodología de software de educación.

Se investigaron distintos modelos de Ingeniería de software.

Se pagó un servicio web de alojamiento de base de datos con la dirección sigcea.oacacolpos.es. Se hicieron pruebas a todas las herramientas que contiene el servidor bajo Linux para identificar cuál de ellas se podía utilizar en el sistema.

Se eligió SQL Server 2012 ya que permite hacer Datawarehouse y tiene además un módulo de minería de datos.

Se propuso un modelo de ciclo de vida y cada una de sus fases basado en las buenas prácticas de Ingeniería de software.

Se hizo una propuesta preliminar del sistema y una primera arquitectura. El modelo inicial se tuvo que adaptar ya que no cumplía con las necesidades del COMEAA y de los reportes.

Se seleccionó la categoría de Alumnos para probar parte del sistema.

El diseño toda la base de datos ya que no existía una en UAF de UACH y se tuvo que adaptar constantemente. Se hizo en MySQL bajo Linux en servidor APACHE.

Se diseñó en un modelo relacional para el SIGCEA.

Se crearon los modelos con sus relaciones entre ellos para CakePHP por cada una de las tablas que conforman la base de datos.

Se crearon controladores de prueba, uno por cada modelo con la variable scaffold declarado.

Se programaron en algunos controladores acciones como agregar, editar y eliminar, mediante JQuery, Json, JQuery IU. La base de datos se puede escalar de acuerdo a las necesidades del sistema.

Se diseñaron las interfaces mediante vistas según la estructura de CakePHP a través de HTML, CSS, PHP. Y se colocó el Sistema en un servidor Web (Hostinger) lo que nos permite presentar información estructurada en la web. El

sistema está disponible en las plataformas Unix, Linux, IO de Apple, Windows ya que se accede vía Web.

Se hicieron pruebas en la base de datos mediante consultas y se tuvieron que adaptar de acuerdo a las necesidades del COMEAA.

Se exportó la base de datos de Mysql a SQL Server 2012. Los problemas que se encontraron son que no hay el 100% de compatibilidad entre los dos paquetes de software.

Se estableció el Datawarehouse mediante la metodología de Kimball.

Se obtuvieron salidas de datos de los reportes de los cubos realizados en el Datawarehouse a través de tablas dinámicas de Excel.

Se probaron modelos de minería de datos aprovechando los recursos del SQL Server 12.

Se puso a prueba el Sistema en la web en el servidor Hostinger versión de pago, ya que tiene soporte php y mysql. Se hizo fuera del CP ya que no había capacidad en el Servidor principal de Montecillo para estas pruebas.

## **7.2. Recomendaciones.**

Terminar el sistema ya que el SIGCEA es un prototipo que está en etapa de construcción, se pretende finalizar una versión Beta para usarse en agosto de 2016 cuando se haga la siguiente evaluación del COMEAA en el Unidad Académica de Fitotecnia.

Proponer estrategias que permitan evaluar el funcionamiento del sistema apegándose a atributos de calidad del software para una evaluación del funcionamiento del sistema y cumplir de la mejor manera con las buenas prácticas de Ingeniería de Software.

Proponer una adecuación del SIGCEA como apoyo a los procesos de acreditación para los 4 organismos que acreditan los programas educativos de las otras 21 unidades académicas de Chapingo.

Realizar otra investigación sobre temas de calidad educativa y diseño de sistemas de acuerdo a las necesidades como las del PNPC de CONACyT o de los otros 4 instrumentos que utiliza la UACH para la acreditación de sus programas.

Proponer una línea de investigación de calidad en educación en la UACH.

## 8. REFERENCIAS DOCUMENTALES.

- Acosta Ochoa, A. (2014). Evaluación y acreditación de programas educativos en México. *Revista de la Educación Superior*, 151-157. Obtenido de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-27602014000400009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-27602014000400009&script=sci_arttext)
- Almaguer, T. (2003). *El desarrollo del alumno*. México: Trillas.
- AMEAS (2015). Asociación Mexicana de Educación Agrícola Superior A.C. Obtenido de <http://www.ameas.org/>
- ANUIES. (2003). Antecedentes, Situación Actual y Perspectivas de la Evaluación y Acreditación de la Educación Superior En México. Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública, Panamá. Obtenido de: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/CLAD/clad0048003.pdf>
- ANUIES. (2004). *El binomio calidad-pertinencia: Renovar el pacto de la Educación Superior con la Sociedad*. México, D.F. Obtenido de: <http://www.anui.es.mx/anui.es/acerca-de-la-anui.es/aportaciones-de-la-anui.es-a-la-educacion-superior>
- ANUIES. (2008). *Consolidación y avance de la educación superior en México*. Obtenido de: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/CLAD/clad0048003.pdf>
- Asensio-Muñoz, I., Carballo-Santa, R., Fernández-Díaz, M. J., Fuentes-Vicente, A., García Ramos, J. M., Guardia González, S., y Navarro Castillo, M. (1997). Desarrollo y validación de un modelo de calidad universitaria como base para su evaluación. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 3(1\_2), Madrid. Obtenido de: [http://www.uv.es/relieve/v3n1/RELIEVEv3n1\\_2.htm](http://www.uv.es/relieve/v3n1/RELIEVEv3n1_2.htm)

