UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

SISTEMA PARA LA DEFINICIÓN DEL PERFIL DEL EGRESADO PARA INSTITUCIONES EDUCATIVAS.

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: **19 con Mención Honorífica**

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre: María I. López E.	Nombre: Susana García
	María I. López E.	

REALIZADO POR	Gustavo Saume Shayla Carvallo
PROFESOR GUIA	Ing. Judit Carvallo
FECHA	Mayo, 2006

INDICE GENERAL

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
SINOPSIS	viii
INTRODUCCIÓN.	1
Capítulo I. PROBLEMA	2
I.1 Planteamiento Del Problema	2
I.2 Objetivo General	3
I.3 Objetivos Específicos	3
I.4 Justificación	4
I.5 Limitaciones Y Alcance	5
Capítulo II. MARCO TEÓRICO	6
II.1 Modelos De Diseño Curricular	6
II.2 Perfil Del Egresado	18
II.3 Sistemas Expertos	19
II.4 Método Delphi	25
Capítulo III. MARCO METODOLÓGICO	29
III.1 Enfoque Metodológico Aplicado.	29
Capítulo IV. DESARROLLO	36
IV.1 Fase 1: Levantamiento De Información	36
IV.2 Fase 2: Construcción	40
IV.3 Fase 3: Implementación Y Prueba	61
IV.4 Fase 4: Documentación	62
Capítulo V. RESULTADOS	63
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
Apéndice A. ANÁLISIS FUNCIONAL	72
Apéndice B. SISTEMA EXPERTO	74

Apéndice C. MÉTODO DELPHI 87
Apéndice D. HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE INGENIERÍA. 90
Apéndice E. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL PERFIL DEL EGRESADO Y ÁREAS DE DESEMPEÑO 94
Apéndice F. MODELOS DE ENCUESTAS 96
Apéndice G. DOCUMENTO DE ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE SOFTWARE (SRS) 123
Apéndice H. DIAGRAMAS DEL SISTEMA 129
Apéndice I. DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS DE USO 149
Apéndice J. ARQUITECTURA DUWAMISH 7.0® 171
Apéndice K. BASE DE HECHOS Y BASE DE CONOCIMIENTOS 175
Apéndice L. ESTÁNDARES DE PROGRAMACIÓN 191
Apéndice M. PROCEDIMIENTOS ALMACENADOS. 194
Apéndice N. AMZI! PROLOG + LOGIC SERVER®. 210
Apéndice O. RESULTADOS 216
Apéndice P. MANUAL TÉCNICO 221
Apéndice Q. MANUAL DE USUARIO 259
Apéndice R. PROTOTIPOS 263
Apéndice S. HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS 267
Apéndice T. PANTALLAS DEL SISTEMA 271
Apéndice U. GLOSARIO 275
Apéndice V. Modelos de Diseño Curricular Basados en Saberes 282

INDICE DE TABLAS

Tabla Nº IV.1 Módulos del sistema 41
Tabla Nº IV.2 Clasificación de Funcionalidades del Sistema 42
Tabla Nº IV.3 Descripción detallada del Caso de Uso (Seleccionar Modelo de Diseño Curricular) 46
Tabla Nº IV.4 Reglas de Inferencia Generales 53
Tabla Nº IV.5 Tabla de Áreas de Desempeño 54
Tabla Nº F.1 Resultados parciales de la primera ronda (Diseño Curricular) 97

INDICE DE FIGURAS

Figura Nº II.1 Estructura de la Investigación Documental 6
Figura Nº II.2 Mapa Conceptual del Diseño Curricular 7
Figura Nº II.3 Formación Basada en Competencias 10
Figura Nº II.4 Método DACUM 13
Figura Nº II.5 Formación de un currículo 18
Figura Nº II.6 Mapa Conceptual de los Sistemas Expertos 20
Figura Nº II.7 Proceso del Método Delphi 28
Figura Nº III.1 Modelos Evolutivos e Incremental 29
Figura Nº III.2 Enfoque Metodológico 31
Figura Nº III.3 Estrategia Metodológica 32
Figura Nº IV.1 Diagrama de Casos de Uso del sistema 44
Figura Nº IV.2 Diagrama de Actividades (Seleccionar Modelo de Diseño Curricular) 45
Figura Nº IV.3 Arquitectura del Sistema 47
Figura Nº IV.4 Diagrama de Clases 50
Figura Nº IV.5 Modelo de Base de Datos 51
Figura Nº IV.6 Componentes de la Arquitectura Implantada 55
Figura Nº B.V.1 Funcionamiento del encadenamiento Progresivo. 75
Figura Nº B..V.2 Funcionamiento del encadenamiento Regresivo. 76
Figura NºB.V.3 Esquema de implementación de herramientas tradicionales para representar el conocimiento lógico. 82

SINOPSIS

El presente Trabajo Especial de Grado titulado **"Sistema para la definición del perfil del egresado para instituciones educativas"** consistió en diseñar e implementar un sistema *Experto*, con el cual el usuario podrá construir un perfil del egresado y las áreas de desempeño asociadas a él, según un modelo de diseño curricular seleccionado previamente. Con este sistema, el usuario *Experto* en el área de diseño curricular podrá agregar nuevos enfoques y modelos, que posteriormente podrán ser utilizados por los demás usuarios, así como también podrá realizar consultas sobre la documentación de los modelos con los que cuenta el sistema y los perfiles que ya han sido construidos con la aplicación de estos.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos se aplicó un enfoque metodológico sistémico, evolutivo e incremental, el cual, tomando como línea base el ciclo de vida del desarrollo del software dio como resultado el establecimiento de 4 grandes fases para el desarrollo, cada una de ellas constituidas por una serie de actividades que se relacionan de forma recíproca, dando así una visión holista del sistema desarrollado.

Para el desarrollo de este sistema se utilizaron diversas técnicas y herramientas, partiendo desde el método Delphi como estrategia para el levantamiento de información hasta llegar a los lenguajes de programación utilizados como lo son Prolog, *ASP.net* y *C#*.

Como resultado de la aplicación del enfoque metodológico se obtuvo un sistema que consta de una arquitectura compuesta por 5 capas que interactúan entre ellas. Este sistema está sustentado por una *base de hechos* y otra de *Conocimientos*, las cuales almacenan todos los *Conocimientos* y las reglas que han sido recolectadas gracias a la colaboración de un grupo de *Expertos* en diferentes áreas, como son el diseño curricular y las diferentes ramas de la ingeniería informática, sistemas y afines, éstas últimas tomadas como caso de estudio para validar el sistema propuesto.

INTRODUCCIÓN.

En la actualidad el mercado laboral está en constante evolución, por lo que las instituciones de educación superior se ven en la obligación de mantener los perfiles de egresos de las distintas carreras que ofrecen, en permanentes actualizaciones.

El diseño curricular es un proceso complejo, que en muchas ocasiones amerita la participación de un equipo interdisciplinario para poder llevarse a cabo. Es por esto que resulta cuesta arriba mantener el ritmo de actualizaciones con respecto a las necesidades de las empresas y de la sociedad.

El proceso de diseño curricular se hace bajo el enfoque de diferentes modelos y metodologías que se siguen con la finalidad de obtener un producto final, el currículo. Basándose en esta idea y en las necesidades expuestas anteriormente se planteó el propósito de este Trabajo Especial de Grado, diseñar e implementar un sistema *Experto* que permita construir un perfil del egresado y las áreas de desempeño asociadas a éste, logrando asistir a aquellos profesores que no poseen los *Conocimientos* en diseño curricular, para que puedan obtener el producto esperado.

La finalidad de este documento es describir el proceso de desarrollo de dicho Trabajo Especial de Grado bajo la siguiente estructura:

En el Capítulo I se describe claramente el problema planteado, de la misma forma se presentan los objetivos, justificación, limitaciones y alcance del sistema de manera precisa. Seguidamente en el Capítulo II se describen los basamentos teóricos en los que se sustenta este trabajo, los cuales son necesarios para la comprensión del contenido y funcionamiento del sistema. Luego en el Capítulo III se expone el marco metodológico basado en el cual se realizó el desarrollo e implementación del sistema. En el Capítulo IV, se presentan los productos obtenidos de la realización de las actividades propuestas por la metodología. El Capítulo V muestra los resultados obtenidos en cada fase siguiendo los parámetros establecidos en los objetivos. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones y las bibliografías de los libros consultados así como los apéndices elaborados.

Capítulo I. PROBLEMA

I.1 Planteamiento Del Problema

Debido a la alta competencia que presenta el mercado laboral, en un mundo globalizado y en permanente cambio, las instituciones educativas se han visto forzadas a realizar constantes adecuaciones al currículo para enriquecerlo en función de las necesidades de los estudiantes y su contexto, para lograr altos niveles de calidad educativa que se vean reflejados en profesionales que cumplan con las exigencias del entorno en el que se desenvuelvan.

La educación Venezolana está comprometida en formar los recursos humanos que requiere el país, por lo que es necesario que el diseño curricular sea capaz de adaptarse a los constantes cambios que sufren los requisitos sociales.

Con todo esto se puede observar la necesidad que tienen las instituciones educativas del país en mantener un equilibrio entre sus exigencias y el medio laboral, formando profesionales cada vez mejor capacitados para desarrollar *Funciones* en su rama de trabajo.

El Diseño Curricular es un proceso complejo que debe ser realizado por un equipo interdisciplinario de especialistas y docentes (diseñadores, especialistas en contenido, evaluadores, especialistas en medios, planificadores y asesores).

En este proceso se evidencia una serie de planteamientos que sintetizan la problemática a tratar:

Las instituciones de educación están destinadas a formar ciudadanos competentes, capaces de adaptarse al entrono laboral de un país, que exige, la formación de los recursos necesarios para enfrentar un entorno globalizado y cada día mas competitivo, el diseño curricular debe adaptarse a estas exigencias y responder eficientemente a los cambios generados.

La mayoría de los diseños curriculares que se ofrecen actualmente presentan un plan de estudio de estructura rígida, cuyos objetivos y contenidos no son fácilmente identificables, para de esta manera poder adecuarse a la nueva realidad social, política y económica del país.

El diseño y la ejecución de los tres niveles curriculares (el objetivo del *Conocimiento*, el estudiante y la relación entre estos), se realiza de manera independiente y no se trabaja de forma integrada.

Por todo lo planteado se hace perentoria la necesidad de diseñar un sistema que ayude al proceso del diseño curricular, permitiendo presentar un producto flexible, proactivo, que se pueda transformar fácilmente de acuerdo con las nuevas visiones del hombre (feedback) y de los requerimientos del entorno (feedforward) y modernizar en función de los factores de obsolescencia por vía de la asimilación y adaptación de los avances científicos (C.N.U., 1993, p.32).

I.2 Objetivo General

Desarrollar un sistema *Experto* para la definición del perfil del egresado y áreas de *Conocimiento*, basado en un modelo seleccionado.

I.3 Objetivos Específicos

- Investigar diferentes lenguajes de programación para el desarrollo de sistemas *Expertos* (clips, prolog).
- Aplicar el método Delphi como estrategia para el levantamiento de la información requerida para la definición del modelo, el perfil del egresado y las áreas de desempeño.
- Implementar un sistema *Experto* capaz de definir el perfil y las áreas de desempeño del egresado partiendo de un enfoque seleccionado.
- Establecer mecanismos que permitan verificar el desempeño del sistema con respecto a su funcionamiento en general y los resultados obtenidos.

- Elaborar manuales que permitan al usuario adquirir los *Conocimientos* necesarios para el manejo eficiente del sistema y solucionar problemas en caso de que estos se le presenten.

I.4 Justificación

El futuro de Venezuela está en los jóvenes de hoy, por lo que el sistema educativo debe ir a la par de las exigencias y necesidades del entorno, donde estos se desenvolverán como profesionales.

Uno de los aspectos que dieron impulso para la realización de este proyecto, es la necesidad de las instituciones educativas de adaptarse a los cambios constantes a los que está sometida la sociedad venezolana, para de esta forma producir recurso humano mejor capacitado para el desarrollo integral del país.

Para lograr esto es necesario, entre otros factores, contar con un proceso de diseño curricular que permita generar o adaptar el currículo a las demandas del mercado laboral.

Desde el punto de vista tecnológico, la oportunidad de automatizar este proceso utilizando herramientas de software, para elaborar un producto que no sólo resulte novedoso y moderno, sino que también reduzca la complejidad en la elaboración del currículo, ha sido también motivo de impulso para la realización de este Trabajo Especial de Grado.

Actualmente este tipo de aplicaciones no han sido muy explotadas en el país, por lo tanto, la realización de este proyecto permitirá sentar bases para mejoras y la realización de desarrollos futuros que continúen con el proceso evolutivo de las mismas.

I.5 Limitaciones Y Alcance

Limitaciones

- El sistema se aplicará para definir el perfil del egresado y las áreas de desempeño de la carrera de ingeniería informática y afines.

Alcance

- El desarrollo de un sistema *Experto* que será dividido en tres subsistemas, un primer subsistema que se encargará de crear un modelo de diseño curricular (*Competencias*, saber-conocer-convivir, etc.).
- El segundo subsistema se encargará de definir las características que el egresado debe adquirir a lo largo de sus estudios (perfil), basándose en el modelo que se construyó el subsistema anterior.
- El tercer subsistema presentará las áreas de desempeño que deben ser manejadas por el estudiante para poder alcanzar el perfil que fue definido por el segundo subsistema.

Capítulo II. MARCO TEÓRICO

Previo al diseño y construcción del asistente para el diseño curricular, fue necesario realizar una profunda revisión bibliográfica donde se exploraron en un alto nivel de detalle todos los aspectos que involucran el desarrollo de este tipo de sistemas. Este Capítulo trata los tópicos asociados a la elaboración del sistema que sustenta este Trabajo Especial de Grado (TEG) como se muestra en la figura Nº II.1.

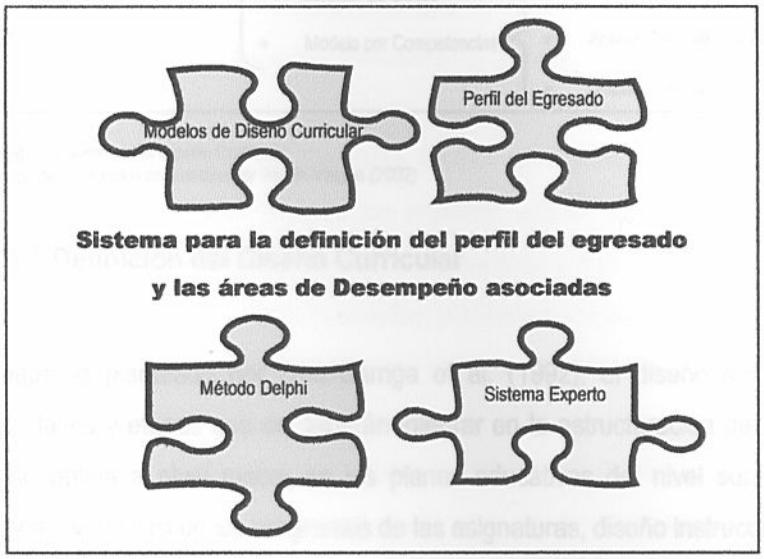

Figura Nº II.1 Estructura de la Investigación Documental
Fuente Propia

II.1 Modelos De Diseño Curricular

Desde el currículo oficial de una institución educativa, hasta la planificación semanal de un profesor son el producto de un proceso complejo denominado Planeación Curricular. Este se caracteriza porque debe ser realizado por un equipo interdisciplinario de especialistas y docentes (diseñadores, especialistas en contenido, evaluadores, especialistas en medios, planificadores y asesores).

El resultado de este proceso se refleja a nivel macro en los planes educativos del nivel superior, diseño curricular, y a nivel micro en los programas de las asignaturas, diseño instruccional.

El presente TEG, se enfoca en el nivel macro de la planificación curricular. En la figura Nº II.2 se muestra un mapa conceptual de los puntos a tratar relacionados con el Diseño Curricular.

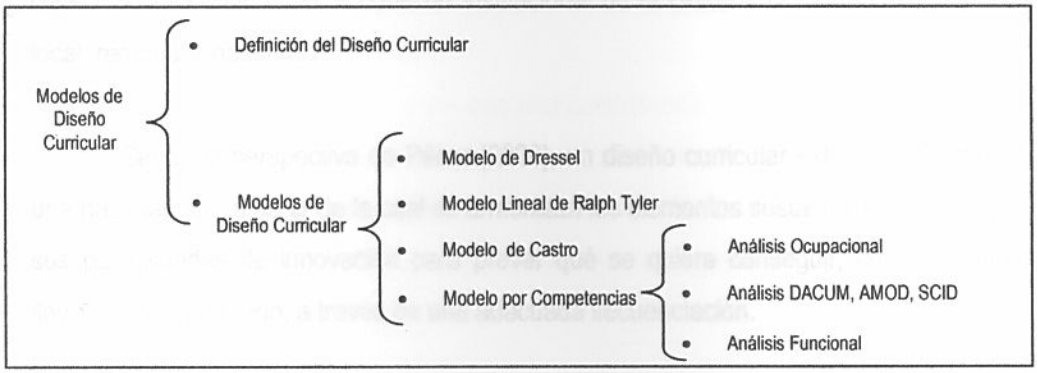

Figura Nº II.2 Mapa Conceptual del Diseño Curricular
Fuente Adaptación de Conceptos propuestos por Irigoin-Vargas (2002)

II.1.1 Definición del Diseño Curricular

Según lo planteado por Díaz-Barriga et al. (1992), el diseño curricular es el conjunto de fases y etapas que se deberán integrar en la estructuración del currículo. El resultado se refleja a nivel macro en los planes educativos del nivel superior, diseño curricular, y a nivel micro en los programas de las asignaturas, diseño instruccional.

Por otra parte, Castro (1998) define el diseño curricular como una estrategia de planificación para la formación de recursos humanos, el cual contempla tres niveles operativos:

- El Macro: que contiene los elementos que originan y dan consistencia al currículo y delimitan las bases y los alcances de toda la estructura curricular.
- El Meso: con los elementos que se toman como marco referencial para la obtención del plan de estudio, estrategias curriculares y los elementos del programa de estudio de las asignaturas.
- El Micro: el cual corresponde al modelo de desarrollo curricular y está formado por los elementos de planificación y organización.

Este autor indica que el diseño curricular propone una serie de actividades que deben ser ejecutadas y evaluadas, las cuales posteriormente formalizan el proceso de

enseñanza - orientación - facilitación y aprendizaje en un hecho educativo sistemático en el cual intervienen el docente participante, el futuro egresado, el docente facilitador, la institución, el *Conocimiento*, los problemas, las destrezas, los sistemas de valores; todo en constante interacción con el contexto institucional de la Universidad y el contexto social, local, regional y nacional.

Según la perspectiva de Pérez (2000), un diseño curricular está determinado por una base teórica, a partir de la cual se armonizan los elementos sustantivos del currículo y sus posibilidades de innovación para prever qué se quiere conseguir, cómo se puede llevar a cabo y cuando, a través de una adecuada secuenciación.

Para Catalano - Avolio - Sladogna (2004), el concepto de diseño curricular reemplaza al clásico concepto de plan de estudios. Indican que mientras este último enuncia la finalidad de la formación en términos genéricos y a través de un ordenamiento temporal de las materias que se deben enseñar, el diseño curricular es un documento más amplio, que incluye los diferentes elementos de la propuesta formativa.

Finalmente es importante destacar que la elaboración del diseño curricular puede realizarse adoptando distintos enfoques, cada uno de los cuales responderá a las concepciones que se sustenten sobre la formación profesional, sobre el enseñar, sobre el aprender, y sobre el papel y la organización que, en la propuesta formativa, tendrán la teoría y la práctica.

A continuación se desarrollaran algunos enfoques para la elaboración del diseño Curricular.

II.1.2 Modelo por Competencias.

Los modelos actuales del diseño de instrucción se han redefinido para pasar de modelos centrados en la enseñanza a modelos centrados en el estudiante. Buscan describir y promover actividades que fortalezcan la capacidad de un aprendizaje duradero, transferible y autorregulable por el alumno y que tome en consideración cómo el sujeto percibe, codifica y elabora la información; cómo la transforma en *Conocimiento*, y cómo la emplea para la superación de problemas y la generación de nuevos *Conocimientos*.

Según Irigoin-Vargas (2002), este modelo presenta ciertas características especiales en las fases de planeamiento curricular, en el planeamiento didáctico y en la práctica docente, involucrando aspectos correspondientes a la organización y a la gestión de los centros, al rol docente y a las modalidades de enseñanza y evaluación.

La *competencia* tiene que ver con una combinación integrada de *Conocimientos*, *habilidades* y *actitudes* conducentes a un desempeño adecuado y oportuno en diversos contextos. La flexibilidad y capacidad de adaptación resultan claves para el nuevo tipo de logro que busca el trabajo y la educación como desarrollo general, para que las personas hagan algo con lo que saben

El término *competencia*, entonces, puede ser definido de manera general, como un "saber hacer, sobre algo, con determinadas *actitudes*", es decir, como una medida de lo que una persona puede hacer bien como resultado de la integración de sus *Conocimientos*, *Habilidades*, *actitudes* y cualidades personales.

Según Huerta-Pérez-Castellanos (2000), el modelo de *Competencias* profesionales integrales establece tres niveles, las *Competencias* básicas, las genéricas y las específicas, cuyo rango de generalidad va de lo amplio a lo particular.

Este autor define a las *Competencias* básicas como las capacidades intelectuales indispensables para el aprendizaje de una profesión; en ellas se encuentran las *Competencias* cognitivas, técnicas y metodológicas, muchas de las cuales son adquiridas en los niveles educativos previos (por ejemplo el uso adecuado de los lenguajes oral, escrito y matemático). Las *Competencias* genéricas son la base común de la profesión o se refieren a las situaciones concretas de la práctica profesional que requieren de respuestas complejas. Por último, las *Competencias* específicas son la base particular del ejercicio profesional y están vinculadas a condiciones específicas de ejecución.

A diferencia de los modelos descritos en los antecedentes, el modelo basado en *Competencias* propone un enfoque diferente asociado al aprendizaje y a la evaluación del mismo.

La figura Nº II.6, representa el esquema de las fases que se ven afectadas por este modelo.

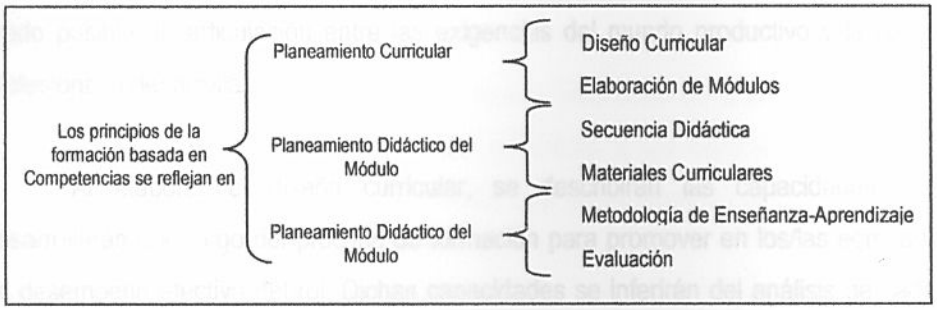

Figura Nº II.3 Formación Basada en Competencias
Fuente Catalano – Avolio – Sladogna (2004)

De todos estos principios, el importante para el desarrollo del sistema que originó esta investigación es el planeamiento curricular, específicamente el diseño curricular, es por esto que a continuación se describen las características principales del mismo.

El diseño curricular basado en *Competencias* define la metodología para el planeamiento y diseño del aprendizaje. Para ello, tiene como tarea fundamental la identificación de los componentes básicos del proceso educativo, es decir, la respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿Hacia quién va dirigido?
- ¿Qué deben aprender los estudiantes?
- ¿Cómo adquieren los *Conocimientos*?
- ¿Cómo desarrollan las *Habilidades* y *actitudes*?
- ¿Cómo incorporan sus cualidades personales para el logro de las *Competencias*?
- ¿Cuándo se certifica que el alumno ha logrado el dominio de esas *Competencias*?

Catalano-Avolio-Sladogna (2004) proponen que:

> El diseño curricular basado en *Competencias* es un documento elaborado a partir de la descripción del perfil profesional, es decir, de los desempeños esperados de una persona en un área ocupacional, para resolver los problemas propios del ejercicio de su rol profesional. Procura de este modo asegurar la pertinencia, en términos de empleo y de empleabilidad, de la oferta formativa diseñada. (p. 91).

Estos autores señalan que, al tomar como punto de partida de su elaboración la identificación y la descripción de los elementos de competencia de un rol o de un perfil profesional, el diseño curricular basado en *Competencias* pretendo promover el mayor grado posible de articulación entre las exigencias del mundo productivo y la formación profesional a desarrollar.

Al elaborar el diseño curricular, se describirán las capacidades que se desarrollarán a lo largo del proceso de formación para promover en los/las egresados/as un desempeño efectivo del rol. Dichas capacidades se inferirán del análisis de cada una de las unidades y de los elementos de competencia.

Para concluir con este punto podemos decir que, El diseño curricular basado en *Competencias* responde, por un lado, al escenario actual en el cual el trabajador debe tener la capacidad de prever o de resolver los problemas que se le presentan, proponer mejoras para solucionarlos, tomar decisiones y estar involucrado -en menor o mayor grado- en la planificación y en el control de sus actividades. Por otro lado, responde a las investigaciones acerca del aprendizaje, en tanto propone una organización que favorece el aprendizaje significativo y duradero.

Como este modelo se centra en la definición de las *Competencias* es necesario aplicar alguna forma de análisis que permita definirlas. A continuación se describen un poco más a detalle los que se utilizarán en este sistema.

El primer paso para la implementación de este tipo de modelos es la identificación de *Competencias* que, según el CIGRAF (2005) es el proceso mediante el cual se definen las *Competencias* relevantes dentro de una función productiva, es decir, es el proceso de analizar el trabajo para determinar los *Conocimientos*, *Habilidades*, destrezas, *actitudes* y compresión.

Para realizar este proceso se realizan estudios o análisis ocupacionales. Existen diferentes métodos para identificar y definir las *Competencias*. A continuación se describen los utilizados en el desarrollo de este sistema.

Análisis Ocupacional

Irigoin-Vargas (2002) citan a Pujol (1980) para definir el análisis ocupacional como:

> El proceso de recolección ordenamiento y valoración de la información relativa a las ocupaciones, tanto en lo que se refiere a las características del trabajo realizado, como a los requerimientos que estas plantean al trabajador para un desempeño satisfactorio. (p. 81)

El objeto de análisis de este método es el trabajo y sus tareas, y su base comienza con lo que se denomina la sentencia inicial para el puesto de trabajo, ¿Qué hace el trabajador, para qué lo hace y cómo lo hace? Esta base también considera espacios para establecer las *Habilidades* y destrezas necesarias y los *Conocimientos* relacionados.

Este método resultó ser muy poco flexible para adaptarse a los constantes cambios que sufren los puestos de trabajo actualmente. Entre las críticas mas importantes que se han planteado encontramos:

- Se centra en tareas y operaciones, con lo cual puede minimizar una serie de contribuciones del trabajador tales como su capacidad para resolver problemas, interactuar efectivamente y tomar decisiones.
- Su foco en el puesto de trabajo le puede restar potencialidad para identificar *Competencias* transferibles, muy valiosas en los actuales contextos de rápido cambio.

Método DACUM (Developing a Curriculum)

El CINTERFOR/OIT (1996) lo define como un método de análisis ocupacional orientado a obtener resultados de aplicación inmediata en el desarrollo de currículos de formación.

Por su parte Irigoin-Vargas (2002), definen el método DACUM como una metodología de análisis cualitativo del trabajo que sigue la lógica del análisis ocupacional de tareas.

Es una herramienta ampliamente utilizada en la preparación de los currículos para los programas a nivel técnico y en la elaboración de análisis del trabajo. Y se basa en una serie de principios entre los cuales encontramos:

- Quienes se desempeñan en las ocupaciones objeto de análisis y desarrollan bien su trabajo son verdaderos *Expertos*.
- Una forma efectiva de definir una ocupación consiste en describir las tareas que los trabajadores *Expertos* desarrollan. Las *actitudes* y el *conocimiento* por si solos no son suficientes, también es importante la forma de hacer bien las cosas.
- Todas las tareas demandan la aplicación de *conocimientos*, conductas y *habilidades*, así como herramientas y equipos.

Con la ejecución de este método se elabora una descripción ocupacional mediante la ejecución de los pasos como se señala en la figura Nº II.7.

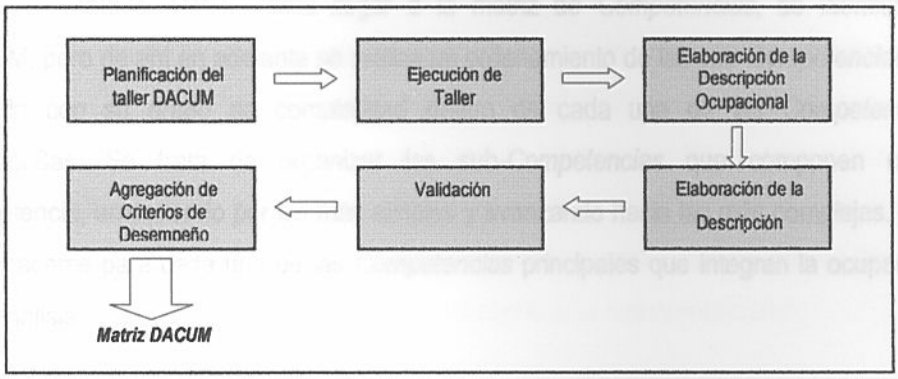

Figura Nº II.4 Método DACUM
Fuente Adaptación de modelo propuesto por Irigoin-Vargas (2002)

Una de las principales ventajas del DACUM es su corto tiempo de realización, en especial comparado con otros métodos de análisis ocupacional. Sin embargo, también se argumentan algunas desventajas, siendo la mas fuerte la posibilidad de subdividir las actividades de trabajo en sus artes, con una estrecha visión de los roles que juegan los trabajadores, lo que contrasta con la actual tendencia de cada vez dar mayor autonomía a los trabajadores.

Método AMOD (A Model)

Según CINTERFOR/OIT (2000), el método AMOD es una variante del DACUM, caracterizada por establecer una fuerte relación entre las *Competencias* y sub-*Competencias* definidas en el mapa DACUM, el proceso con el que se aprende y la evaluación del aprendizaje.

Irigoin-Vargas (2002), definen este método como un modelo que utiliza como base al DACUM y le agrega la perspectiva de organización de las *Funciones* y tareas desde el punto de vista del diseño del currículo formativo.

Para realizar AMOD, una vez efectuado el mapa DACUM, se procede, con el comité de *Expertos*, a identificar grandes áreas de competencia. Las áreas de competencia se organizan secuencialmente en la forma más recomendable posible para que su orden facilite el dominio por parte del trabajador durante la capacitación. Para cada una de las áreas de competencia se asignan, a opinión de los *Expertos*, las sub-*Competencias* o *Habilidades* en orden descendente de complejidad.

El método AMOD hasta llegar a la matriz de *Competencias*, es idéntico al DACUM; pero de ahí en adelante se realiza un ordenamiento de las sub-*Competencias* de acuerdo con su grado de complejidad dentro de cada una de las *Competencias* identificadas. Se trata de organizar las sub-*Competencias* que componen cada competencia, empezando por las más simples y avanzando hacia las más complejas. Ello debe hacerse para cada una de las *Competencias* principales que integran la ocupación bajo análisis.

Al finalizar esta organización se tendrán todas las *Funciones* con sus respectivas tareas ordenadas por el criterio de complejidad. Así, se construye una visión de la ocupación y de los diferentes grados de complejidad de las *Funciones* y tareas que la componen.

Una vez ordenadas por complejidad, el criterio de ordenamiento cambia para mostrar la forma en que debería estructurarse el currículo de aprendizaje de la ocupación. En este momento la matriz AMOD sirve como base para la organización del currículo, por

lo tanto el proceso para ordenar las sub-*Competencias* toma como base las siguientes preguntas:

- ¿Con qué empieza la formación?
- ¿Con qué continúa?
- ¿Con qué termina la formación?

Con esta lógica se estructuran grupos de sub-*Competencias* tomadas de diferentes *Funciones* y ordenadas según el criterio de facilitar el aprendizaje de la ocupación analizada. Este objetivo de facilitar el aprendizaje determina que se organicen las sub-*Competencias* según su nivel de complejidad.

Al efecto puede aplicarse el criterio de organizarlas desde lo práctico hacia lo teórico; o desde lo más simple a lo más complejo. En algunos casos los *Expertos* pueden mezclar según su opinión, los dos criterios, para acercarse a las condiciones reales en que se lleva a cabo el aprendizaje para la ocupación en análisis.

El resultado es la matriz AMOD con áreas de competencia que contienen sub-*Competencias* ordenadas por el criterio de aprendizaje escogido. Se presenta así la matriz AMOD con los módulos de formación; de este modo, en cada módulo de aprendizaje se incluyen sub-*Competencias* de un nivel de complejidad similar que va complicándose a medida que se avanza de un módulo a otro módulo. La organización de esta matriz está totalmente volcada hacia la formación pero como puede notarse, corresponde en todo a las *Competencias* identificadas. Cuando está disponible la matriz AMOD, deberá llevarse a cabo un proceso de revisión y validación que garantice su representatividad.

El método AMOD mantiene las mismas ventajas de rapidez y simplificación del DACUM, de igual manera, admite las mismas críticas en cuanto a su limitación para ver la globalidad del proceso de trabajo al centrarse solo en la ocupación.

Método SCID (Desarrollo Sistemático de Curriculum Instruccional)

Según CINTERFOR/OIT (2000), el método SCID consiste en un análisis detallado de las tareas realizado con el fin de facilitar la identificación y realización de acciones de formación altamente relevantes para las necesidades de los trabajadores. Puede hacerse como una profundización del DACUM o a partir de procesos productivos especificados con base en otras metodologías (opinión de *Expertos* o entrevistas con trabajadores, por ejemplo) que produzcan un ordenamiento de las tareas que componen un puesto de trabajo.

El DACUM y el SCID guardan una estrecha relación, porque el DACUM hace parte de la metodología de desarrollo curricular del SCID. Esencialmente para aplicar el SCID se debe iniciar elaborando la matriz DACUM y de ahí en adelante se sigue con los pasos específicos del método.

El SCID posibilita la elaboración de guías didácticas centradas en el autoaprendizaje del alumno. Para elaborar las guías se requiere formular criterios y evidencias de desempeño que posteriormente faciliten la evaluación. Las tareas son detalladas por lo menos en: pasos, estándar de ejecución, equipos, herramientas y materiales necesarios, normas de seguridad a observar, decisiones que el trabajador debe tomar, información que utiliza para decidir y la descripción de los errores ocasionados al decidir de forma inapropiada.

El contenido de las guías didácticas, ambientadas en el autoaprendizaje y la formación individualizada, se inicia con la descripción para su utilización; continúa con las hojas de instrucción dedicadas a los aspectos cruciales que el trabajador debe dominar y no a cómo debe hacer el trabajo; relata las decisiones que debe tomar; incluye un formato de auto evaluación; y finaliza con la prescripción de la forma en que el supervisor debe llevar a cabo la prueba de ejecución.

Análisis Funcional

Según el SENA (2002), el análisis funcional es un proceso experimental. No existe procedimiento exacto para realizarlo; estos se van construyendo con los aportes de los participantes. De igual forma, señala que este proceso se desarrolla con *Expertos* de la actividad laboral, empleadores y trabajadores.