- Autoevaluación, I. (2011). Informe de Autoevaluación del programa Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia de la Unidad Académica de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. Archivo en electrónico en CD.
- Baeza G., M. y Mertens, L. (1999). La Norma ISO 9000 y la competencia laboral. México. Obtenido de: <http://www.leonardmertens.com/showcontent.php?id=50&cmd=content>
- Baink, K. (2007). Los que hacen los mejores profesores universitarios. Universidad de Valencia. ISBN: 978-84-370-6667-7, 2ª edición. Obtenido de: <http://www.lcc.uma.es/~ppgg/libros/kbain.html>
- Barrera, D.P. y García-Cué, J.L. (2015). Propuesta de un sistema informático de calidad educativa para ciencias agrícolas (SICECA). XII Congreso de Informática Educativa. Versión Internacional, 23 al 25 de septiembre (RIBIE-Col). [http://www.ribiecol.org/congreso2015/Memorias%20RIBIE\\_2015.pdf](http://www.ribiecol.org/congreso2015/Memorias%20RIBIE_2015.pdf)
- Bolívar, A. (2001). La calidad en educación. Red Iberoamericana de Investigación sobre Cambio y Eficacia Escolar. Madrid. Obtenido de: <http://www.rinace.net/biblioteca.htm>
- Brenan, J. (1998). Panorama general del aseguramiento de la calidad. México: UNAM-Porrúa.
- Bruce. B. (2003). Software Engineering: A Holistic View. Obtenido de: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=781133>
- Camps Paré, R., Casillas Santillán, L., Costal Costa, D., y Gibert Ginesta, M. (2005). Bases de datos. Eureka Media. Obtenido de: <http://www.uoc.edu/masters/oficiales/img/913.pdf>
- Cano García, E. (1998). Evaluación de la calidad educativa. Madrid: La Muralla.



- Cantón. (2003). Evaluación de los Planes de Mejora en los centros públicos de Castilla y León. (En prensa). Obtenido de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1195536>
- Castelán, A. (2003). ¿Una nueva gestión educativa para nuestras escuelas? Educación 2001. Revista de educación moderna para una sociedad democrática, 97, 39-42. Obtenido de: [http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area\\_tematica\\_13/ponencias/0619-F.pdf](http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_13/ponencias/0619-F.pdf)
- CIEES. (2014). Comités Interinstitucionales para la Evaluación. Obtenido de <http://www.ciees.edu.mx/>
- Cogorno-Mosqueda, E. (2015). EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN DE UNIVERSIDADES: ASUMIENDO UN COMPROMISO SOCIAL. Revista Asociación de Inspectores de Educación de España. Obtenido de: [http://www.adide.org/revista/index.php?option=com\\_content&task=view&id=265&Itemid=71](http://www.adide.org/revista/index.php?option=com_content&task=view&id=265&Itemid=71)
- COMEAA. (2008). Marco de referencia COMEAA. Obtenido de: [http://www.comeaa.org/carreras\\_lic\\_marco\\_de\\_referencia.html](http://www.comeaa.org/carreras_lic_marco_de_referencia.html)
- COMEAA. (2012). Guía para realizar la autoevaluación de programas educativos. México. Obtenido de: [www.comeaa.org/docs/archivos.../GUIA\\_DE\\_AUTOEVALUACION.doc](http://www.comeaa.org/docs/archivos.../GUIA_DE_AUTOEVALUACION.doc)
- COMEAA. (2012). Sistema Mexicano de Acreditación de Programas Académicos para la Educación Agrícola Superior. México. Obtenido de <http://www.comeaa.org/>
- CONACYT. (2015). Obtenido de: <http://www.conacyt.mx/>

COPAES. (2014). Consejo para la Acreditación de la Educación Superior A.C. Consejo para la Acreditación de la Educación Superior A.C. Obtenido de: <http://www.copaes.org/>

Coronel, C., Morris, S., y Rob, P. (2011). Bases de Datos. Diseño, implementación y administración. Novena edición. México: CENGAE Learning..

Crosby P.B. (1991). Hablemos De Calidad. México. Editorial: McGraw-Hill.

Cubillos-Rodríguez, M. C. y Rozo-Rodríguez, D. (2010). Calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. México: Revista Universidad De La Salle, 48. Obtenido de: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ls/article/view/1260/1153>

Curto, J. y Conesa, J. (2010). Introducción al Business Intelligence. Barcelona. Editorial: El Ciervo S. A.

De la orden, A. (1997). Desarrollo y validación de un modelo de calidad universitaria. Revista electrónica de investigación y evaluación educativa, Volumen 3 // Número 1\_2. Obtenido de: [http://www.uv.es/relieve/v3n1/RELIEVEv3n1\\_2.htm](http://www.uv.es/relieve/v3n1/RELIEVEv3n1_2.htm)

De la Orden, A. (1997). Desarrollo y Validación de un Modelo de Calidad Universitaria como base para su Evaluación. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa. Volumen 3. Número 1-2. Obtenido de: [http://www.uv.es/relieve/v3n1/RELIEVEv3n1\\_2.htm](http://www.uv.es/relieve/v3n1/RELIEVEv3n1_2.htm)

De la Orden, A. (1998). La Calidad de la Educación. Citado por Elena Cano García. Evaluación de la Calidad Educativa. Madrid: Editorial La Muralla, S.A., Colección Aula Abierta.

De la Orden, A. (2000). La función optimizante de la evaluación de programas educativos. *Revista de Investigación Educativa*, 18(2), 381-389. Obtenida de: <http://revistas.um.es/rie/article/view/121051>

De la Orden, A. (2002). Innovación, evaluación y calidad en la educación. *Revista de evaluación educativa*, 1(1). Obtenido de: <http://www.mecd.gob.es/dctm/revista-de-educacion/articulosre228/re3281510861.pdf?documentId=0901e72b8125940f>

De la Orden, A. (2012). Innovación, evaluación y calidad en la educación. *Revista de evaluación educativa*, 9(1). <http://revalue.mx/revista/index.php/revalue/issue/current>

Deming, W. y Nicolau, J. (1989). *Calidad, Productividad y Competitividad. La salida de la crisis*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos,

De Miguel, M. (2003). Calidad de la enseñanza universitaria y desarrollo profesional del profesorado. *Revista de Educación*, 13-34. Obtenido de: <http://www.mecd.gob.es/dctm/revista-de-educacion/articulosre331/re3310211294.pdf?documentId=0901e72b81257905>

De Pablos Heredero, C., Albarrán Lozano, I., y Castilla Alcalá, G. (1998). El proceso de implantación del data warehouse en la organización: análisis de un caso. *Investigaciones Europeas y Economía de la Empresa*, 4, 73-92.

Diez Hochleitner, R. (1997). Rendimiento social en la educación. En la educación actual: Problemas y técnicas. Madrid: C.S.I.C.

DGN (Dirección General de Normas). (2008). Obtenido de Declaratoria de vigencia de normas mexicanas. Obtenido de: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5044746](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5044746)

DGN (2014). Dirección General de Normas. Secretaria de Economía. Obtenido de Subsecretaría de Competitividad y Normatividad. Obtenido de: [http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/normalizacion/dgn/2014\\_07\\_24\\_DIR\\_ONN.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/normalizacion/dgn/2014_07_24_DIR_ONN.pdf)

Druker, P. (1990). El ejecutivo eficaz. Buenos Aires: Sudamerica.

EcuRed. (2015). Cubos OLAP. Conocimiento con todos y para todos. Obtenido de [http://www.ecured.cu/index.php/Cubos\\_OLAP](http://www.ecured.cu/index.php/Cubos_OLAP)

Ecured. (2015). Control de la Calidad. Conocimiento con todos y para todos. Obtenido de [http://www.ecured.cu/index.php/Control\\_de\\_la\\_Calidad](http://www.ecured.cu/index.php/Control_de_la_Calidad)

Ecured. (2015). CakePHP. EcuRed. Conocimiento con todos y para todos. Obtenido de: <http://www.ecured.cu/CakePHP>

Eliot, J. (1993). Conocimiento, poder y evaluación del profesor. Sevilla: Diada.

Egido Gálvez, I. (2005). Reflexiones en torno a la evaluación de la calidad educativa. Universidad Autónoma de Madrid. Tendencias Pedagógicas. Obtenido de: [http://www.tendenciaspedagogicas.com/Articulos/2005\\_10\\_02.pdf](http://www.tendenciaspedagogicas.com/Articulos/2005_10_02.pdf)

Espinosa, R. (2010). El rincón del BI. Obtenido de <https://churriwifi.wordpress.com/2010/04/19/15-2-ampliacion-conceptos-del-modelado-dimENSIONAL/>

- Esteban, M. C. y Montiel, J. U. (1990). Calidad en el centro escolar. Cuadernos de pedagogía.. ISSN 0210-0630, Nº 186, págs. 73-76. Obtenido de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=35129>
- Ferrando, M. y Granero, J. (2005). Calidad Total. Modelo EFQM de excelencia. Madrid. Artegraf, S. A. Editorial: FUND. CONFEMETA
- Fingermann, H. (2010). La Guía. Obtenido de Calidad del aprendizaje: <http://educacion.laguia2000.com/aprendizaje/calidad-del-aprendizaje>
- Fitotecnia. (2014). Unidad Académica de Fitotecnia de la UACH. Obtenido de: <http://www.chapingo.mx/fitotecnia/index.html>
- Feigenbaum, A. V. (1994). Total Quality control. New York: McGraw-Hill
- Flores Cruz, J. A. (2014). Data Warehouse y minería de datos como alternativas al análisis de datos forestales. México. Obtenido de: [http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/2521/Flores\\_Cruz\\_JA\\_MC\\_Computo\\_Aplicado\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/2521/Flores_Cruz_JA_MC_Computo_Aplicado_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- FUNDIBEQ. (2015). Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad. Obtenido de [http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diagrama\\_causa\\_efecto.pdf](http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diagrama_causa_efecto.pdf)
- García Cué, J.L.(2006). Los Estilos de Aprendizaje y las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la formación del Profesorado. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Educación a Distancia, España.
- García Cué, J. L.; Antonio, P. y Gutiérrez Tapias M. (2015). Estilos de aprendizaje y su relación con el instrumento Egel-Ceneval. Journal of Learning Styles. Revista de Estilos de Aprendizaje Utah Valley University. ISSN2332- 8533. Vol 8, No 16 (2015). Obtenido de: <http://learningstyles.uvu.edu/index.php/jls/article/view/285>