Por su parte Irigoin-Vargas (2002), plantean que el análisis funcional se centra el identificar la función productiva, con énfasis en a certificación de *Competencias*, y se utiliza como herramienta para identificar las *Competencias* laborales inherentes al ejercicio de una función ocupacional.

Estos autores indican que El Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral (CONOCER), de México, ha aplicado extensamente el AF para identificar *Competencias* con fines posteriores de formación, evaluación y certificación, y como resultado de esto señalan unos principios a resaltar en el Análisis Funcional. Son los siguientes:

- El análisis funcional se aplica de lo general (el Propósito Principal reconocido) a lo particular.
- El análisis funcional debe identificar *Funciones* delimitadas (discretas) separándolas de un contexto laboral específico.
- El desglose en el análisis funcional se realiza con base en la relación causa-consecuencia.

Para Catalana-Avolio-Sladogna (2004), el Análisis Funcional es "una metodología de investigación que permite reconstruir -luego de desarrollar una serie de etapas- las *Competencias* que debe reunir un/a trabajador/a para desempeñarse competentemente en un ámbito de trabajo determinado." (p. 40). Ver apéndice A.

II.2 Perfil Del Egresado

El sentido de un currículo profesional se refiere a su posibilidad de realizar un desarrollo programado de la competencia laboral que debe detentar un determinado perfil profesional en su actuación.

El Centro de Evaluación Académica (CEA) define el perfil profesional como un conjunto de características que debe presentar un profesional en términos de *Conocimientos*, *Habilidades* y *actitudes*, para ejercer adecuadamente las *Funciones* en el campo de su especialidad.

Por su parte Torres Estévez (2000), plantea que desde el punto de vista del enfoque sistémico, todo proceso tiene una entrada y una salida, y aplicado a un proceso de formación un currículum deberá contener los siguientes elementos:

- Perfil de ingreso.
- Mapa Curricular.
- Perfil de Egreso.

La figura Nº II.8 representa gráficamente el proceso de formación del currículo planteado por la autora.

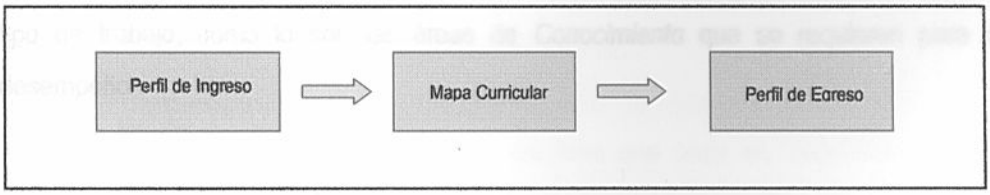

Figura Nº II.5 Formación de un currículo
Fuente: Adaptación del modelo de Torres Estévez (2000)

Según el SENA en su publicación de 2002, le da al perfil de ingreso, el nombre de perfil de entrada, y lo define como la descripción de los requerimientos que se han identificado como mínimos para que una persona pueda abordar con éxito una estructura curricular de formación profesional integral.

En esta publicación se describe al perfil (Ocupacional) de Salida como una descripción breve y objetiva de las principales *Funciones* que se realizan en las ocupaciones contempladas en la titulación, así como los requerimientos académicos, de *Conocimientos* técnico-tecnológicos, de condiciones físicas y de ética profesional implicados en el desempeño normal del trabajo.

Las características que se representan dentro de un perfil de egreso, tienen asociadas una serie de áreas en las que el profesional que cumple con dicho perfil puede desempeñarse exitosamente. A continuación se da una descripción más detallada de lo que se conoce como áreas de desempeño

Áreas de Desempeño

Según el CINTERFOR/OIT (2000), las áreas de desempeño son grandes grupos que se encuentran en las clasificaciones ocupacionales, es decir, desaparecen las connotaciones de nivel educativo en la definición del área de competencia. Al igual que, el nivel de competencia se define asociado a factores como la complejidad del desempeño laboral, los *Conocimientos* que requiere la ocupación, el nivel de ocupación requerido, la autonomía, el grado de supervisión recibida, la responsabilidad por verificar el trabajo de otros, la capacidad de decisión sobre materiales y procesos, entre otros.

Por su parte, es SENA (2002) definen las áreas de desempeño como el campo de actividad productivo delimitado por el tipo y naturaleza de trabajo que es desarrollado.

Para definir las áreas de desempeño se consideran otros factores adicionales al tipo de trabajo, como lo son las áreas de *Conocimiento* que se requieren para el desempeño.

II.3 Sistemas Expertos

Por la naturaleza del proceso de diseño curricular, su automatización debe realizarse siguiendo la filosofía propuesta por los sistemas *Expertos*. A continuación se describen en detalle las características de este tipo de sistemas para demostrar las facilidades que este ofrece a la hora de trabajar con procesos no estructurados.

La figura Nº II.9 representa gráficamente el mapa conceptual de los ítems que se desarrollaran relacionados con los sistemas *Expertos*.

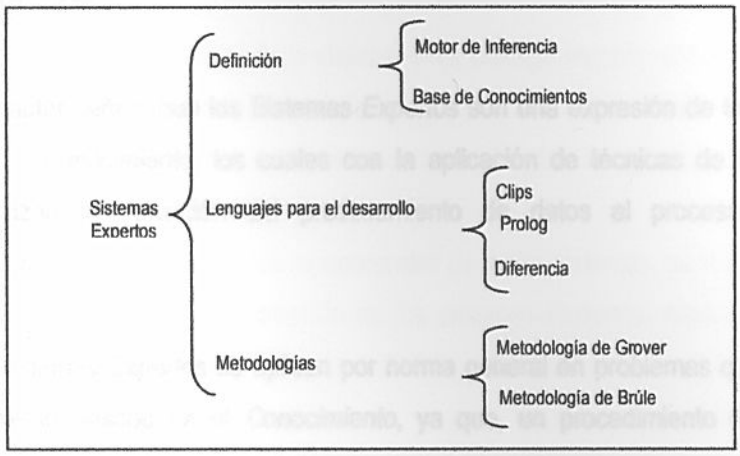

Figura Nº II.6 Mapa Conceptual de los Sistemas Expertos
Fuente Adaptación de conceptos propuestos por Criado Briz (2000)

II.3.1 Definición

Los Sistemas *Expertos*, rama de la Inteligencia Artificial, son sistemas informáticos que simulan el proceso de aprendizaje, de memorización, de razonamiento, de comunicación y de acción en consecuencia de un *Experto* humano en cualquier rama de la ciencia.

Estas características le permiten almacenar datos y *Conocimiento*, sacar conclusiones lógicas, tomar decisiones, aprender de la experiencia y los datos existentes, comunicarse con *Expertos* humanos, explicar el por qué de las decisiones tomadas y realizar acciones como consecuencia de todo lo anterior.

Técnicamente un sistema *Experto*, contiene una *base de Conocimientos* que incluye la experiencia acumulada de *Expertos* humanos y un conjunto de reglas para aplicar ésta *base de Conocimientos* en una situación particular que se le indica al programa. Cada vez el sistema se mejora con adiciones a la *base de Conocimientos* o al conjunto de reglas.

Criado Briz (2000), plantea que, los sistemas *Expertos* son un tipo de software que imita el comportamiento de un *Experto* humano en la solución de un problema. La

característica principal de este tipo de sistemas es que pueden almacenar *Conocimientos* de *Expertos* para un campo determinado y solucionar un problema mediante la deducción lógica de conclusiones.

Este autor señala que los Sistemas *Expertos* son una expresión de los sistemas basados en el *Conocimiento*, los cuales con la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial finalizan la transición del procesamiento de datos al procesamiento de *Conocimientos*.

Los sistemas *Expertos* se aplican por norma general en problemas que implican un procedimiento basado en el *Conocimiento*, ya que, un procedimiento de solución basado en el *Conocimiento* comprende las siguientes capacidades:

- Utilización de normas o estructuras que contengan *Conocimientos* y experiencias de *Expertos* especializados.
- Deducción lógica de conclusiones.
- Interpretación de datos ambiguos.
- Manipulación de *Conocimientos* afectados por valores de probabilidad.

Según Criado Briz (2000), los sistemas *Expertos* se caracterizan por la separación entre *Conocimiento* (reglas y hechos) por un lado y su procesamiento por el otro. Por esto, este tipo de sistema se puede dividir en los siguientes componentes:

- La *Base de Conocimientos*: Contiene el *Conocimiento* de los hechos y de las experiencias de los *Expertos* en un dominio determinado.
- El Mecanismo de Inferencia: Puede simular la estrategia de solución de un *Experto*.
- El Componente Explicativo: Explica al usuario la estrategia de solución encontrada y el porqué de las decisiones tomadas.
- La Interfaz de Usuario: sirve para que éste pueda realizar una consulta en un lenguaje lo más natural posible.
- El Componente de Adquisición: ofrece ayuda a la estructuración e implementación del *Conocimiento* en la *base de Conocimientos*.

En el apéndice B, se describen a detalle las características de aquellos componentes que requieren un poco más de investigación para una definición precisa.

Un sistema *Experto*, como todo sistema lleva consigo muchos detalles que si no se manejan con orden y cuidado se pueden pasar por alto. Es por esto que sin una metodología difícilmente se logrará con éxito la construcción de este tipo de sistemas.

Debido a la naturaleza de los componentes de estos sistemas, se han estudiado metodologías propias para la construcción de los sistemas *Expertos*. Algunas de estas metodologías se describen a detalle en el apéndice B.

II.3.2 Lenguajes

Los lenguajes de programación de sistemas *Expertos* son diseñados para emular un comportamiento inteligente. Estos lenguajes se basan en reglas de acción y el análisis de probabilidades, siendo una herramienta fundamental para modelar el razonamiento humano.

Entre los principales lenguajes de programación para sistemas *Expertos* se pueden mencionar CLIPS, LISP, Prolog, APL, entre otros. En este Trabajo Especial de Grado se estudiaron los que se consideraron los dos principales lenguajes para la programación de sistemas *Expertos* existentes en el mercado: CLIPS y Prolog.

CLIPS

Gary Riley (2005) explica que CLIPS es una herramienta de sistemas *Expertos* que provee un ambiente completo para la construcción de reglas y objetos basados en sistemas *Expertos*. El nombre CLIPS es un acrónimo de C Language Integrated Production System (Sistema de producción integrado en lenguaje C). Las primeras versiones de CLIPS se desarrollaron en 1984 en la NASA, en el Lyndon B. Johnson Space Center como alternativa al existente ART*Interface.

Incorpora un Completo Lenguaje Orientado a Objetos (COOL) para la elaboración de sistemas *Expertos*. Pueden escribirse extensiones a CLIPS sobre C, y al contrario, CLIPS puede ser llamado desde C. Como otros lenguajes para sistemas *Expertos*, CLIPS trabaja con reglas y hechos. Algunos hechos pueden hacer que una regla sea aplicable. Una regla aplicable se activa.

Entre las principales características de CLIPS se encuentran:

- Representación del *Conocimiento*: CLIPS provee una herramienta para el manejo de una amplia variedad de *Conocimiento*, soportando tres paradigmas diferentes de programación, como lo son, el basado en reglas, orientado a objetos y procedimental. El paradigma basado en reglas permite representar el *Conocimiento* en forma de heurísticas, las cuales especifican un conjunto de acciones a ser realizadas ante una situación dada. La programación orientada a objetos y procedimental que provee CLIPS es la misma que se puede encontrar en lenguajes de programación como C, *Java* y otros.
- Portabilidad: CLIPS fue escrito en C para portabilidad y velocidad y ha sido instalado en varios sistemas operativos sin la realización de modificaciones en el código. Al ser código abierto, CLIPS puede ser modificado y personalizado para ajustarse a las necesidades del usuario.
- Integración / Extensibilidad: Puede ser incorporado dentro de código procedimental, llamado como una subrutina, e integrado con lenguajes como C, *Java* y otros. CLIPS puede ser fácilmente extendido por un usuario mediante el uso de protocolos bien definidos.
- Desarrollo Interactivo: La versión estándar de CLIPS incorpora un ambiente interactivo, orientado a texto, el cual incluye soporte de depuración, ayuda en línea y un editor integrado.
- Verificación / Validación: CLIPS consta de herramientas de verificación y validación de sistemas *Expertos* incluyendo soporte para el diseño modular y para el particionamiento de la base del *Conocimientos*, revisión dinámica y estática de restricciones de valores y de los argumentos de *Funciones*, análisis de la semántica de las reglas para determinar si inconsistencias podrían evitar el accionamiento de una regla o la generación de un error.

Prolog

Amzi! inc® (2000) menciona que PROLOG es la abreviatura de PROgramación LÓGica, con lo que hacemos mención a la procedencia del lenguaje: Es una realización de lógica de predicados, como lenguaje de programación.

En la actualidad, el PROLOG se aplica como lenguaje de desarrollo en aplicaciones de Inteligencia Artificial en diferentes proyectos de Europa.

La lógica se representa en forma de predicados. Estos predicados aparecen en tres formas distintas: como hechos, como reglas y como preguntas. La lógica formulada como hechos y reglas se define como *base de Conocimientos*. A esta *base de Conocimientos* se le pueden formular preguntas.

Los mecanismos importantes del PROLOG son:

- Recursividad: representa la estructura más importante en el desarrollo del programa. En la sintaxis del PROLOG no existen los bucles FOR ni los saltos; los bucles WHILE son de difícil incorporación, ya que las variables sólo pueden unificarse una sola vez. La recursión es más apropiada que otras estructuras de desarrollo para procesar estructuras de datos recursivas como son las listas y destacan en estos casos por una representación más sencilla y de mayor claridad.
- Instanciación: es la unión de una variable a una constante o estructura. La variable ligada se comporta luego como una constante.
- Verificación: es el intento de derivar la estructura a comprobar de una pregunta desde la *base de Conocimientos*, es decir, desde los hechos y reglas. Si es posible, la estructura es verdadera, en caso contrario es falsa.
- Unificación: es el componente principal de la verificación de estructuras. Una estructura estará comprobada cuando puede ser unificada con un hecho, o cuando puede unificarse con la cabecera de una regla y las estructuras del cuerpo de dicha regla pueden ser verificadas.

II.4 Método Delphi

Para poder nutrir las bases de *Conocimientos* que sustentará al sistema *Experto*, es necesario contar con información bien definida sobre los temas que se involucran, los cuales en su mayoría se adquieren conversando con personas que están empapadas en esta materia.

El método de *Experto*, se basa en la consulta a personas que tienen grandes *conocimientos* sobre el entorno. Utilizan como fuente de información un grupo de personas a las que se supone un *conocimiento* elevado de la materia que se va a tratar.

Este método ofrece como ventaja principal la seguridad de que el resultado obtenido de las reuniones y aporte de todos los *Expertos*, esta más contrastada que si viniera de una sola persona considerada como la más experta sobre el tema. Pero a pesar de esto existen ciertos aspectos que dificultan la aplicación de este método, y se puede resumir en la presión del grupo que hace que todos lleguen al mismo punto de acuerdo que la mayoría, aún y cuando esta no sea la solución correcta.

Por lo tanto el método de *Expertos* ideal seria aquel que extrajese los beneficios de la interacción directa y eliminase los inconvenientes.

El método Delphi aprovecha la sinergia del debate en grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen en todo grupo, para obtener un consenso lo más fiable del grupo de *Expertos*.

Según Aragón (2003), El método Delphi fue desarrollado por la agencia RAND a comienzos de los años 60, orientado hacia el análisis del potencial militar de tecnologías emergentes y la previsión de problemas sociales y su resolución.

Este autor indica que proporciona un medio para agregar sistemáticamente los juicios informados de un grupo de *Expertos* dentro de su campo de *Conocimiento*. Las opiniones de los participantes no se ven influidas por confrontaciones cara a cara.

Además, el anonimato de los *Expertos* permite expresar sus opiniones reales sin temor o influencias debidas al efecto autoridad.

También afirma que todo uso del Método Delphi asume el denominado "Efecto McGregor" que afirma que el juicio colectivo de un grupo de *Expertos* es considerado como más fiable que sus juicios individuales y por tanto, más objetivo en sus conclusiones.

Por su parte Konow – Pérez (2005), señalan que Intentar dar una definición del método Delphi es limitar el alcance y contenido de dicho método. Sin embargo, dan una definición citando a Helmer y Rescher (1959), que apunta más bien al desarrollo del método:

> El Método Delphi es un programa cuidadosamente elaborado, que sigue una secuencia de interrogaciones individuales a través de cuestionarios, de los cuales se obtiene la información que constituirá la retroalimentación para los cuestionarios siguientes. (p. 84)

El método Delphi pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de *Expertos* y minimizar sus inconvenientes. Este método presenta tres características fundamentales:

- Anonimato: Durante un Delphi, ningún *Experto* conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate. Esto tiene una serie de aspectos positivos, como son:
    - Impide la posibilidad de que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La única influencia posible es la de la congruencia de los argumentos.
    - Permite que un miembro pueda cambiar sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen.
    - El *Experto* puede defender sus argumentos con la tranquilidad que da saber que en caso de que sean erróneos, su equivocación no va a ser conocida por los otros *Expertos*.

- Iteración y realimentación controlada: La iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario. Como, además, se van presentando los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores, se consigue que los *Expertos* vayan conociendo los distintos puntos de vista y puedan ir modificando su opinión si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos.
- Respuesta del grupo en forma estadística: La información que se presenta a los *Expertos* no es sólo el punto de vista de la mayoría, sino que se presentan todas las opiniones indicando el grado de acuerdo que se ha obtenido.

El método Delphi aporta una metodología claramente establecida. La mayor parte de los autores definen pasos en su desarrollo que garantizan los resultados deseados en términos de precisión y rigor metodológico.

Entre dichas fases destacan: la de formulación del problema, la selección de *Expertos*, el control y desarrollo de las sucesivas rondas y la evaluación final.

Según Vélez Pareja (2003), el método Delphi resalta tres elementos claves:

- Una estructura que permita el flujo de información entre un grupo de *Expertos*.
- Circulación de la información dentro del grupo
- Anonimato entre los participantes.

Este mismo autor indica que, como a veces resulta inevitable que el grupo se desvíe del propósito de estudio, se requiere que un coordinador le haga seguimiento al proceso y que si es necesario revise la información que se genera para eliminar aquella que no es pertinente al tema en estudio.

Se pueden identificar diez pasos para la aplicación del método, los cuales se describen a detalle en el apéndice C.

Los participantes deben entender muy bien cuál es el propósito del ejercicio de búsqueda de consenso. Esto evitaría que los participantes respondan de manera inapropiada y que se sientan frustrados y/o pierdan interés en el proceso. Los participantes, como ya se ha dicho, deben ser *Expertos* sobre el tema o al menos estar

bien informados acerca del mismo. El número de participantes debe ser de mínimo cuatro o cinco. El proceso arriba mencionado se puede representar en una gráfica secuencial.

A continuación la figura Nº II.10 representa gráficamente el proceso completo de este método.

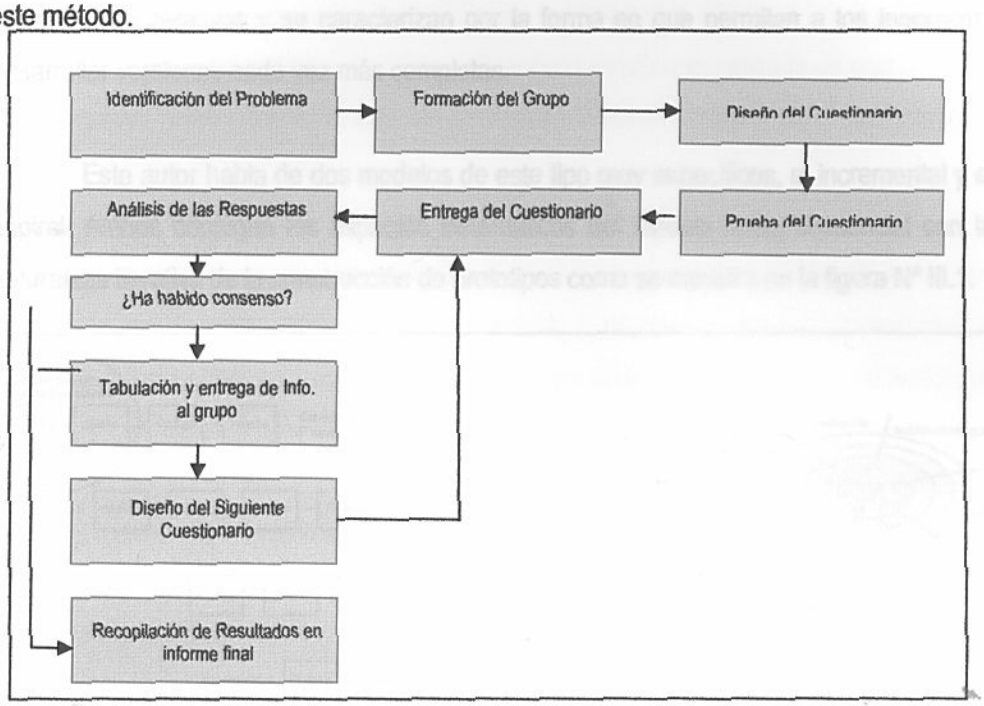

Figura Nº II.7 Proceso del Método Delphi
Fuente: Vélez Pareja (2003)

En el apéndice C, se encuentran descritas algunas de las ventajas que presenta este método, así como las críticas y objeciones que ha recibido.

Capítulo III. MARCO METODOLÓGICO

Según lo planteado por Pressman (2002), los modelos evolutivos de proceso del software son iterativos y se caracterizan por la forma en que permiten a los ingenieros desarrollar versiones cada vez más completas.

Este autor habla de dos modelos de este tipo muy específicos, el incremental y el espiral. Ambos conjugan los aspectos sistemáticos del modelo lineal secuencial con la naturaleza iterativa de la construcción de prototipos como se muestra en la figura Nº III.1.

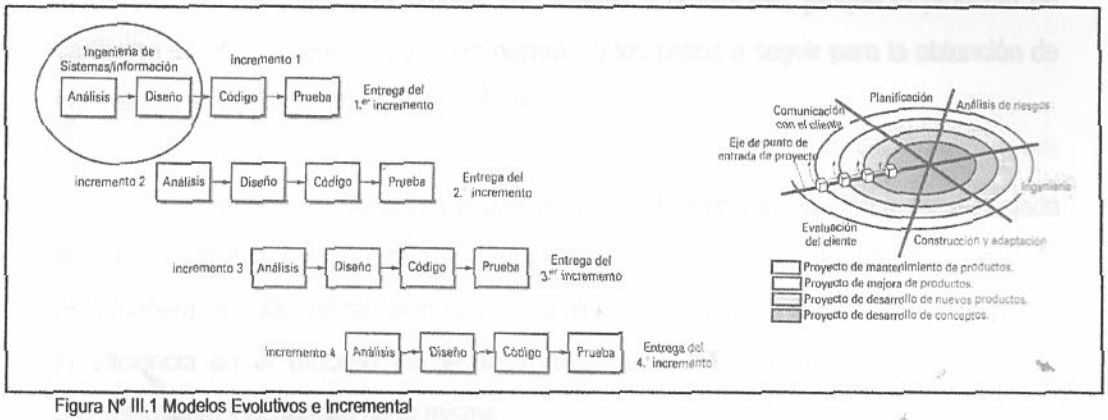

Figura Nº III.1 Modelos Evolutivos e Incremental
Fuente: Pressman 2002.

La diferencia de estos modelos radica en que, con el incremental la entrega de cada prototipo representa un incremento con respecto al prototipo anterior, mientras que, por la naturaleza de la espiral, las versiones serían evolutivas y podrían ser modelos en papel.

III.1 Enfoque Metodológico Aplicado.

El presente TEG se desarrolló bajo un enfoque metodológico sistémico, evolutivo e incremental, en el cual su ejecución no debe entenderse como lineal, pues cada una de las fases desarrolladas puede generar retroalimentación a cualquiera de las otras en un proceso de refinamiento sucesivo hasta obtener el sistema deseado. El enfoque metodológico planteado, tiene como línea base el ciclo de vida del desarrollo del software (*CVDS*).

La combinación del enfoque metodológico y el *CVDS* dio como resultado el establecimiento de cuatro grandes fases para el desarrollo del TEG, cada una de ellas constituida por una serie de actividades, las cuales se relacionan de forma recíproca, interactuando sobre una espiral que garantizó el carácter evolutivo incremental del enfoque. De esta forma se están aprovechando las bondades ofrecidas por los modelos: evolutivo incremental, espiral y el enfoque sistémico permitiendo moverse de una fase a la otra y retornar de ser necesario, además de dar una visión del sistema en el que el todo es mas que la suma de las partes.

Este enfoque metodológico plantea el desarrollo de algunas de estas fases en dos etapas por las caracteristicas propias del sistema a desarrollar, ya que el producto de cada una de ellas se encontraba bien definido, y los pasos a seguir para la obtención de los mismos eran claramente diferenciables.

Estas etapas se dividieron según el tipo de información que iba a ser manejada por el sistema y la forma en que se hizo la recolección de dicha información, ya que de esta manera se pudo utilizar diferentes herramientas según fuera el caso, lo que garantizó la eficiencia en el proceso del levantamiento de la información y posteriormente el procesamiento y desarrollo de la misma.

La funcionalidad principal de la primera etapa consiste en el análisis de la información suministrada por el *Experto*, y basándose en la misma, obtener diferentes modelos de diseño curricular, para que, de una forma rápida y sencilla, se reduzca el nivel de complejidad de este proceso. El trabajo realizado en esta etapa se basó en la investigación documental y de campo.

La segunda etapa maneja la información recopilada de la opinión de un grupo de *Expertos* en las áreas específicas de la informática, computación, sistemas y afines, ya que el caso de prueba que se aplica es asociado a una carrera e institución universitaria específica.

La representación gráfica de la interacción de estas fases, se ilustra en la figura III.2 que se presenta a continuación.

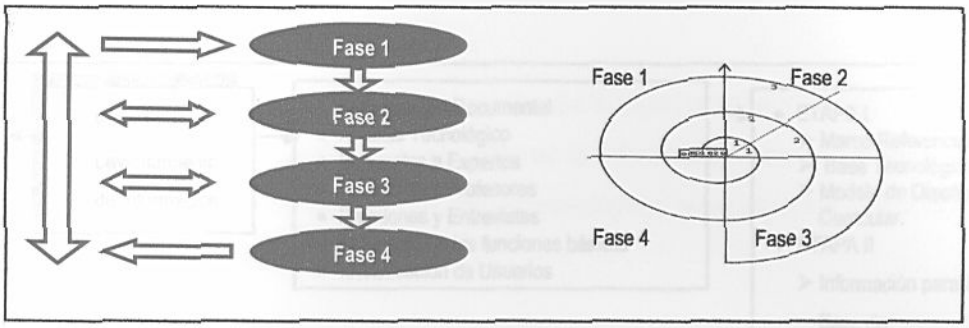

Figura Nº III.2 Enfoque Metodológico
Fuente: Propia

Basándose en el *CVDS*, las fases que constituyen el enfoque metodológico están centradas en completar las actividades necesarias para cubrir cada uno de los objetivo a alcanzar con este ciclo, de una manera evolutiva e incremental.

Los esquemas que se cumplieron en cada una de las fases se basan en las metodologías de Grover y Brúle, específicas para el desarrollo de sistemas *Expertos* (Ver Apéndice B).

Aunque estas actividades siguen en muchos casos la línea definida por estos autores, es importante destacar que se hicieron adaptaciones que facilitaron el cumplimiento de los objetivos específicos planteados en este TEG y cubrir así algunas especificaciones que constituyen el sistema propuesto.

En la figura Nº III.3 se presenta la estrategia metodológica aplicada en cada una de las fases y los resultados finales de las mismas.

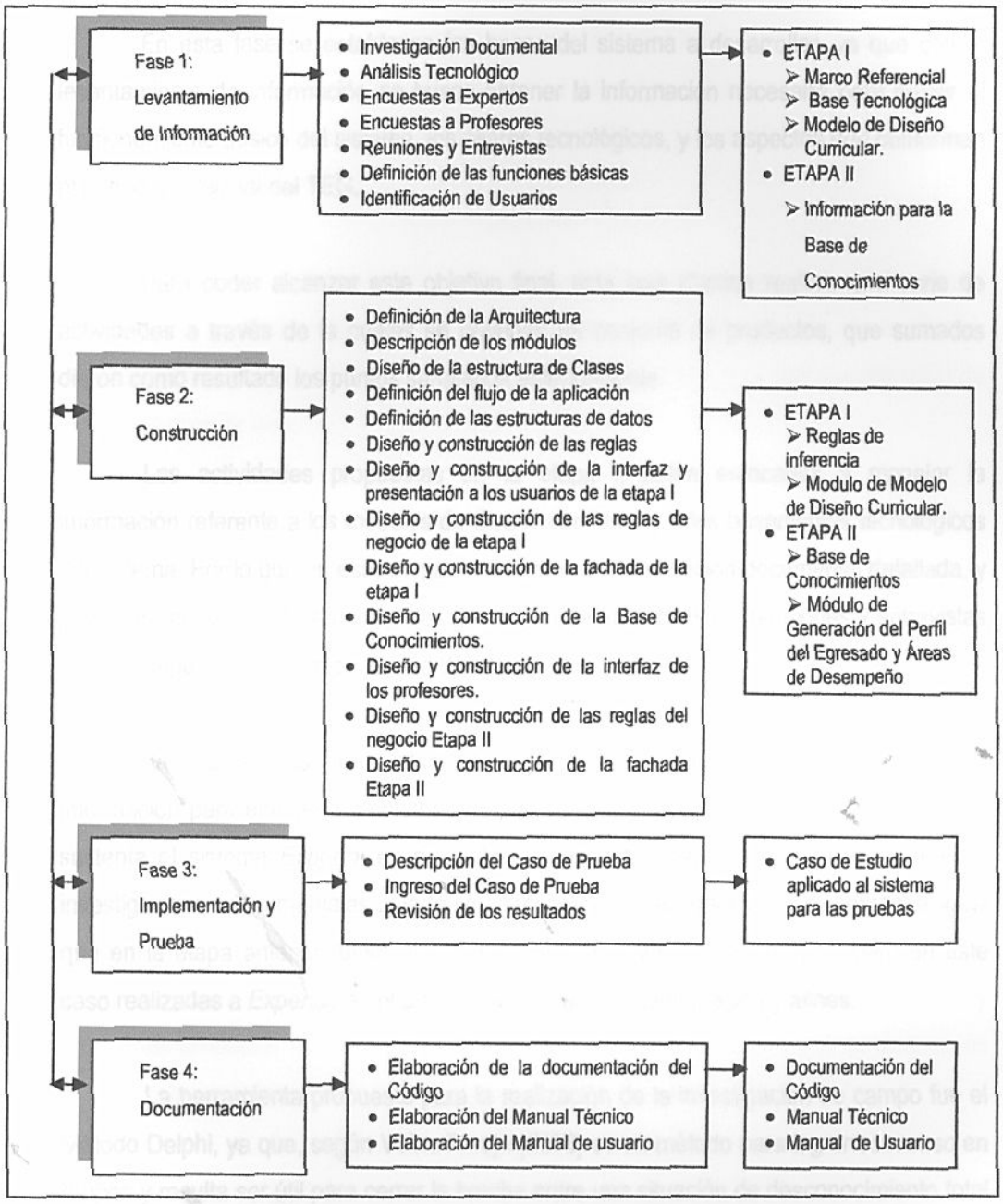

Figura N° III.3 Estrategia Metodológica
Fuente: Propia

III.1.1 Levantamiento de Información

En esta fase se establecen las bases del sistema a desarrollar, ya que con el levantamiento de información se busca obtener la información necesaria para definir el funcionamiento básico del sistema, los pilares tecnológicos, y los aspectos que conforman el marco referencial del TEG.

Para poder alcanzar este objetivo final, esta fase plantea realizar una serie de actividades a través de la cuales se obtienen un conjunto de productos, que sumados dieron como resultado los puntos señalados anteriormente.

Las actividades propuestas en la etapa I, están enfocadas a manejar la información referente a los modelos de diseño curricular y a los basamentos tecnológicos del sistema. Por lo que en esta etapa se realiza una investigación documental detallada, y posteriormente una investigación de campo basada en encuestas, reuniones y entrevistas con un grupo de *Expertos* en el área del diseño curricular.

Las actividades propuestas en la etapa II, se enfocan en el manejo de la información para el diseño y construcción de la *base de Conocimientos* sobre la que se sustenta el sistema *Experto*, es por esto que en esta etapa no se contempla realizar investigaciones documentales, y todo se concentra en investigaciones de campos, al igual que en la etapa anterior, basadas en encuestas, reuniones y entrevistas, pero en este caso realizadas a *Expertos* en el área de la informática, computación y afines.

La herramienta propuesta para la realización de la investigación de campo fue el Método Delphi, ya que, según Vélez Pareja (2003) es un método para lograr consenso en grupos y resulta ser útil para cerrar la brecha entre una situación de desconocimiento total de un hecho y una apreciación calificada del mismo.

III.1.2 Fase 2: Construcción

La finalidad de esta fase consiste en procesar todos los datos obtenidos de la fase anterior, y con estos, establecer el diseño formal del sistema, cuidando abarcar todos los requerimientos y cubrir todas las necesidades específicas para cumplir con los objetivos planteados.

Al igual que la fase anterior, en la segunda fase, se realizaron las actividades en dos etapas claramente diferenciadas. Dentro de las actividades realizadas en la etapa I, se encuentra la clasificación de las funcionalidades del sistema, y la conceptualización de estas en casos de uso.

Las actividades de esta etapa, asociadas a la naturaleza de los sistemas *Expertos*, proponen el diseño y construcción de las *Reglas de Inferencia*, para luego pasar a la realización de prototipos referentes al módulo de los modelos de diseño curricular, logrando visualizar la funcionalidad obtenida partiendo de los casos de uso planteados, y corregir los errores que se pasaron por alto en los mismos.

Para la etapa II, las actividades están asociadas al diseño y construcción de la *base de Conocimientos*, así como la construcción de los prototipos relacionados con el módulo para la generación del perfil de egresado y las áreas de desempeño.

Las actividades realizadas en esta etapa se basaron en los casos de uso y diagramas productos de la etapa anterior, para los cuales, debido a que el sistema se planteó bajo un enfoque orientado a objetos, la herramienta utilizada para el diseño fue el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). (Ver Apéndice D).

III.1.3 Fase 3: Implementación y Prueba

Esta fase consiste en diseñar y construir modelos de prueba que permitan comprobar que los módulos construidos hasta ese momento cumplen con todos los requerimientos planteados.

En esta fase no existe la diferenciación de etapas como en las fases anteriores, ya que la construcción de los modelos de pruebas que se realizan para cada prototipo, permiten verificar el funcionamiento del sistema como un todo y no separado por módulos.

Después de diseñar y construir el modelo de prueba, se pasa a implementar el mismo en un ambiente real y bajo las condiciones propias donde debe trabajar.

Estos modelos de prueba permiten, por una parte, visualizar la funcionalidad obtenida hasta el momento de su aplicación con los prototipos elaborados, y por otra, corregir errores para prototipos futuros.

Como el diseño y la construcción del sistema están basados en el enfoque orientado a objetos, el diseño y la construcción de los modelos de pruebas se basaron en lo propuesto por Pressman (2002) sobre las pruebas de caja negra. (Ver Apéndice D)

III.1.4 Fase 4: Documentación.

En esta fase se realizan tres actividades bien definidas relacionadas con la documentación del sistema. Estas actividades se enfocan a lo referente a la documentación del código donde se explicó técnicamente el funcionamiento de cada uno de los métodos y *Funciones* definidas.