- Gento Palacios, S. (1996). Instituciones Educativas para la Calidad. Madrid: La Muralla, S.A.
- Gento Palacios, S. (1998). Implantación de la calidad en instituciones educativas. Madrid: GRABA.
- Gento Palacios, S. (2010). Tratamiento Educativo de la Diversidad de Tipo Visual. Madrid: UNED
- Gento Palacios, S. y Montes Castillo, Mariel. (2010). Cómo Elaborar un Diagnóstico de la Calidad de un Centro Educativo: Implementación y Resultados de un Modelo. (Ponencia presentada al VII Congreso Internacional „La Universidad por un Mundo Mejor“, La Habana, Cuba, 8-12. Obtenido de: <http://www.leadquaed.com/docs/artic%20esp/Modelo%20de...pdf>
- Gil Padilla, A. M., y Berriel Martínez, R. (2000). Aplicación de las tecnologías Data Warehouse en el contexto de la empresa turística de alojamiento hotelero. Las palmas, Gran Canaria, España. Obtenido de: <http://www.turitec.com/actas/1999/6.pdf>
- González-Ramírez, T. (2000). Evaluación y Gestión de la Calidad Educativa. Un enfoque metodológico. Málaga: Aljibe. Obtenido de: <http://institucional.us.es/revistas/fuente/3/RESENAS/EVALUACION%20Y%20GESTION.pdf>
- Gros, B., y Romaña, T. (2004). Ser Profesor. Palabras sobre la docencia universitaria. Barcelona: Octaedro/ICE.
- Guarro, A. (2008). La mejora de la calidad docente universitaria: Realidad o utopía. V Congreso Interuniversitario de Organización de Instituciones Educativas (págs. 919-927). Madrid: Deptos. De Didáctica y Organización Escolar.

- Gunter, H., y Gento, S. (2012). La investigación en el tratamiento educativo de la universidad. Madrid: Aranzadi.
- Hernández, M., y Alma, R. (2006). La acreditación y certificación en las instituciones de educación superior. Hacia la conformación de. Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle, 7(26).Obtenido de: <http://www.redalyc.org/pdf/342/34202604.pdf>
- Hernández, G., Argos, J., y Sevilla, J. (2013). Gestión de la Calidad bajo la Norma ISO 9001 en Instituciones Públicas de Educación Superior de México. Obtenido de: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-45652013000200004](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-45652013000200004)
- IBM. (2015). IBM Knowledge Center. Obtenido de: [http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SS9UM9\\_9.1.0/com.ibm.datatools\\_dimensional.ui.doc/topics/c\\_dm\\_dimensional\\_models\\_ovr.html?lang=es](http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SS9UM9_9.1.0/com.ibm.datatools_dimensional.ui.doc/topics/c_dm_dimensional_models_ovr.html?lang=es)
- Imai, M. (1998). Cómo implementar el kaizen en el sitio de trabajo. Bogotá: McGraw-Hill.
- Imon, W. (2005). Building the Data Warehouse. USA: Wiley Publishing, Inc.
- Inmhoff, C., y Galemmo , N. (2003). Mastering Data Warehouse Design: Relational and Dimensional Techniques. Wiley Publishing Inc. Obtenido de: <http://artemisa.unicauca.edu.co/~ecaldon/docs/bd/mastering.pdf>
- Inmon, W. (1996). Building the DataWarehouse. Indianapolis.Willey and Sons Inc.
- Iruretagoyena, M. A. (2014). Normas ISO 9000. Obtenido de: Wilde Provincia de Buenos Aires. Argentina: <http://www.sdpt.net/calidad/normasiso9000.htm>

- Ishikawa, K. (1985). ¿Qué es Control Total de la Calidad? El modelo japonés. Prentice Hall.
- Ishikawa, K. (1988) ¿Qué es el Control de Calidad Total? La modalidad Japonesa. Bogotá: Norma.
- ISO. (2015). Obtenido de <http://www.iso.org/iso/home.html>
- IWA, S. (2006). Guía ISO IWA. Obtenido de [www.isoiva2.sep.gob.mx:8080\\*](http://www.isoiva2.sep.gob.mx:8080)
- Jiménez-Ríos, E. (2008). La evaluación de la Calidad Educativa desde la Perspectiva de los pares académicos: descripción de una experiencia. Revista de la Educación Superior, 127-133. Obtenido de: [http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista147\\_S3A1ES.pdf](http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista147_S3A1ES.pdf)
- Jiménez-Zamacona, R. (1994). Los comités de aseguramiento de la calidad educativa: (Conferencia): caso Conalep. México. Obtenido de: <http://learningstyles.uvu.edu/index.php/jls/article/view/285>
- Juran, J. (1981). Alta Dirección y Calidad. Tercera Edición. Nueva York.
- Juran, J., Gryna, F., y Bingham, R. (2005). Manual de control de la calidad. Barcelona: REVERTE S.A. Volumen 1, Segunda Edición. ISBN13 9788429126525
- Juran, J., Frank M. Gryna S. B. (1998). Quality Control. McGraw-Hill. USA.
- Kaufman, R., y Zahn, D. (1993). Quality Management Plus: The Continuous Improvement in Education. Newbury Park: Corwin Press.
- Kimball, R. (1998). The Data Warehouse Lifecycle Toolkit (2nd Edition ed.). New York: Wiley.
- Kimball, R., y Ross, M. (2002). The data warehouse toolkits: The Complete Guide to Dimensional Modeling. New York: Wiley & Sons.



- Kroenke, D. (2003). El modelo relacional y el álgebra relacional. México: Pearson.
- Laboratorio Nacional de Calidad del Software de IN. (2009). Guía de Ingeniería del Software. Ingeniería del Software: Metodologías y ciclos de vida. España.
- Lawrence-Pfleenger, y Shari. (1998). Software Engineering: Theory and Practice.
- Llacer, E., Luna, P., Martínez, F. J., Salmerón, J. L., y Castañeda, R. (1998). Data Warehousing, un paso más hacia la Gestión del Conocimiento en las empresas. Tesis de Licenciatura. En servicio de Publicaciones de la Universidad de Palmas. Las palmas. Universidad de Las Palmas.
- LCES (1978). Ley para la Coordinación de la Educación Superior. Obtenido de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/182.pdf>
- López-Cubino, R. (2001). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Obtenido de Modelos de Gestión de Calidad: <http://www.mecd.gob.es/biblioteca-central/recursos-electronicos/revistas.html>
- López-Rupérez, F. (2014). Fortalecer la profesión docente. Un desafío crucial. Madrid: Escuela Española. Narcea.
- López Quijado, J. (2012). HTML 5 y CSS 2. México: Alfaomega – Ra-Ma
- Malpica, F. (2013). Calidad de la práctica educativa. Barcelona: GRAO de Irif.
- Manual General de Organización de la UACH. (2013). Obtenido de: [http://chapingo.mx/transparencia/public\\_html/images/TRANSPARENCIA/XVIII/manual%20general%20de%20la%20uach.pdf](http://chapingo.mx/transparencia/public_html/images/TRANSPARENCIA/XVIII/manual%20general%20de%20la%20uach.pdf)
- Martínez-Mediano, C., y Riopérez-Losada, N. (2005). El modelo de excelencia en la EFQM y su aplicación para la mejora de la calidad de los centros educativos. Redalyc(8), 35,36. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/pdf/706/70600802.pdf>

- Mateo, A. (2000). La evaluación del profesorado y la gestión de la calidad de la educación. Hacía un modelo comprensivo de evaluación sistemática de la docencia. *Revista de Investigación Educativa*, 18(1), 7-34. Obtenido de: <https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/45197/1/La%20evaluacion%20del%20profesorado%20y%20la%20gestion%20de%20la%20calidad%20de%20la%20educacion.%20Hacia%20un%20modelo%20comprensivo%20de%20evaluacion%20sistemica%20de%20la%20docencia.pdf>
- Méndez, A., Mártire, A., Britos, P., y García-Martínez, R. (2003). Fundamentos de Data Warehouse. *Reportes técnicos en Ingeniería del Software*, 5(1), 19-26. Obtenido de: <http://artemisa.unicauca.edu.co/~ecaldon/docs/bd/fundamentosdedatawarehouse.pdf>
- Mendoza Rojas, J. (2003). La evaluación y acreditación de la educación superior mexicana: las experiencias de una década. México. Obtenido de <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/CLAD/clad0048003.pdf>
- Millan, A., Rivera, R., y Ramírez, M. (2002). *Calidad y Efectividad en Instituciones Educativas*. México: Trillas.
- Ministerio de educación. (2012). *Estándares de calidad educativa. Aprendizaje, Gestión Escolar, Desempeño Profesional e Infraestructura*. Quito. Obtenido de: [http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/estandares\\_2012.pdf](http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/estandares_2012.pdf)
- Montilla Barreto, I. (2003). La calidad de la enseñanza Universitaria (Caso: Departamento de Ciencias Económicas y Administrativas. Tesis de Licenciatura. Universidad de los Andes - Núcleo Trujillo). Trujillo, Venezuela.

- Mota, L., y Cisneros, J. (2005). La educación superior en América Latina. Globalización, Exclusión y Pobreza. Universidad Autónoma Indígena de México. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/pdf/461/46110210.pdf>
- Muñoz-Izquierdo, C. (1989). Financiamiento de la educación superior y endeudamiento externo en América Latina. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, XIX (2), 9-54. Obtenido de: [http://www.cee.iteso.mx/BE/RevistaCEE/t\\_1989\\_2\\_02.pdf](http://www.cee.iteso.mx/BE/RevistaCEE/t_1989_2_02.pdf)
- Muñoz-Repiso, M. (1995). Calidad de la educación y eficacia de la escuela. Estudio sobre la gestión de los recursos educativos. Madrid: CIDE.
- Muñoz-Repiso, M. (2001). Prólogo a la edición en español de D. Reynolds et al., *Las escuelas eficaces. Claves para mejorar la enseñanza*. Madrid: Santillana.
- Marmonti, E.; B. Piñeiro, I. y De Luján, M. (2012) "Acceso Abierto al conocimiento científico, repositorios digitales y adopción de estándares desde el SIU. Segunda Conferencia de Directores de Tecnologías de Información y Comunicación de Instituciones de Educación Superior, TICAL. Gestión de las TICs para la Investigación y la Colaboración, Lima. Obtenido de: <http://docplayer.es/2162698-Acceso-abierto-al-conocimiento-cientifico-repositorios-digitales-y-adopcion-de-estandares-desde-el-siu.html>
- Nevado, C. V. (2010). Introducción a las bases de datos relacionales. Madrid: Vision Libros.
- Nieto-Caraveo, L. M.; Ramírez-Zacarias, M. (2013) "Sistemas de Indicadores Académicos de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. En la "Conferencia Internacional INFOACES. Un Sistema de Información para las Universidades Latinoamericanas, Noviembre 13-15, Cancún, México, 2013. Obtenido de: <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/INFOACES/INFOACES2013/paper/viewFile/16/10>