La realización del manual técnico se centró en englobar los procesos finales que permiten el funcionamiento del sistema y la explicación del funcionamiento de éstos, para que al momento de que el sistema sea mantenido por otros técnicos, puedan guiarse a través de ese manual.

El manual de usuario concentra todo lo referente a la interfaz gráfica del sistema, así como también la forma en la que debe ser manejado para obtener el resultado correcto y esperado por el grupo de usuarios que lo necesite.

Capítulo IV. DESARROLLO

En este capítulo se presentan los productos obtenidos de la realización de cada una de las actividades propuestas por el enfoque metodológico utilizado. Estos productos fueron generados mediante la aplicación de un proceso evolutivo incremental, donde partiendo de una visión general del problema planteado, se llegó a la solución deseada a través del refinamiento sucesivo de los prototipos parciales obtenidos.

A continuación se describen por cada una de las fases, los pasos a seguir en sus respectivas actividades, y las herramientas utilizadas para poder obtener los productos esperados.

IV.1 Fase 1: Levantamiento De Información

Esta fase representa el inicio del Ciclo de Vida del Desarrollo del Software (*CVDS*), por lo que todas las actividades realizadas en ella se enfocan hacia la investigación, recopilación y análisis de la información necesaria para el posterior desarrollo del sistema.

Debido a la naturaleza propia de los sistemas *Expertos*, el levantamiento de información relacionado con el funcionamiento básico del sistema, y la información que lo sustentaría, se obtuvo a través de la investigación documental y de campo.

El levantamiento de información se inició con una investigación documental basada en libros, revistas y artículos de Internet. La información producto de la investigación realizada se separó en dos grupos, el primero se utilizó para basamentos teóricos del TEG, enfocándose en seis criterios específicos entre los cuales se encuentran:

1. Modelos para el Diseño Curricular
2. Perfil del Egresado
3. Áreas de Desempeño

4. Sistemas *Expertos*
5. Herramientas para el desarrollo del sistema
6. Herramientas para el levantamiento de información

Los tres primeros criterios corresponden a la parte conceptual del sistema que se planteó desarrollar, es decir, estos criterios tocan puntos relacionados con lo correspondiente a la naturaleza propia de los procesos que debe llevar a cabo dicho sistema. (Ver Apéndice E)

Los últimos tres criterios, abarcan todos los aspectos relacionados con los que corresponde a la definición y características particulares de los sistemas *Expertos*, así como también los aspectos tecnológicos relacionados con el diseño y construcción de este tipo de sistemas.

Toda esta información fue depurada y sintetizada a fin de obtener como uno de los productos finales lo que se presenta como el marco referencial del TEG.

Basándose en esta información se dió inicio a la creación del primer prototipo del sistema (Ver Apéndice R). Para esto se establecieron los objetivos y el alcance del mismo, es decir, dado que el diseño curricular es un proceso muy extenso y complejo, fue necesario definir qué partes específicamente iban a ser tratadas por el sistema, así como también en que tipo de modelos se enfocaría.

Para definir estos parámetros del sistema, se realizaron una serie de reuniones con la tutora, a través de las cuales se discutieron y se analizaron en detalle cada uno de los pasos del diseño curricular y los diferentes modelos existentes para realizar este proceso. Como producto de estas entrevistas se obtuvo, no sólo la definición del alcance del sistema y los modelos en los cuales se basaría, sino también las funcionalidades básicas del sistema.

Teniendo definido el grupo de modelos que servirían de base al sistema, se pasó a refinar la información obtenida de la investigación documental, pero esta vez enfocada hacia los modelos de diseño curricular basados en *Competencias*. Para de esta forma

conocer a detalle todos los procesos inherentes a este tipo de modelos y plasmarlos en las *Funciones* del sistema a desarrollar.

Debido a que este sistema fue concebido como un sistema *Experto*, fue necesario establecer cuales serían las *Reglas de Inferencia* que sustentan al mismo. A fin de definir estas reglas era imprescindible establecer el grupo de *Expertos* al que se consultaría y la forma de desarrollar estos procesos.

Basándose en lo antes mencionado, se decidió trabajar con un grupo de *Expertos* en el área de diseño curricular que conocieran los modelos basados en *Competencias*, para conocer los pasos a seguir para la definición del perfil del egresado y de las áreas de desempeño siguiendo dichos modelos. Para esto, se llevó a cabo una investigación de campo, utilizando el método Delphi para obtener el consenso, a partir de las distintas ideas aportadas por los *Expertos*.

En la aplicación del método Delphi fue utilizado como medio para la comunicación Internet, a través de correos electrónicos. Basándose en lo propuesto por el método Delphi, se diseñaron instrumentos de consulta en los cuales se definieron variables como:

- *Conocimiento* de distintos modelos de Diseño Curricular Basado en *Competencias*.
- Aplicación de estos modelos para la definición del perfil del egresado y las áreas de desempeño
- Características y diferencias de los modelos basados en *Competencias*.
- Decisiones tomadas por los *Expertos* a la hora de aplicar algunos modelos basados en *Competencias*.

Se realizaron tres rondas en donde se trataron estas variables, en la primera, las preguntas fueron abiertas, a fin de que los *Expertos* proporcionaran la mayor cantidad de información posible sin canalizarlos hacia algún tipo de respuesta específica; en las rondas siguientes, las preguntas fueron cada vez más específicas basándose en las respuestas que se iban obteniendo de las rondas anteriores, esto con el fin de llegar a un consenso que estuviera validado por la totalidad de los *Expertos*. (Ver apéndice F)

Los resultados finales de estas encuestas fueron utilizados para, en primer lugar validar las funcionalidades definidas en primera instancia para el desarrollo del sistema, y en segundo lugar, para el posterior diseño y construcción de las *Reglas de Inferencia* que sustentarían al motor de inferencia.

Una vez definidas todas las funcionalidades, se realizó una investigación documental a fin de encontrar las mejores prácticas y herramientas tecnológicas que se adaptaran a los requerimientos del sistema propuesto (Ver Apéndice S). Como producto de esta investigación se decidió trabajar con un *Shell* para sistemas *Expertos* el "PROLOG".

Una vez definidas todas las funcionalidades, las reglas que sustentarían al motor de inferencia, y la documentación teórica y tecnológica, era necesario crear la *base de Conocimientos*. Para esto era necesario recolectar toda la información necesaria para poder alimentarla.

La información que debe contener la *base de Conocimientos* es toda aquella relacionada a un perfil de egreso para una carrera especifica y sus áreas de desempeño asociadas. Para obtener este tipo de información se realizó un trabajo de campo enfocado al caso de estudio seleccionado para la aplicación de la prueba del sistema. Para esto, se seleccionó a un grupo de profesores y empleadores del área de ingeniería informática, sistemas, computación y afines, a fin de tener una *base de Conocimientos* completa.

En la realización del trabajo de campo también se utilizó la estrategia propuesta en el método Delphi, pero en este caso el diseño del instrumento a aplicar se basó en otras variables tales como:

- *Conocimientos* y *Habilidades* que debe adquirir un egresado en ingeniería informática, sistemas, computación y afines.
- *Actitudes* que se esperan conseguir en un egresado en ingeniería informática, sistemas, computación y afines.
- *Competencias* que esperan los empleadores que deben tener los egresados en ingeniería informática, sistemas, computación y afines.

- Áreas en las que deben ser capaces de desenvolverse los egresados en ingeniería informática, sistemas, computación y afines.

Para esto se aplicaron cuatro rondas, pero, a diferencia del prototipo anterior, en este caso las dos primeras rondas se realizaron a un grupo de profesores *Expertos* en estas áreas específicas, a fin de obtener los *Conocimientos*, *Habilidades* y *actitudes*.

Basándose en los resultados obtenidos de estas dos primeras rondas, se elaboró el instrumento que se le aplicó a los empleadores, con el fin de validar la información obtenida, y completarla con las *Competencias* y áreas de desempeño. Es importante señalar que el grupo de profesores *Expertos* estuvo compuesto por profesores de la escuela de Ingeniería Informática de la Universidad Católica Andrés Bello. Los modelos de estos instrumentos se encuentran detallados en el apéndice F.

IV.2 Fase 2: Construcción

Como se explicó en el capitulo anterior, el objetivo principal de esta fase, es el diseño y construcción de todas las funcionalidades ofrecidas por el sistema.

Basándose en la información recolectada y en las funcionalidades definidas producto del análisis de la misma se dio inicio a la construcción del segundo prototipo, tomando en cuenta las validaciones realizadas por los *Expertos* entrevistados. Para esto se pasó a realizar las actividades propias del diseño y estructuración de los módulos que conforman el sistema completo.

En esta fase se dividieron en módulos las funcionalidades del sistema definidas en la fase anterior, estos módulos se establecieron según los diferentes roles que podían asignárseles a los usuarios que tienen acceso a ellos. Los actores que tendrán participación en el sistema son:

- *Expertos* en Diseño Curricular: Es el que va a tener el poder de agregar un nuevo modelo, se encarga de dar los parámetros para que el sistema diseñe las *Reglas de Inferencia* y la documentación referente a cada modelo.

- Profesor: Es el principal usuario, recibe resultados como lo son el perfil y las áreas de desempeño, resultante de los parámetros que el profesor ingrese en el sistema. También tiene la opción de agregar nuevos requerimientos, además de los que se le presentan, y puede modificar la redacción de los resultados arrojados.
- Administrador: Es el encargado del mantenimiento general del sistema, es responsable de registrar a los profesores y *Expertos* que puedan tener acceso a las funcionalidades y a los facilitadores que desean ofrecer sus servicios a través del mismo, así como también el administrador es responsable de administrar el funcionamiento del mismo.
- Visitante: Es aquel usuario que accede por primera vez al sistema, que aun no se ha registrado en el mismo. Este tiene la opción de consultar la información sobre las funcionalidades que se ofrecen a fin de que, si resulta ser de su interés pueda registrarse posteriormente.

Cada uno de estos roles tiene módulos asignados, y dentro de los módulos se encuentran las funcionalidades propias del sistema. La clasificación de las funcionalidades según los módulos se encuentra representada gráficamente en la tabla Nº IV.1.

Módulos del Sistema	*Descripción*
Control de Usuario	Este modulo maneja todo lo referente al manejo de sesiones. Permite validar al usuario y darle acceso al sistema y la recuperación de claves perdidas y cerrar una sesión una vez finalizado el trabajo.
Profesores	Maneja lo referente a las tareas de los profesores, permite seleccionar el modelo a usar, bajar plantillas para el levantamiento de información, ingresar los requerimientos, generación del perfil y áreas de *Conocimiento* y la consulta de los mismos, agregar nuevos requerimientos, tareas y *Competencias* y agregar comentarios adicionales al perfil
Expertos	Este modulo maneja todo lo referente a las tareas que pueden realizar los *Expertos*. Les permite cargar nuevos modelos y la documentación referente a estos.
Administración	En este modulo se atenderán las necesidades de los administradores. Aquí ellos podrán realizar tanto el registro de los usuarios como el manteniendo del sistema.
Documentación	En este modulo se podrá revisar la documentación referente tanto a los modelos de diseño curricular como otra información referente al asistente así como también se podrá consultar la información referente al historial de los usuarios

Tabla Nº IV.1 Módulos del sistema
Fuente: Propia

Una vez definidos todos los módulos se detallaron las diferentes funcionalidades, para esta parte se utilizó un fragmento del documento de Especificación de Requisitos del Software (SRS) (Ver Apéndice D). Basándose en el punto de este documento que define los requerimientos funcionales, se procedió a hacer la definición detallada de cada función del sistema.

Primero se le dio nombre a cada uno de los requerimientos y se clasificaron en tres categorías, Esenciales, sin los cuales el sistema no puede existir. Importantes, sin los cuales el sistema podría funcionar pero no sería recomendable dejarlos por fuera. No tan necesarios, los cuales podrían no ser incluidos en la primera versión. La tabla Nº IV.2 muestra dicha clasificación detalladamente.

Categoría	*Funcionalidad*
Esenciales	Selección de modelos
	Registro de Usuario Nuevo
	Inicio de Sesión (Autenticación)
	Consultar Modelos
	Cerrar Sesión
	Consultar Perfiles Propios
	Ingresar los Requerimientos Iniciales
	Generar Matriz
	Generar Perfil y Áreas de Desempeño
Importantes	Cambio de Clave
	Consultar Facilitadores
	Carga de un Nuevo Modelo
	Validar Perfil
	Agregar Nuevo Parámetro
	Selección de Plantilla para el Levantamiento de Requerimientos
	Validar Matriz
	Registrar Facilitadores
No tan necesarios	Consultar Historial de Usuarios
	Consulta Modelos por Usuario
	Seleccionar Colaboradores
	Consultar Perfil por Modelos
	Copiar Perfil
	Heredar Perfil

Tabla Nº IV.2 Clasificación de Funcionalidades del Sistema
Fuente: Propia

Basándose en esta clasificación de las funcionalidades se procedió a describirlas con más detalle. En el apéndice G se encuentra el extracto del documento SRS, donde se describen todas las especificaciones de cada funcionalidad.

Posteriormente, estas funcionalidades se representaron gráficamente de manera que su visualización se hiciera más sencilla. Debido a que, el desarrollo del sistema se planteó bajo el enfoque orientado a objetos, todo el análisis y el diseño del mismo se realizó basado en técnicas que trabajan bajo este enfoque. Se utilizó el Lenguaje Unificado para el Modelado (UML) (Ver Apéndice D) para elaborar modelos a través de los cuales se fueron representando los aspectos relevantes del sistema, para pasar posteriormente al desarrollo del sistema con todos los detalles ya cubiertos.

La construcción del modelo se comenzó realizando los diagramas de caso de uso, ya que con este tipo de diagramas se pudo apreciar la participación de los usuarios en las funcionalidades que desempeña el sistema.

Cada actor dentro del sistema, ejecuta diferente funcionalidades, por lo que los módulos que maneja cada uno están claramente diferenciados. Basándose en esto se realizó el diagrama de los casos de uso del sistema, que se muestra en la figura Nº IV.1.

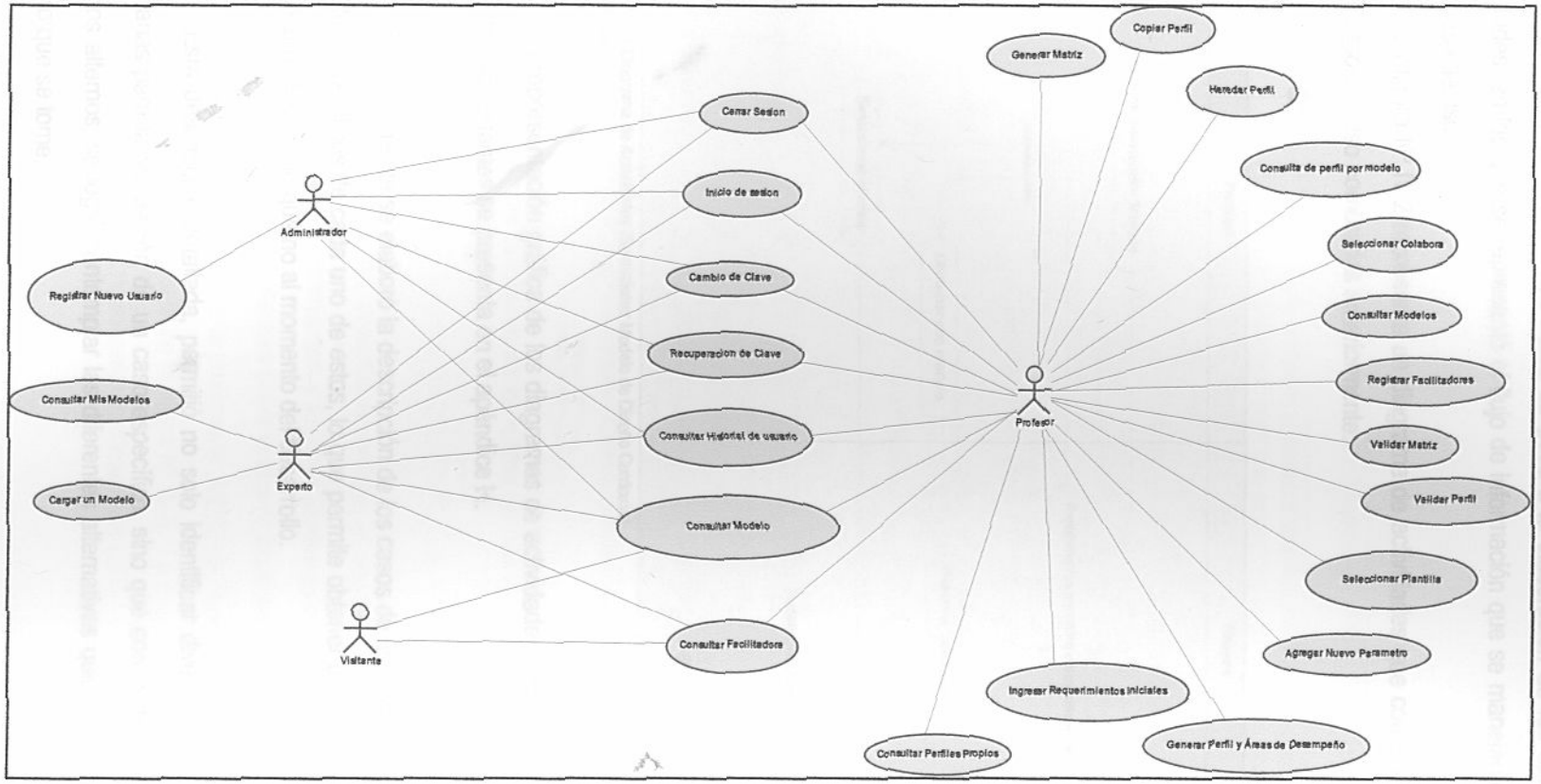

Figura N° IV.1 Diagrama de Casos de Uso del sistema
Fuente: Propia

Teniendo ya este modelo inicial se pasó a la elaboración de los diagramas de actividades, en los que se representó el flujo de información que se manejaría dentro de cada caso de uso.