- NIST (2010). United States Department of Commerce, Technology Administration . Obtenido de Education Criteria for Performance Excellence. Malcolm Baldrige National Quality Award: <http://www.nist.gov/>
- OCW/USAL. (2015). OpenCourseWare de la Universidad de Salamanca. Obtenido de <http://ocw.usal.es/>
- Oltra, F., Albert, J., y Vericat, A. (2006). Operaciones con bases de datos ofimáticas y corporativas. Madrid: McGraw Hill.
- OREALC/UNESCO. (2013). Situación Educativa de América Latina y el Caribe: Hacia la educación de calidad para todos al 2015. Santiago: Salesianos. Obtenido de: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/images/SITIED-espanol.pdf>
- Pacheco, O. (2015). Blog Data Warehouse. Obtenido de: <http://dwhucv.blogspot.mx/p/estructuar-de-un-data-warehouse.html>
- Peña-Ayala, A. (2006). Ingeniería del Software: Una guía para crear Sistemas de Información. México: Instituto Politécnico Nacional Peralta, V. (2001). Diseño Lógico de Data Warehouses a partir de Esquemas Conceptuales Multidimensionales. Obtenido de: [http://www.wolnm.org/apa/articulos/ingenieria\\_software.pdf](http://www.wolnm.org/apa/articulos/ingenieria_software.pdf)
- Pérez, J. (2000). La evaluación de programas educativos: conceptos básicos, planteamientos generales y problemática. Revista de Investigación Educativa UNED, 261-287. Obtenido de: <http://revistas.um.es/rie/article/view/121001>
- Piattini, M., García, F., Caballero, I. (2006). Calidad de los sistemas informáticos. Madrid: Editorial: Ra-ma.

- Piñeiro-Gómez, J. M. (2014). Diseño de Bases de Datos Relacionales. Madrid: Paraninfo.
- Pires, S., y Lemaitre, M. (2008). Sistemas de acreditación y evaluación de la educación superior en América latina y el caribe. Caracas: A. Gazzola, y A. Didriksson.
- Plan de Desarrollo Institucional (2009-2025). Obtenido de: [http://www.chapingo.mx/agroecologia/documentos/pdi\\_2009\\_2025\\_.pdf](http://www.chapingo.mx/agroecologia/documentos/pdi_2009_2025_.pdf)
- Plan de Mejora Continua. (2011). Obtenido en formato digital en CD. Elaborado por el Comité de Aseguramiento de Calidad de la Unidad Académica de Fitotecnia. México: UACH.
- Planes y Programas de Estudio. UACH, 2015. Obtenido de: <http://www.chapingo.mx/dga/planes/>
- PMETYC. (2006). PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN TÉCNICA Y LA CAPACITACIÓN. Obtenido de [http://basica.sep.gob.mx/dgdgie/cva/sitio/DocumentosIWA2/02\\_Documentos\\_de\\_trabajo/La\\_norma\\_ISO\\_9001-2000\\_aplicada\\_a\\_la\\_educacion.pdf](http://basica.sep.gob.mx/dgdgie/cva/sitio/DocumentosIWA2/02_Documentos_de_trabajo/La_norma_ISO_9001-2000_aplicada_a_la_educacion.pdf)
- Poblete, L. (2010). Modelos de Gestión de la Calidad. Programa Doctoral: Gestión avanzada en negocios internacionales. Lleida, España. Obtenido de: <http://poblete.rodriigo.over-blog.es/article-modelos-de-gestion-de-la-calidad-51203826.html>
- Ponniah, P. (2001). Data Warehousing. Fundamentals. New York: John Wiley & Sons.
- Puterman, P. (2011). ISO 26000. Lloviendo sobre lo mojado ¿Cómo certificar contra una norma no certificable? Diario el Responsable. Obtenido de: <http://blogforoiberoamericanors.blogspot.mx/2011/01/lloviendo-sobre-lo-mojado.html>

- RAE. (2015). Real Academia Española. Obtenido de <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=calidad>
- Reinosa, E. J., Maldonado, C. A., Muñoz, R., Damiano, L. E., y Abrutsky, M. A. (2012). Bases de Datos. Buenos Aires Argentina: Alfaomega Grupo Editor Argentino.
- Rico Menéndez, J. (2004). Evolución del concepto de calidad. Rev. Esp. Trasp., 10(3). Obtenido de: <http://www.elmedicointeractivo.com/ap1/emibold/publicaciones/trasplantes3/169-175.pdf>
- Rodríguez-Andujo, A., López-Díaz, J. C., y Arras-Vota, A. M. (2009). Experiencias y lecciones aprendidas del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Calidad en México. Facultad de ciencias Agrotecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. México. Obtenido de: [http://www.uach.mx/extension\\_y\\_difusion/synthesis/2009/10/05/experiencias\\_y\\_lecciones\\_aprendidas\\_del\\_sistema\\_de\\_evaluacion\\_y\\_acreditacion\\_de\\_la\\_calidad.pdf](http://www.uach.mx/extension_y_difusion/synthesis/2009/10/05/experiencias_y_lecciones_aprendidas_del_sistema_de_evaluacion_y_acreditacion_de_la_calidad.pdf)
- Rojas, M. (2009). Data Warehouse. Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Licenciatura en Sistemas de Información. Corrientes - Argentina. Obtenido de: <http://exa.unne.edu.ar/informatica/SO/MonoAdsDiseno.pdf>
- Rubio, J. (2007). Evaluación y acreditación de la educación superior en México: un largo camino aún por correr. Revista Reencuentro, 35-44. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34005006>