La figura Nº IV.2 representa un diagrama de actividades que corresponde a una de los casos de uso nombrados anteriormente.

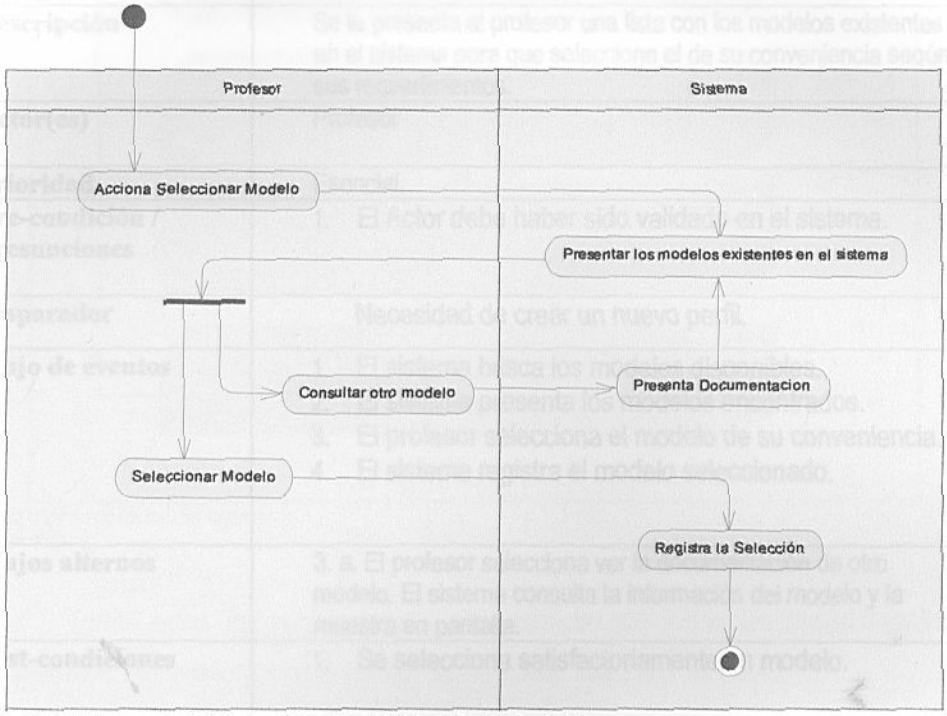

Figura Nº IV.2 Diagrama de Actividades (Seleccionar Modelo de Diseño Curricular)
Fuente: Propia

La representación gráfica de los diagramas de actividades correspondientes a los casos de uso restantes se presenta en el apéndice H.

Posteriormente se elaboró la descripción de los casos de uso, donde se detallaron aspectos especificos de cada uno de estos, lo que permite obtener una mejor visiòn de lo que se debe hacer y lo que no al momento del desarrollo.

Esta descripción detallada, permitió no solo identificar diversas funcionalidades necesarias para la realización de un caso específico, sino que con la descripción de los caminos alternos, se logró contemplar las diferentes alternativas que se tienen según el camino que se tome.

A continuación la tabla Nº IV.3, presenta un caso de uso, con su respectiva descripción detallada.

#De caso de uso/ nombre	E0 Seleccionar Modelo de Diseño Curricular.
Descripción	Se le presenta al profesor una lista con los modelos existentes en el sistema para que seleccione el de su conveniencia según sus requerimientos.
Actor(es)	Profesor
Prioridad	Esencial.
Pre-condición / Presunciones	1. El Actor debe haber sido validado en el sistema.
Disparador	Necesidad de crear un nuevo perfil.
Flujo de eventos	1. El sistema busca los modelos disponibles. 2. El sistema presenta los modelos encontrados. 3. El profesor selecciona el modelo de su conveniencia. 4. El sistema registra el modelo seleccionado.
Flujos alternos	3. a. El profesor selecciona ver la documentación de otro modelo. El sistema consulta la información del modelo y la muestra en pantalla.
Post-condiciones	1. Se selecciona satisfactoriamente un modelo.

Tabla Nº IV.3 Descripción detallada del Caso de Uso (Seleccionar Modelo de Diseño Curricular)
Fuente: Propia

Las descripciones detalladas de los casos de uso restantes se encuentran el en apéndice I.

Considerando todos los aspectos recorridos, al llegar a este punto de diseño y análisis detallado de los requerimientos y funcionalidades planteadas inicialmente, en el siguiente paso se definió la arquitectura sobre la que se implantaría el sistema. Basándose en la arquitectura Duwamish 7.0 de la plataforma *.NET*® de Microsoft (Ver Apéndice J), se obtuvo el producto que se presenta en la figura Nº IV.3. La arquitectura propuesta consta de 5 capas, a continuación, se representan gráficamente cada una de ellas.

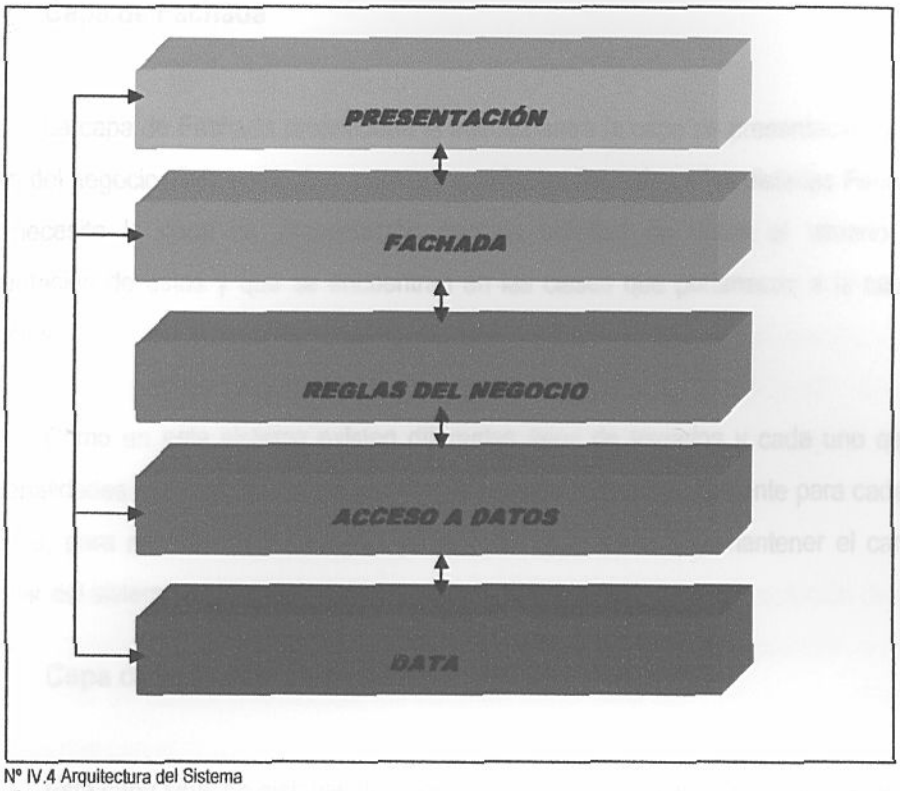

Figura Nº IV.4 Arquitectura del Sistema
Fuente: Propia

Todas estas capas interactúan para cumplir con todos los requerimientos y necesidades planteados, a continuación se describen cada una de ellas.

Capa de Presentación

Esta capa provee al usuario el acceso a la aplicación, a través de la interfaz necesaria para la presentación y la recolección de los datos. Esta capa maneja la interacción del usuario con las capas restantes de la arquitectura, a demás de presentar de manera sencilla todas las funcionalidades ofrecidas por el sistema.

Al momento de diseñar sus componentes, se definieron todas las pantallas y vistas que se le presentarían al usuario de manera que se le ofreciera la información necesaria para la correcta navegación cuando este lo requiera, así como también se estableció el lenguaje de conexión entre esta capa y la siguiente, con la que tendría interacción directa.

Capa de Fachada

La capa de Fachada proporciona la interfaz entre la capa de presentación y la de reglas del negocio. Esta capa sirve para encapsular las llamadas a las distintas *Funciones* que necesita la capa de presentación para la solicitud de datos al usuario ó la presentación de estos y que se encuentran en las clases que pertenecen a la capa de negocios.

Como en este sistema existen diferentes tipos de usuarios y cada uno ejecuta funcionalidades distintas, fue necesario diseñar una fachada independiente para cada uno de ellos, para así aislar las llamadas propias de cada usuario, y mantener el carácter modular del sistema.

Capa de Reglas del Negocio

Esta capa sirve de aislamiento a toda la lógica y las reglas propias del negocio, es decir, dentro de esta capa se manejan todas las *Funciones* que procesan los datos de entrada o de salida del sistema, según sea la selección del usuario. Representa todos aquellos procesos que utiliza el sistema internamente para transformar la información.

Debido a que el sistema a implantar sobre esta arquitectura es un sistema *Experto*, las reglas del negocio se dividen en dos grupos, las que manejan la parte relacionada con la información almacenada en la base de datos, y las que manejan la información resultante del procesamiento del *Shell* del sistema *Experto*.

Capa de Acceso a Datos

Esta capa hace la interfaz entre las reglas del negocio y la capa que encapsula la data que maneja el sistema. La capa de acceso a datos provee los servicios que necesitan las reglas del negocio para poder manejar la información que necesitan.

Esta capa también maneja independientemente los datos asociados a una base de datos y los datos que provienen del sistema *Experto*.

Capa de Data

Debido a que los sistemas *Expertos* manejan otro tipo de información que no es proveniente de un manejador de base de datos, fue necesaria la implementación de una última capa.

La capa de Data, se encarga de Acceder la información que proviene del sistema *Experto*, y sirve de interfaz entre las *Funciones* del sistema y el *Shell*. Además, esta capa provee al sistema de los servicios necesarios para que las reglas del negocio puedan manipular la información proveniente del motor de inferencia.

Basándose en el diseño de la arquitectura planteada y en la descripción detallada de los requerimientos representados a través de los casos de uso, se procedió a realizar el diagrama de clases y el modelo de base de datos para así finalizar las actividades relacionadas con el diseño del sistema.

El diagrama de clases permite representar gráficamente cual es la interacción que existe entre las diferentes clases que soportan el funcionamiento interno del sistema, a través de atributos y métodos. El modelo de base de datos, muestra los datos y las relaciones que se establecen entre ellos. En las figuras IV.4 y IV.5 se muestran estos modelos respectivamente.

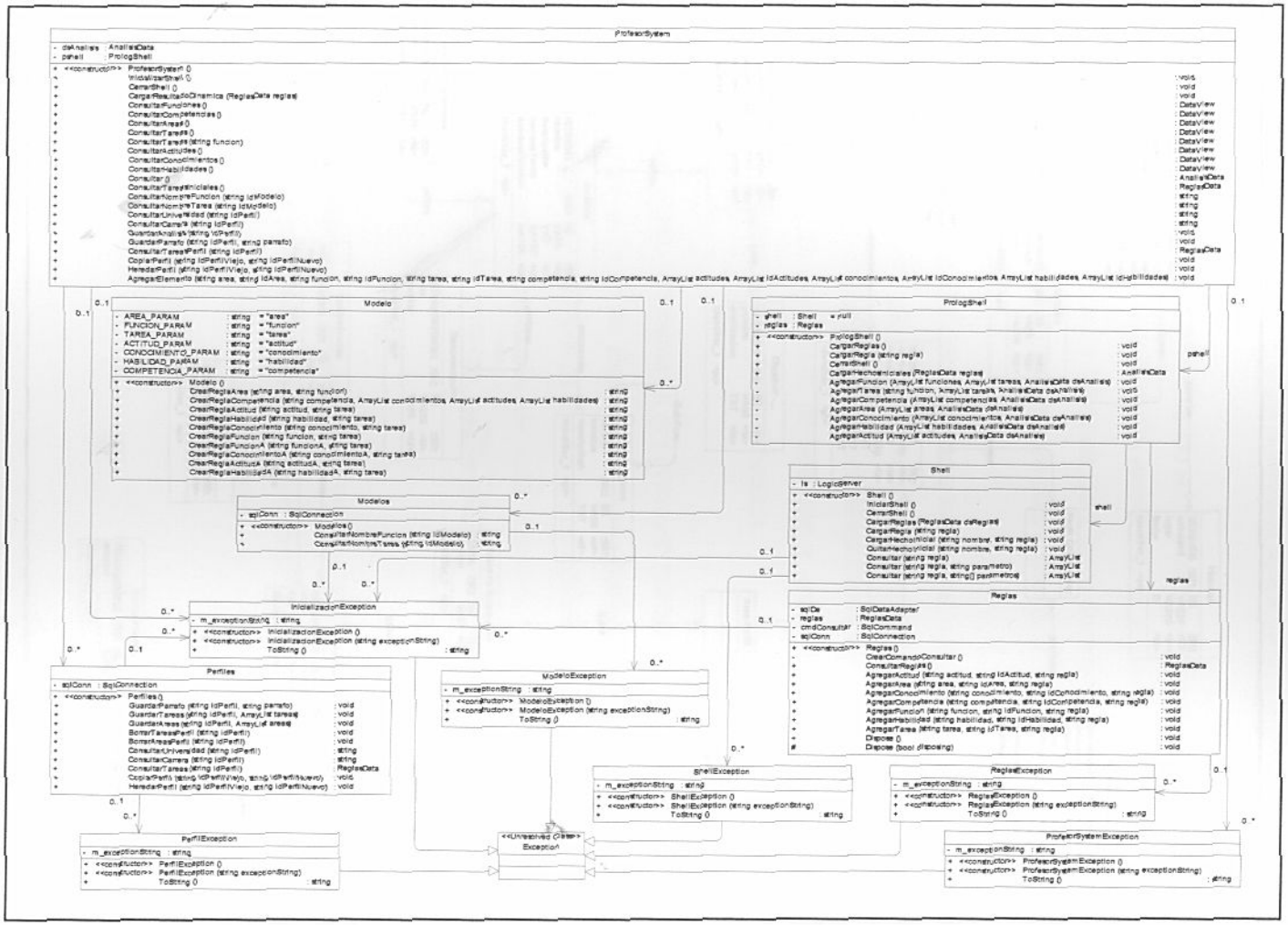

Figura Nº IV.4 Diagrama de Clases
Fuente: Propia

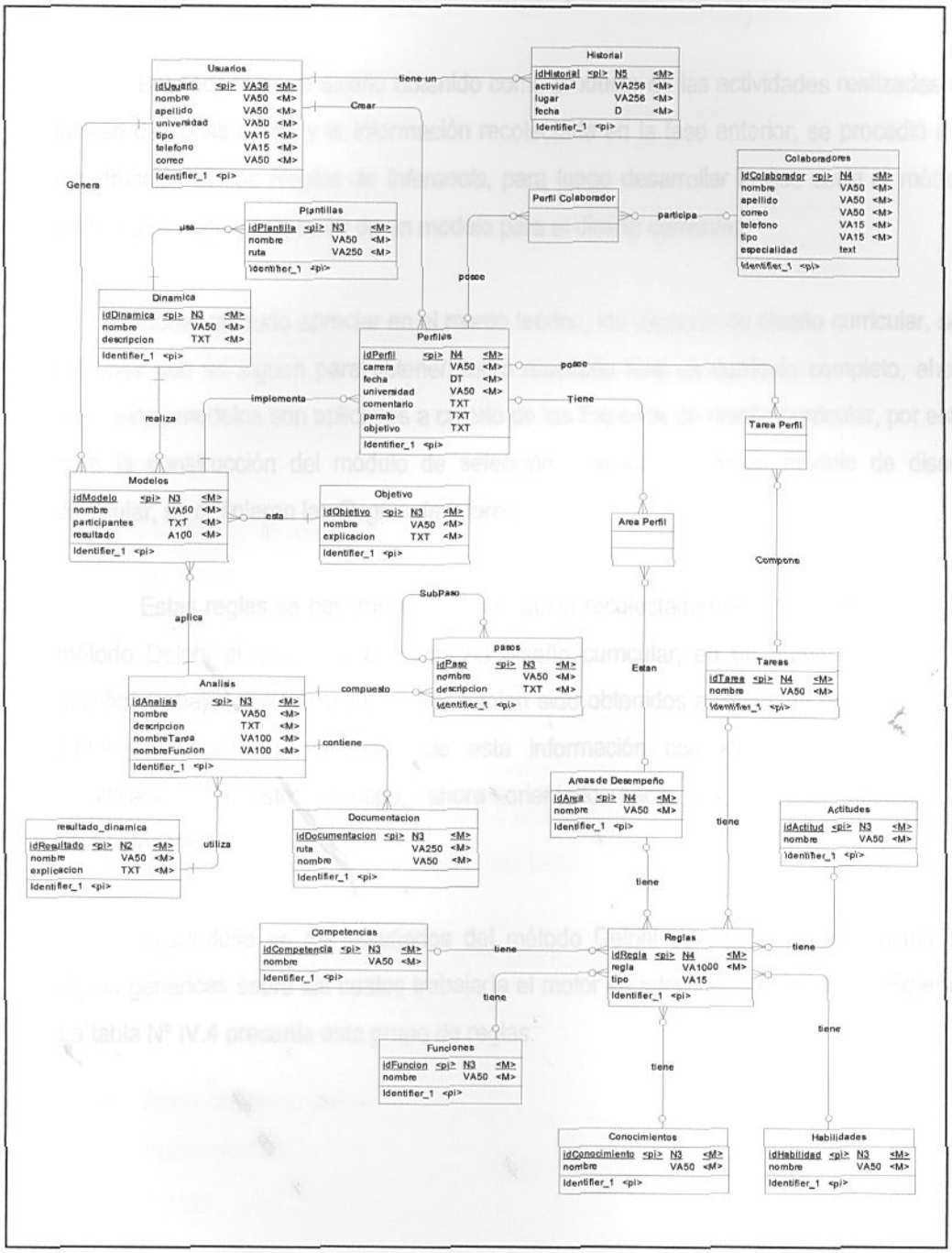

Figura N° IV.5 Modelo de Base de Datos
Fuente: Propia

Cabe destacar que debido a la naturaleza del enfoque sistémico, evolutivo e incremental del modelo metodológico aplicado, con estas actividades se cubrieron en una primera etapa las necesidades de diseño del prototipo inicial del sistema. Posteriormente en nuevas etapas se retomaron estas actividades para la construcción del nuevo prototipo.