- Rueda, H.; Victorino L. (2009). Análisis de los procesos de acreditación de los programas académicos de licenciatura de la Universidad Autónoma Chapingo. ISBN 968-7542-18-7. Memorias del X Congreso Nacional de Investigación Educativa- Área 13: política y gestión [En <http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/index.htm> el 23/05/2015].
- Ruiz-Torres, M. K. (2007). Data Warehouse y Minería de Datos. Guías y textos de Cómputo. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Editor: UNAM. Dirección General de Servicios de Cómputo Académico. Primera edición. ISBN 978-970-32-4594-9. Obtenido en formato digital en CD.
- Salcedo-Parra, O., Galeano, R. M., y Rodríguez, L. B. (2010). Metodología crisp para la implementación Data Warehouse. Tecnura. Vol. 14, núm. 26, pp. 35-48. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257019810005>
- Sánchez, J. (2004). Principios sobre Bases de Datos Relacionales. California: Creative Commons, Stanford.
- Schmal-Rodolfo, S. y Flores-Zuñiga, A.(2003). Un Sistema de Información para la Gestión de la Investigación. Revista Digital Universitaria. Vol. 4. N° 1. Obtenido de: <http://www.revista.unam.mx/vol.4/num1/art41/>
- Taguchi, G.; Elsayed A.; Hsiang, T. (1989). Quality Engineering in Production Systems. New York: Mcgraw Hill Series in Industrial Engineering and Management Science.
- Reyes-Sánchez, O. y Reyes-Pazos, M. (2012). Percepción de la Calidad del Servicio de la Educación Universitaria de Alumnos Y Profesores. Revista Internacional Administración y Finanzas. Volumen 5. Número 5. Obtenido de: <ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/ibf/riafin/riaf-v5n5-2012/RIAF-V5N5-2012-6.pdf>

Sánchez-Cuéllar, M. G., Cantú-Ballesteros, L., Rojas-Vásquez, R., Ortega-Ruíz, J., Valenzuela-Meza, L. J. (2012). Sistema basado en conocimiento para la gestión de indicadores académicos, en apoyo a la acreditación de los programas educativos. *Revista Internacional Administración y Finanzas*. Volumen 5. Número 5. Obtenido de: <ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/ibf/riafin/riaf-v5n5-2012/RIAF-V5N5-2012-6.pdf>

Santizo, J. A. (2001). *Evolución y Perspectivas en la metodología de la enseñanza de los cursos de servicio de Estadística en el Colegio de Postgraduados*. Tesis de Doctorado en Estadística, México: Colegio de Postgraduados.

Schmelkes, S. (1994). *Hacia una mejor calidad de nuestras escuelas*. Interamer 32. Serie educativa. Obtenido de: <http://www.ctascon.com/Hacia%20una%20mejor%20calidad%20de%20as%20Escuelas.pdf>

SDE. (2011). *Diario Oficial*. Obtenido de [https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAAahUKEwi\\_8LPukMvIAhXHoIAKHewsDt8&url=http%3A%2F%2Fdo.f.gob.mx%2Fnota\\_to\\_doc.php%3Fcodnota%3D5210373&usg=AFQjCNHi7RqvGsZNhkuNs-a4F\\_r4dsZQDw&sig2=GKupmtCzQJpJqgcY4m](https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAAahUKEwi_8LPukMvIAhXHoIAKHewsDt8&url=http%3A%2F%2Fdo.f.gob.mx%2Fnota_to_doc.php%3Fcodnota%3D5210373&usg=AFQjCNHi7RqvGsZNhkuNs-a4F_r4dsZQDw&sig2=GKupmtCzQJpJqgcY4m)

SE. (2015). *Secretaría de Economía*. Obtenido de: <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/competitividad-normatividad/normalizacion/catalogo-mexicano-de-normas>

Senlle, A. (2004). *Calidad en los servicios educativos*. España: Díaz de Santos.

SEP. (2011). *Secretaría de Educación Pública, México. Educación por niveles*. Obtenido en [http://www.sep.gob.mx/es/sep1/educacion\\_por\\_niveles](http://www.sep.gob.mx/es/sep1/educacion_por_niveles)



- SEP. (2014). Secretaria de Educación Pública, México. Obtenido de <http://www.sep.gob.mx/es/>
- SEP. (2015). Secretaria de Educación Pública, México. Estadísticas e indicadores alumnos en educación superior. Obtenido de <http://planeacion.sep.gob.mx/estadistica-e-indicadores/estadisticas-e-indicadores>
- SEP. (2015). Obtenido de: <http://pifi.sep.gob.mx/>
- Serrano, C. (2003). Gestión Estratégica de Calidad de la Formación en Instituciones de Educación Superior. Obtenido de: <http://www.ops-oms.org.ve/site/venezuela/docs/>
- Sierra, M. (2006). Aprender a Programar. ¿Qué es una base de datos?: Obtenido de: [http://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com\\_attachments&task=download&id=500](http://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_attachments&task=download&id=500)
- Silberschatz, A., Korth, H. F., y Sudarshan, S. (2002). Fundamentos de Bases de Datos. Madrid: McGraw-Hill.
- Someerville, I. (2005). Ingeniería del software. Madrid, España: Pearson.
- Taguchi, G. (1993). Taguchi on robust technology development. New York: Asme Press.
- Tania, A. (1996). La evaluación de los sistemas educativos. Revista Iberoamericana de Educación, 10, 37-61. Obtenido de: <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie10a02.htm>
- Teorey, T. J. (1999). Database Modeling and Design. The fundamental Principles. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.