Basándose en el diseño obtenido como producto de las actividades realizadas en la fase de construcción y la información recolectada en la fase anterior, se procedió a la construcción de las *Reglas de Inferencia*, para luego desarrollar lo que sería el módulo para la definición y selección de un modelo para el diseño curricular.

Como se pudo apreciar en el marco teórico, los modelos de diseño curricular, son patrones que se siguen para obtener como resultado final un currículo completo, ahora bien, estos modelos son aplicados a criterio de los *Expertos* de diseño curricular, por esto, para la construcción del módulo de selección y aplicación de un modelo de diseño curricular, se definieron las *Reglas de Inferencia*.

Estas reglas se basaron en la información recolectada mediante la aplicación del método Delphi al grupo de *Expertos* en diseño curricular, en un primer prototipo, se planificó trabajar con los modelos que habían sido obtenidos a través de la investigación bibliográfica, pero la validación de esta información con los *Expertos* originó la modificación de este prototipo, ahora orientado hacia los modelos basados en *Competencias*.

Basándose en los resultados del método Delphi se diseñaron un conjunto de reglas genéricas sobre las cuales trabajaría el motor de inferencias del sistema *Expertos*. La tabla Nº IV.4 presenta este grupo de reglas.

Regla en lenguaje Natural	*Regla bajo Sintaxis de PROLOG*
Un área de Desempeño implica una o un conjunto de Funciones.	area(area1):-funcion(funcion1).
Una función implica una o un conjunto de Tareas	funcion(funcion1):-tarea(tarea1). tarea(tarea1):-funcionA(funcion1).
Una tarea implica una o un conjunto de Conocimientos y Habilidades y actitudes	*Conocimiento*(*Conocimiento*1):-tarea(tarea1). habilidad(habilidad1):-tarea(tarea1). actitud(actitud1):-tarea(tarea1). tarea(tarea1):-*Conocimiento*A(*Conocimiento*1). tarea(tarea1):-habilidadA(habilidad1). tarea(tarea1):-actitudA(actitud1).
Una competencia esta formada por un conjunto de Conocimientos, Habilidades y actitudes	competencia(competencia1):- *Conocimiento*(*Conocimiento*1),habilidad(habilidad1),actitud(actitud1).

Tabla N° IV.4 Reglas de Inferencia Generales
Fuente: Propia

Finalizada la construcción de las *Reglas de Inferencia*, se procedió a las actividades relacionadas con el diseño y construcción de la *base de Conocimientos* que se soportaría en las reglas previamente descritas.

Para la construcción de la base de *Conocimiento* fue necesario realizar lo que sería la *base de hechos*, la cual se aplicó posteriormente al caso de estudio seleccionado, para esto se aplicó el método Delphi a los profesores *Expertos* en el área de Ingeniería Informática de la Universidad Católica Andrés Bello.

Estos hechos, corresponden a la información que alimentará cada una de las reglas definidas, por lo que se clasifican en:

- Áreas de Desempeño
- *Funciones*
- Tareas
- *Conocimientos*
- *Habilidades*
- *Actitudes*

Toda esta información se almacenó en la base de Datos. A continuación la Tabla Nº IV.5, presenta una de las tablas que conforman esta *base de hechos*

Áreas de Desempeño	*Áreas de Desempeño*
Arquitectura del Computador	Manejo de Software y Hardware
Base de Datos	Matemática
Computación	Metodología de Investigación
Computación Grafica	Microprocesadores
Conocimiento de los diferentes aspectos de seguridad	Organización Industrial
Economía	Organización y Métodos
Evaluación de Proyectos	Probabilidad
Física	Procesamiento de Datos
Gestión de Proyectos	Programación de Sistemas
Grafos y Matrices	Programación de sistemas a la medida
Inferencia Estadística	Programación Orientada a la WEB
Ingeniería de Software	Programación Orientada a Objetos
Inteligencia Artificial y sistemas *Expertos*	Redes de Computadores
Investigación de Operaciones	Simulación de Sistemas
Lengua y Comunicación	Sistemas de información
Manejo de Diferentes idiomas (ingles)	Temas de Ética
Manejo de Grupos de Trabajo	Teoría de Decisión
Manejo de Interfaces y Diseño	Teoría de Sistemas
Manejo de Sistemas Operativos	

Tabla Nº IV.5 Tabla de Áreas de Desempeño
Fuente: Propia

El resto de las tablas que conforman la *base de hechos* se encuentran en el apéndice K.

Una vez construida la *base de hechos* se pasó a construir lo que sería la *base de Conocimientos*, que no es más, que la creación de *Reglas de Inferencia*, partiendo de las reglas generales definidas previamente utilizando la *base de hechos*. A continuación presentamos un pequeño extracto debido a la gran cantidad de estas.

- area('arquitectura de computador'):-funcion('administrar soluciones a nivel de hardware')
- area('arquitectura de computador'):-funcion('mantener equipos de computación')
- area('arquitectura de computador'):-funcion('mantener equipos informáticos')
- funcion('administrar de manera lógica y coherente diferentes sistemas operativos'):-tarea('actualizar sistemas operativos')

- funcion('administrar de manera lógica y coherente diferentes sistemas operativos'):-tarea('configurar sistemas operativos')
- funcion('administrar de manera lógica y coherente diferentes sistemas operativos'):-tarea('reparar sistemas operativos')

Es importante señalar, que las *Competencias* que resultan de la aplicación de las reglas, no se obtienen con el método Delphi, sino que se redactaron basándose en la sintaxis propuesta por los modelos de diseño curricular que se utilizaron en el sistema.

Para este punto se habían finalizado las actividades relacionadas con el diseño del sistema, el siguiente paso que se realizó fue validar con los *Expertos*, el prototipo obtenido y así continuar con la fase de desarrollo. Una vez culminada la verificación, se pasó a las actividades propias del desarrollo de los módulos que lo componen, creando así el tercer prototipo del sistema.

Partiendo de la arquitectura propuesta durante el diseño del sistema, se definieron los módulos a ser desarrollados. La figura Nº IV.6 representa la clasificación de cada uno de estos módulos dentro de las capas de la arquitectura.

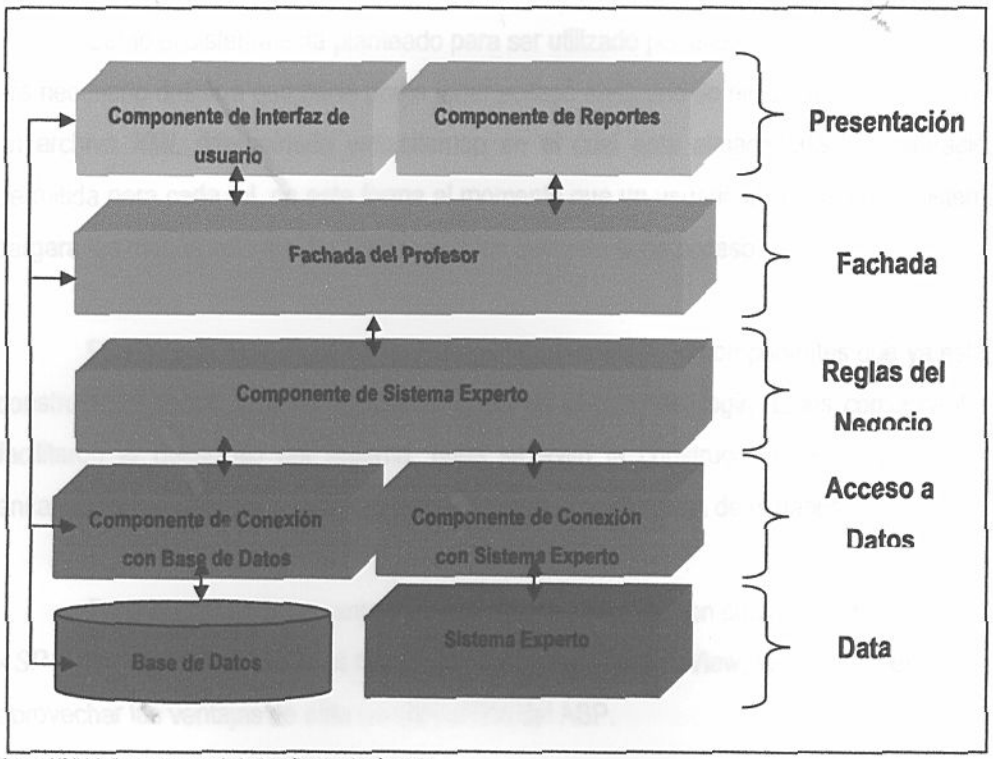

Figura Nº IV.9 Componentes de la Arquitectura Implantada
Fuente: Propia

Debido a que el sistema se implementaría como una *aplicación Web*, el ambiente de desarrollo utilizado para la construcción de cada uno de estos componentes fue Visual Studio 2005®, debido a las facilidades que provee para este tipo de aplicaciones (Ver Apèndice S).

A continuación se explica a detalle todos los pasos a seguir para la construcción de cada uno de estos componentes.

Componente de Interfaz de Usuario

Basándose en el diseño de las pantallas realizado previamente se procedió al desarrollo de cada una de ellas. Para comenzar se definió el estilo del sistema completo, para lo que se utilizó una plantilla maestra. Esta plantilla, permitió definir un estilo estándar para todo el sistema en cuanto a colores, tipos de letra, botones y los menús, debido a que cada una de las páginas que se crearon heredaban de la plantilla maestra, se mantenían los estilos establecidos, sin necesidad de cuidar que se modificaran continuamente.

Como el sistema está planteado para ser utilizado por diferentes tipos de usuarios, era necesario definir a qué parte podía tener acceso cada uno de ellos; para esto se utilizó un archivo *XML* denominado web.sitemap en el cual esta almacenada la navegación permitida para cada rol, de esta forma al momento que un usuario inicia sesión el sistema cargara los menús solo con las opciones a las que este tiene acceso.

Finalmente, esta plantilla maestra provee una serie de componentes que ya están construidos y listos para ser utilizados, como es el caso del login. Estos componentes, facilitaron el desarrollo del sistema, pues se evitó la construcción de clases que se encargarán de hacer todo el proceso de validación y verificación de usuarios.

Para la captura y presentación de los datos, se utilizaron componentes propios del *ASP 2.0®* como es el caso del GridView, FormView y DetailsView, los cuales permitieron aprovechar las ventajas de esta nueva versión del ASP.

Estos componentes poseen diferentes vistas, las cuales se controlan a través de un SqlDataSource, este control se encarga de establecer la conexión con los *Procedimientos Almacenados* que se encuentran en la base de datos y que permiten el acceso a los mismos.

Es importante destacar que además de estos componentes especiales, también se utilizaron los componentes propios de *HTML*, para capturar y presentar aquellos datos que ameritaban un mayor procesamiento antes de ser almacenado y entregados al usuario.

Adicionalmente se utilizaron componentes de validación, ya que estos permiten hacer las verificaciones propias de cada campo con la particularidad de que realiza estas validaciones del lado del cliente, ahorrando así el viaje de la información al servidor, para poder realizar estas validaciones. Los componentes que se utilizaron específicamente, fueron los de campo requerido, que verifican que todos los campos obligatorios estén llenos antes de ir a la base de datos y el de expresiones regulares para verificar los números telefónicos y los correos electrónicos.

Para mejorar la calidad de la navegación y estar acorde a las últimas tecnologías en el desarrollo Web, los formularios del sistema fueron desarrollados utilizando la técnica de *Ajax*. Para esto se usó el componente de fuente abierta llamado Magic Ajax, el cual facilita la implementación de esta técnica.

Algunas pantallas que permiten apreciar mejor la interfaz obtenida se presentan en el Apéndice T.

Componente de Reportes

Este componente se diseñó y construyó con la finalidad de que los usuarios pudieran extraer del sistema la información relacionada con todos los datos que se manejan dentro del mismo.

Estos reportes van desde consultas que se presentan a través de código *HTML*, hasta la opción de imprimir los mismos. Para esto se trabajó con Cristal Report para Visual

Studio 2005, esta herramienta permitió pasar los reportes a *Formato PDF*, lo que le facilita al usuario la manipulación de esta información.

Fachada del Profesor

Este fachada sirve de conexión entre los componentes de interfaz y reportes que manejan las *Funciones* que puede realizar el profesor y las reglas de negocio asociadas al manejo de la información proveniente de la base de datos y el motor de inferencia según sea el caso.

Para la construcción de esta fachada se utilizó *C#* de Visual Studio 2005, y se desarrollaron una serie de clases las cuales se agruparon todas en una *Librería Dinámica* que corresponde a cada uno de los componentes específicos relacionados con la fachada.

La fachada del profesor interactúa con el componente de sistema *Experto* que es el que maneja las reglas del negocio del sistema ya que este sistema esta implantando sobre un motor de inferencia. En esté se implementaron métodos que son capaces de recibir la información entregada al sistema por el usuario y según sea la selección de la función que este desea realizar, la fachada llama a la regla del negocio correspondiente.

En el caso de los usuarios como el administrador y el *Experto*, que no tiene interacción directa con el sistema *Experto*, no se necesitó implementar una fachada exclusiva para cada uno de ellos, puesto que las *Funciones* que ellos realizan dentro del sistema se enfocan únicamente a consultas relacionadas con el ingresos en la base de datos, y como se mencionó anteriormente, aprovechando las ventajas que ofrece el ASP 2.0, los componentes que se utilizaron junto con el SqlDataSource, hacen la conexión directa con los procesos encargados del acceso a los datos almacenados en la base de datos.

Componente de Sistema Experto

En este componente se implantaron clases con las cuales se manejarán todos los procesos asociados a la manipulación de los datos para ser entregados al sistema

Experto, así como la estructuración de la información producto de la aplicación de las *Reglas de Inferencia* a estos datos, para ser presentada al usuario.

Básicamente se manejan dos reglas del negocio específicas, una que interactúa directamente con el *Shell*; esta recibe los datos que provienen de la fachada y los procesa para que sean recibidos por el motor de inferencia del sistema *Experto*, llevando los datos a la sintaxis propia del *Shell*. También se implementaron métodos que reciben la información que arroja el sistema *Experto* y los interpreta a fin de darle al usuario la información en un lenguaje comprensible.

La otra regla del negocio maneja los procesos asociados a la interpretación de la información que proporciona el usuario para crear nuevas reglas a partir de parámetros que se agregan a través del sistema a la base de hechos.

Componente de Conexión a Base de Datos

En este componente se implantaron métodos que permiten el acceso a los datos que se encuentran almacenados en la base de datos que soporta al sistema. Estos métodos se manejaron a través de la innovación de *Procedimientos Almacenados* que realizan las actividades propias de consulta e inserción de información dentro de la base de Datos.

Estos métodos tienen la capacidad de, según la información y la solicitud que reciben, llamar al *Procedimiento Almacenado* que se encarga de manejarla específicamente.

Cabe señalar que estos *Procedimientos Almacenados* pueden ser utilizados tanto por las reglas de negocio como por la fachada directamente, esto es debido a que en algunos casos específicos, las consultas que las funcionalidades del sistema requieren no necesitan que los datos pasen por las reglas del negocio.

Componente de Conexión al Sistema Experto

En este componente se implantaron métodos que permitieron la interacción con lo que sería el *Shell* del sistema *Experto*. Estos métodos son utilizados particularmente por las reglas del negocio, ya que estas son las únicas clases que interpretan la información procedente del motor de inferencia.

Estos métodos se encargan únicamente de transformar las necesidades de las funcionalidades del sistema en la sintaxis propia del *Shell* de sistemas *Expertos*, es decir, estas clases sirven de interfaz entre el sistema y el motor de inferencia del sistema *Experto*.

Es importante señalar que cada una de las clases desarrolladas en este sistema se realizaron siguiendo los estándares de Programación propuestos por la comunidad de Desarrolladores de Microsoft. (Ver Apéndice L)

Base de Datos

Este componente representa el repositorio de todos los datos que se manejan dentro del sistema. Esta base de datos se creó utilizando *SQL Server 2005®*, con la finalidad de aprovechar las ventajas que ofrece dicho manejador.

Además de esto, es en el manejador de base de datos donde se encuentran implementados todos los *Procedimientos Almacenados* que son invocados por el componente de acceso a datos.

Aunque la finalidad principal de estos *Procedimientos Almacenados* es básicamente, movilizar los datos que son solicitados de las tablas donde se encuentran almacenados, en algunos casos específicos dentro de los *Procedimientos Almacenados*, fue necesario procesar algunos de los datos que estos métodos manipulaban a fin de hacer más efectiva la operación que los mismos realizan.

Los detalles de estos *Procedimientos Almacenados*, se encuentran especificados en el Apéndice M.

Sistema Experto

Este componente representa todo lo que engloba el *Shell* y el motor de inferencia para dar el enfoque orientado a reglas. Para esto se utilizó un componente comercial llamado *Amzi! prolog + Logic Server®*.

Amzi! Prolog es una implementación de Prolog, que incluye un ambiente de desarrollo, intérprete y debugger. Su potencial se encuentra en el Logic Server Engine®, el cual permite integrar prolog con los principales lenguajes de programación como *C/C++*, *Java*, *C#* entre otros, encapsulando Amzi! Prolog® en una librería dinámica.

Utilizando *Amzi! prolog + Logic Server®* se logró acceder a la *base de Conocimientos* para procesar las reglas facilitando la construcción del componente del sistema *Experto*

En el Apéndice N, se describe con detalle los aspectos relacionados con *Amzi! prolog + Logic Server®* y la conexión de este componente con el sistema desarrollado.