- Tercer Informe de Labores UACH. (2014). Tercer Informe de Labores 2011-2015. Obtenido de: [http://www.chapingo.mx/upom/descargas/il/3informe\\_2014/Informe\\_2014\\_completo.pdf](http://www.chapingo.mx/upom/descargas/il/3informe_2014/Informe_2014_completo.pdf)
- Teruel Cabrero, M., Lapresta Domínguez, J., Camas Losilla, P., Diestre Bernad, A. J., Rosell Martínez, N., y Marco Pérez, J. M. (2006). Guía para la implementación de un sistema de gestión de calidad. México.
- Trujillo Mondéjar, J. C., Mazón López, J. N., y Pardillo Vela, J. (2011). Diseño y explotación de almacenes de datos. Conceptos Básicos de modelado multidimensional. San Vicente: Club Universitario.
- Tufiño Velázquez, M., y Luviano Lomelí, J. (2009). Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la aplicación de la norma NMX-CC-9001-IMNC-2000 en educación.
- UACH. (2013). HISTORIA DE LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA (ENA). Obtenido de Asociación Nacional de Egresados de Chapingo: <http://www.anech-chapingo.org.mx/ena.html>
- V. Feigenbaum, A. (1994). Control total de la calidad. México. CONTINENTAL. Obtenido de: <http://yossen.blogspot.mx/2014/10/armand-v-feigenbaum-control-total-de-la.html>
- Van Vugh, F. (1993). Evaluación de la calidad de la educación superior: el próximo paso. París: Hebe Vessuri.
- Vargas, L. F., Tezanos, P. J., y Zabala, C. C. (2000). Modalidad de evaluación institucional. México. Obtenido de: [http://ipes.anep.edu.uy/documentos/cursos\\_dir\\_07/modulo2/materiales/inv\\_es/evalua.pdf](http://ipes.anep.edu.uy/documentos/cursos_dir_07/modulo2/materiales/inv_es/evalua.pdf)

- Vargas-Zuñiga, F. (2003). Gestión de calidad en la formación. Revista Europea de la Formación Profesional, 15. Primera edición. Copyright © Organización Internacional del Trabajo (Cinterfor/OIT). Obtenido de: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/infodir/calidad.pdf>
- Vásconez, Á. E. (2003). Evaluación y mejora del proceso de compras y recepción de plásticos ecuatorianos, en base a la norma ISO 9001:2000. Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad de Guayaquil - Ecuador. Obtenido de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/5577>
- Vásquez, A. M. (2011). Guía de interpretación de la Norma IRAM-ISO 9001 para la educación. Calidad en la Educación. Buenos Aires, Argentina. Obtenido de: <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=564>
- Vázquez, J. L. (2015). SoftUnicorn. Programación de PHP. Obtenido de: <http://softunicorn.com/10-sistemas-de-gestos-de-base-de-datos/>
- Villafaña-Figueroa, R. (2004). Calidad Total. Conceptos básicos sobre Calidad Total. Obtenido de: <http://inn-edu.com/Calidad/CalidadTotal.pdf>
- Wang, J. (2009). Encyclopedia of Data Warehousing and Mining. New York: Information Science Reference.
- Woodhouse, D. (2000). Quality and Quality Assurance. Quality and Internationalization in Higher Education, 29-44.

}

Wouter, V. (2008). Aplicación de las normas ISO 9000 a la enseñanza y la formación. Interpretación y orientaciones desde una perspectiva europea. Uruguay. Obtenido de: [http://bookshop.europa.eu/de/application-of-iso-9000-standards-to-education-and-training-pbHX1298053/downloads/HX-12-98-053-ES-C/HX1298053ESC\\_001.pdf;pgid=y8dIS7GUWMdSR0EAIMEUUsWb0000UhHMAO56;sid=icBGVUyjx25GWx-ukMjY8i6GxKNYJwHAI7I=?FileName=HX1298053ESC\\_001.pdf&SKU=HX1298053ESC\\_PDF&CatalogueNumber=HX-12-98-053-ES-C](http://bookshop.europa.eu/de/application-of-iso-9000-standards-to-education-and-training-pbHX1298053/downloads/HX-12-98-053-ES-C/HX1298053ESC_001.pdf;pgid=y8dIS7GUWMdSR0EAIMEUUsWb0000UhHMAO56;sid=icBGVUyjx25GWx-ukMjY8i6GxKNYJwHAI7I=?FileName=HX1298053ESC_001.pdf&SKU=HX1298053ESC_PDF&CatalogueNumber=HX-12-98-053-ES-C).

Yzaguirre, L. (2004). Calidad Educativa e ISO 9001-2000 en México. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653). De los lectores. Obtenido de: <http://www.rieoei.org/deloslectores/945Yzaguirre.PDF> el 02/05/2015

Yzaguirre, L. (2007). Educación y calidad: ¿Por qué utilizar la guía IWA 2?. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653) n.º 42/2. Obtenido de: <http://www.rieoei.org/deloslectores/1653Peralta.pdf> el 02/05/2015