IV.3 Fase 3: Implementación Y Prueba

Una vez finalizada la construcción de todos los componentes del sistema, según lo planteado en el *Ciclo de Vida de Desarrollo del Software*, el paso siguiente consiste en la verificación del sistema previamente construido a través de la aplicación de un caso de estudio. Por lo que las actividades realizadas en esta fase, permitieron validar el cumplimiento del sistema con todos los requerimientos identificados en las primeras fases, y que los resultados obtenidos estén acorde con las expectativas establecidas. Como caso de estudio se seleccionó la carrera de ingeniería informática de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB).

Basándose en los resultados obtenidos con la aplicación del método Delphi a los profesores de la UCAB, se construyó la *base de Conocimientos* necesaria para iniciar su alimentación y generar el perfil del egresado y las áreas de desempeño asociadas a ella.

Esta actividad se realizó posterior a la selección del modelo de diseño curricular dentro de las opciones que ofrece el sistema, utilizando el método Dacum.

Partiendo de la información que había sido ofrecida por el personal docente perteneciente a la UCAB y de los empleadores encuestados, se generó una lista de tareas, las cuales constituyeron los requerimientos iniciales para la generación del perfil del egresado y las áreas de desempeño a través del sistema. Finalmente se generará el párrafo relacionado con la redacción del perfil del egresado de acuerdo a la lista de tareas seleccionada que le fueron presentadas, al igual que las áreas de desempeño asociadas a este (Ver Apéndice O).

IV.4 Fase 4: Documentación

En el desarrollo de esta fase se realizaron las actividades propias para generar tanto la documentación del código, como los manuales técnicos y de usuario necesarios para la administración y uso del sistema respectivamente. La documentación del código, se realizó, basándose en los estándares de *XML* como se puede apreciar en el Apéndice L.

Basándose en esta documentación y con la utilización de la herramienta *Doxygen®*, se generó el manual técnico, el cual esta compuesto por la descripción de todas las clases y métodos que soportan el sistema, lo que resulta útil y práctico para la realización de mantenimiento y de actualizaciones futuras al sistema.

Esta herramienta extrae la información contenida en la documentación realizada bajo el formato *XML* y la traslada a un formato específico, en el caso del manual de este sistema se utilizo el formato *HTML*. En el Apéndice P, se describen con detalle cada uno de los puntos que se que se cubren en el manual técnico.

En cuanto al manual de usuario, este se elaboró bajo el enfoque de ayuda en línea, y se implementó bajo la línea de preguntas mas frecuentes, para de esta forma orientar al usuario en la navegación dentro del sistema. En el Apéndice Q, se describen con mayor detalle todas las preguntas sobre las cuales tiene documentación el usuario para consultar.

Capítulo V. RESULTADOS

Mediante la aplicación del enfoque metodológico planteado, en el cual se propone el desarrollo sistémico, evolutivo e incremental, se llevó a cabo satisfactoriamente el desarrollo del sistema propuesto en el TEG, alcanzando así, todos los objetivo propuestos inicialmente y obteniendo los resultados que se describen a continuación.

- La investigación documental realizada sobre los diferentes *Shell* existentes para el desarrollo de sistemas *Expertos* (Clips y PROLOG), permitió definir un criterio de comparación basado en las ventajas y desventajas, funcionalidades ofrecidas, y conectividad de estos con el ambiente de desarrollo utilizado para la construcción de la interfaz de usuario, a fin de que, basándose en ese criterio, se tomó la decisión de trabajar con el *Shell* ofrecido por PROLOG.
- El método Delphi se utilizó como herramienta para el levantamiento de la información que manejaría el sistema *Experto*. Su aplicación se realizó a través de encuestas vía correo electrónico, lo que facilitó el trabajo con el grupo de *Expertos*. La realización de varias rondas en su aplicación permitió conseguir el consenso entre el grupo, de esta forma se recolectó la información necesaria para la definición de las *Reglas de Inferencia* del sistema *Experto* y la información que se almacenaría en la *base de Conocimientos*.
- Se implementó un sistema *Experto* que funciona sobre los modelos de diseño curricular basados en *Competencias*. Este sistema funciona como un asistente y le da al usuario la posibilidad de seleccionar un modelo de diseño curricular con el cual se construirá un perfil de egreso para una carrera universitaria específica, y las áreas de desempeño asociadas a éste.
- Se diseñó y aplicó un caso de estudio a través del cual se construyó un perfil de egreso, siguiendo los parámetros planteados por un grupo de *Expertos* en el área de ingeniería informática. Este caso de estudio funcionó como mecanismo de verificación para el desempeño del sistema, ya que con este, se verificó el funcionamiento del mismo, al generar un perfil de egreso que corresponde correctamente con las necesidades planteadas por el grupo de *Expertos*, siguiendo un modelo seleccionado previamente.

- Se realizaron una serie de manuales, de manera que los diferentes usuarios, dispongan de la documentación necesaria para navegar con mayor comodidad. El sistema se creó provisto de una ayuda en línea, el cual, siguiendo el formato de preguntas mas frecuentes, le brinda al usuario asesoría en cuanto a todas las funcionalidades ofrecidas por el mismo. Se elaboró también un manual técnico, siguiendo el formato estándar de documentación de *XML*, que es utilizado en *.NET®*, para así facilitar el proceso de mantenimiento, o alguna posible actualización.

CONCLUSIONES

Una vez finalizadas todas las actividades propuestas en la metodología aplicada, se llegó a una serie de conclusiones las cuales se presentan a continuación.

- La codificación del *Conocimiento* lógico a través de sistemas *Expertos* para la implementación de soluciones puede llegar a ser muy poderosas siempre y cuando se le dé el enfoque correcto. Por esto es necesario realizar muy bien el análisis de los requerimientos y el tipo de información que manejan los procesos que componen el proyecto que se desea llevar a cabo para evitar una mala utilización de este tipo de herramientas.
- Se ratificó que la estrategia que propone el método Delphi, permite obtener un abanico de información bastante amplio, debido a que como los participantes lo hacen de manera anónima, no existe la posibilidad de que todos se inclinen hacia opiniones que sean distintas a lo que ellos piensan, lo que permite conseguir una visión mucho mas extensa de los temas tratados.
- Se ratificó que la etapa más importante del desarrollo de un sistema *Experto* es el levantamiento de la información tanto para la construcción de las *Reglas de Inferencia*, como para la *base de hechos* en donde estas se aplicarían, esto se debe a la característica principal de los sistemas *Expertos* de ser capaces de modelar el *Conocimiento*.
- El manejo de los roles dentro de la aplicación resultó ser de gran importancia, ya que resulta imprescindible para el correcto funcionamiento del sistema que los usuarios encargados del ingreso de nuevos modelos y dinámicas al sistema sean realmente *Expertos* en estos tópicos, para así garantizar la validez de los resultados arrojados por el sistema.
- La sintaxis de las *Reglas de Inferencia* según los diferentes lenguajes existentes en el mercado presenta ciertas variaciones, por lo que es necesario que el usuario que cumpla las *Funciones* de administrador tenga ciertos *Conocimientos* sobre el *Shell* que soporta al sistema desarrollado.
- La aplicación del caso de prueba, permitió validar el funcionamiento del sistema en cuanto a desempeño y resultados, pues como se pudo apreciar en los gráficos

que reflejan los productos arrojados por el sistema tienen relación con los parámetros de entrada que el usuario ingresó al inicio del proceso.

- Por la información que se presenta en el manual técnico, al administrador se le facilita la realización de las distintas actividades que tiene a su cargo, ya que en este se especifican las nomenclatura utilizada en el sistema, los métodos clases que soportan cada uno de los procesos, y lo que debe hacer al momento de realizar las actividades del mantenimiento.
- La automatización del los pasos que deben realizarse para la elaboración del perfil y las áreas de desempeño, le ofrece la posibilidad al usuario inexperto en la elaboración de diseños curriculares de cubrir la primera etapa de este proceso, obteniendo resultados que están validados previamente y de esta forma facilitando la continuidad de los pasos restantes de dicho proceso.
- El sistema implementado, dentro del grupo de los sistemas *Experto* se clasifica según el *Conocimiento* que modela como un sistema de soporte, ya que se diseñó y desarrolló con la finalidad de que usuarios inexpertos en el diseño curricular puedan realizar perfiles de egreso y áreas de desempeño con sólo la aplicación de sus *Conocimientos* en la carrera específica y su interacción con la sociedad en donde se desenvuelve. Por esto el sistema lleva de la mano al usuario por cada uno de los pasos que debe realizar según el modelo de diseño seleccionado hasta obtener el resultado deseado.
- El sistema fomenta la participación de la sociedad que demanda nuevos profesionales, pues se implementaron métodos a través de los cuales al usuario que desee construir un nuevo perfil se le indica, según el modelo y la dinámica que seleccione, los diferentes grupos sociales en los que debe enfocarse al momento de hacer la investigación previa, permitiendo así que el proceso de construcción del perfil de egreso dentro del diseño curricular se mantenga a la par de los constantes cambios del mercado laboral.

RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta las conclusiones obtenidas, a continuación se presentan una serie de recomendaciones, con el fin de hacer mejoras al sistema que permitan incrementar su valor en cuanto al aporte del mismo a las diferentes instituciones de educación Superior

- Por ser el sistema desarrollado una *aplicación Web*, se podría implantar una plataforma que interactué con una base de datos central, con el fin de que las Instituciones de Educación Superior puedan intercambiar *Conocimientos* relacionados con las necesidades del mercado laboral actual, favoreciendo así las relaciones interinstitucionales.
- Para incrementar la funcionalidad del sistema, podría desarrollarse un módulo que permitiera la automatización de la inclusión de nuevos modelos para la construcción del perfil, es decir, que se lograra incluir nuevas reglas al motor de inferencia dinámicamente, para de esta forma facilitar el proceso de mantenimiento del administrador.
- Buscando incrementar el alcance del sistema, podrían desarrollarse nuevos módulos que se avoquen a la automatización de los pasos restantes del proceso de diseño curricular, con la finalidad de hacer mucho mas completa la funcionalidad del sistema.
- Podrían realizarse mejoras en el diseño de la interfaz, mediante un estudio realizado, a través de la puesta en practica del sistema, verificando así los estilos que resulten ser mas aceptados por los usuarios.
- Podrían realizarse jornadas en las que se discutan las nuevas tendencias del mercado laboral para la reestructuración del perfil del egresado de las diferentes carreras universitarias en donde el sistema desarrollado se utilice como herramienta principal, con el fin de enriquecer y actualizar aun mas la *base de hechos*.
- Para sobrepasar las fronteras geográficas, se podría desarrollar un modulo que permita la traducción a distintos idiomas aprovechando las facilidades que ofrece la herramienta con la cual se desarrollo este sistema, con el fin de aumentar aún mas los beneficios que se ofrecen.

- Basándose en los estudios realizados sobre las diferentes tecnologías existentes en el mercado en cuanto a los *Shell* de sistemas *Expertos*, se podría diseñar una plataforma que soporte al sistema actual y que sirva de interfaz entre el sistema y los diferentes *Shell* que existen con el fin de no limitar la síntaxis de las *Reglas de Inferencia* a uno en especifico.
- Para fomentar la construcción de sistemas que utilicen como herramienta de programación los *Shell* de sistemas *Expertos*, se podría hacer un estudio para analizar que otro tipo de procesos se pueden automatizar de forma similar a los planteados en este sistema.
- Para impulsar la utilización del sistema, se recomienda incluirlo en la Red AUSJAL, ya que la misma esta disponible a nivel nacional y de toda América Latina.
- Debido a que el proceso educativo no finaliza con la preparación de pregrado, es recomendable adaptar al sistema para que, el perfil resultante no sólo se enfoque a lo que sería el mercado laboral, sino que también se considere el enfoque hacia lo que sería la preparación en Postgrado.
- Elaborar un mecanismo que permita verificar que la síntesis del perfil incluye todos los aspectos sugeridos por el sistema en el detalle del perfil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHIR, S. S (1998). UML in a nutshell: A Desktop Quick Reference (Nurshell Handbook). Editorial O'Reilly, Nueva York. Estados Unidos.

Amzi! Inc. (2003). Amzi! Prolog + Logic Server®. Extraído el 17 de Mayo, 2006, de http://www.amzi.com/products/prolog_products.htm

Amzi! Inc. (2003). Building Expert Systems in Prolog. Extraído el 2 de Septiembre de 2005 de http://www.amzi.com/ExpertSystemsInProlog/index.htm

Aragón (2003, Junio). Método Delphi. Publicación ABC. Consultado el 12 Julio, 2005, En http://profesores.ie.edu/salvador_aragon/Documentacion/2003-M%E9todo%20Delphi.pdf

Carballo, L. Revisión de metodologías para el desarrollo de Sistemas Expertos. Ponencia presentada en la Universidad FASTA, Mar del Plata, Argentina

Carvallo, J. (2004). SISTEMA PARA EL DISEÑO CURRICULAR. Tesis de Magíster no Publicada, Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Venezuela.

CASTRO, M. 1987. Filosofía de la Ciencia y de la Educación. Maestría en Educación Abierta y a Distancia. Universidad Nacional Abierta. Caracas. Venezuela.

Catalano, A., Avolio, S., Sladogna, M. (2004). Diseño Curricular basado en normas de competencia laboral, Conceptos y orientaciones metodológicas. Montevideo Uruguay.

Cinterfor/OIT (1999). Boletín técnico interamericano de formación profesional. Sindicatos y formación. n.144. Extraído el 15 Agosto, 2005, de http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/

Cinterfor/OIT (2000). Boletín técnico interamericano de formación profesional. Competencias Laborales en la Formación Profesional. n.149. Extraído el 15 Agosto, 2005, de http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/

Cinterfor/OIT (1999). Formación, trabajo y conocimiento: la experiencia en América Latina y el Caribe. Extraído el 15 Agosto, 2005, de http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/

Cinterfor/OIT (1996). Formación y trabajo: de ayer para mañana. Extraído el 15 Agosto, 2005, de http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/

Cinterfor/OIT (2000). Formación y trabajo decente. Extraído el 15 Agosto, 2005, de http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/

Criado, J., (2000). Introducción a los sistemas expertos. Consultado el 30 Agosto, 2005 en http://ingenieroseninformatica.org/recursos/tutoriales/sist_exp/index.php

Díaz-Barriga, F., Lule, M., Pinzón, D., Rojas-Drummond, Saád E. (1992). Metodología de Diseño Curricular para la Educación Superior. Editorial Trillas, México D.F, México.

Díaz, G., Cegarra, F., Ramirez, C. (1980). Currículo I. UNA. Caracas. Venezuela. 1997. Ensayos Sobre la Problemática Curricular. .

Huerta, J., Pérez, I., Castellanos, A. (2000). Desarrollo curricular por competencias profesionales integrales. Obtenido el 16 Agosto, 2003. En http://educacion.jalisco.gob.mx/consulta/educar /13/ 13Huerta.html

Hunt, L. (2004). C# Coding Standards for .NET. Consultado el 15 enero, 2006. En http://home.comcast.net/~lancehunt/CSharp_Coding_Standards.pdf

IEEE (1998). IEEE 830-1998 Recommended Practice for Software Requirements Specifications Institute of Electrical and Electronics Engineers. [Versión Electrónica].

Irigoin - Vargas (2002). Competencia laboral: manual de conceptos, métodos y aplicaciones en el sector salud. Montevideo, Uruguay.

Jacobson, I., Booch, G., Rumbaugh, J. (2000). El proceso Unificado de desarrollo de software. Pearson Educación, Madrid, España.

KONOW, I., PÉREZ, G. (1990). Método Delphi. Consultado el 12 Julio, 2005. En http://geocities.com/Pentagon/Quarters/7578/pros01-03.html

MSDN (2006). Arquitectura Duwamish 7.0®. Extraído el 17 Enero, 2006, de http://msdn.microsoft.com/library/spa/default.asp?url=/library/SPA/dwamish7/html/vtoriarchitecturaloverview.asp

MSDN (2005). Migrating from PHP to ASP.NET. Extraído el 5 Diciembre, 2005, de http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dnaspp/html/aspnet-migratingphp-aspnet.asp

Pérez, A. (2000) Diseño Curricular por Competencias. Extraído el 27 Agosto, 2005, de http://www.monografias.com/trabajos16/diseno-curricular-competencias/diseno-curricular-competencias.shtml

Piattini, M., Calvo-Manzano, J., Cervera, J., Fernández, L. (2000). Análisis y Diseño detallado de Aplicaciones Informáticas de Gestión. Alfaomega Grupo Editor, México D.F, México.

PRESSMAN, R. 1998. Ingeniería del Software. Un Enfoque Práctico. McGraw-Hill/Interamericana de España. Madrid. España.

Ramos, S., (2002). Validación externa de las áreas de conocimiento establecidas para la formación del ingeniero de sistemas en la Universidad Nacional Abierta. Tesis de Magíster no Publicada, Universidad Nacional Abierta. Caracas, Venezuela.

Riley, G. (2005). CLIPS A Tool for Building Expert Systems. Extraído el 29 de Agosto de 2005 de http://www.ghg.net/clips/CLIPS.html

Schach, S. (2005). Análisis y Diseño orientado a objetos con UML y el Proceso Unificado. McGraw-Hill, México D.F, México.

SENA (2002). Manual para diseñar estructuras curriculares y módulos de formación para el desarrollo de competencias en la formación profesional integral. Extraído el 16 Agosto, 2005, de http://www.sena.edu.co/portal

Torres, G., (2000). DISEÑO CURRICULAR Metodología para el perfeccionamiento del currículum en su esfera de acción. Extraído el 16 Agosto, 2005, de http://www.uacam.mx/macad.nsf/4a24042bd57e05c980256509003e0809/73c5cc4fbd0792c586256e7f0004a495/$FILE/Diseno-Curricular.pdf

Velez-Pareja, I. (2003). The Delphi Method (El Método Delphi). Consultado el 12 Julio, 2005. En http://ssrn.com/abstract=420040.

Wikipedia, (2006). http://www.wikipedia.org/