



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Instituto de Ciencias

Básicas e Ingeniería

Centro de Investigación en Tecnologías de
Información y Sistemas

Maestría en
Ciencias Computacionales

*"Centro Virtual de Capacitación
en la Elaboración de Productos Lácteos
Orientado a Web"*

TESIS

Que para obtener el Grado de
Maestro en Ciencias Computacionales

PRESENTA

Arturo Curiel Anaya



Director
Dr. Gustavo Núñez Esquer

Pachuca de Soto Hgo., febrero del 2001.



Carretera
Pachuca-Tulancingo Km. 4.5
C.P. 42073
Tel. (01 771) 7 20 00
Ext. 6301 6302
Fax (01 771) 7 21 09

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ING. GAUDENCIO LUGO VERA
DIRECTOR DE CONTROL ESCOLAR
DE LA U.A.E.H.,
P R E S E N T E .

Por este conducto le comunico que el -Jurado asignado al pasante de la Maestría en Ciencias Computacionales de la Especialidad en Ingeniería de Software ARTURO CURIEL ANAYA, quien presenta el trabajo profesional para obtener el grado de Maestro en Ciencias "**Centro Virtual de Capacitación en la Elaboración de Productos Lácteos Orientado a Web**", después de revisar el trabajo en reunión de Sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

PRESIDENTE: Dr. Argelio Víctor de la Cruz Rivera
PRIMER VOCAL: Dr. Leonid Sheremetov
SECRETARIO: M. en C Mariano Pozas Cárdenas •
PRIMER SUPLENTE: M. en C. Ramón Soto de la Cruz
SEGUNDO SUPLENTE: M. en C. Omar Arturo Domínguez Ramírez

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

A T E N T A M E N T E
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
Pachuca, Hgo., a 24 de enero de 2001

M. en C. Ma. de los Ángeles Alonso Lavernia
Coordinador del Programa

RECONOCIMIENTO

Al Dr. Gustavo Núñez Esquer, mi director de tesis.

Por compartir conmigo su amistad, su tiempo y su
experiencia.

Con su ejemplo me enseñó que con esfuerzo, dedicación y
tenacidad, se logra vencer cualquier obstáculo para llegar
a la cima de la montaña. Gracias por la huella profunda que
deja en mi vida.

Agradecimientos

A Dios.

Por darme la oportunidad de realizar una meta más en mi vida.

A los catedráticos de la maestría.

Por compartir sus experiencias y conocimientos en mi formación profesional.

A las autoridades del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Por el apoyo y comprensión que me brindaron en la realización de este trabajo.

A mi esposa.

Por su gran cariño, amor y comprensión que siempre me ha brindado, su valioso apoyo en los momentos críticos que pasé durante la maestría.

Dedicatorias

Con mucho cariño a mis hijas, Pilita, Florecita y Sagui.
Que con su alegría me ayudan a mantener el ánimo de seguir adelante en mi trabajo.

Con inmenso cariño a mis Padres.
Que siempre han estado *cerca* de mí.

Índice

RESUMEN.....	VI
---------------------	-----------

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5 Funcionalidades y alcances.....	6
1.6 Objeto de estudio: Curso de elaboración de queso tipo Oaxaca.....	6

CAPÍTULO 2. REALIDAD VIRTUAL Y VRML

2.1 Conceptos básicos.....	11
2.2 Historia del <i>Virtual Reality Modeling Language</i> (VRML).....	11
2.3 VRML: Concepto y técnicas básicas.....	12

CAPÍTULO 3. CENTROS VIRTUALES DE CAPACITACIÓN

3.1 El concepto de Centro Virtual de Capacitación	18
3.2 Ambientes virtuales tridimensionales en Internet	20
3.3 Sitios virtuales de capacitación en Internet	21
3.4 Análisis comparativo de los centros virtuales de capacitación.....	25

CAPÍTULO 4. MARCO TEÓRICO Y TECNOLÓGICO

4.1 Herramientas utilizadas en el desarrollo del sistema.....	29
4.2 Trabajo grupal.....	30
4.3 Diseño instruccional	32
4.4 Escenario educativo	34
4.5 Modelado de funciones y de datos	36
4.6 Tecnología de comunicación entre VRML y la base de datos del sistema.....	37

CAPÍTULO 5. DISEÑO INSTRUCCIONAL DEL OBJETO DE ESTUDIO: CURSO DE ELABORACIÓN DEL QUESO OAXACA

5.1 Meta instruccional	41
5.2 Análisis instruccional.....	41
5.3 Pre-requisitos y características.....	43

5.4 Sistema de producción	43
5.5 Estrategia instruccional	44
5.5.1 Ambiente virtual.....	44
5.5.2 Evaluación del aprendizaje.....	45

CAPÍTULO 6. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DEL CENTRO VIRTUAL DE CAPACITACIÓN

6.1 Funcionalidades.....	48
6.2 Modelo funcional	55
6.3 Base de datos del sistema.....	60
6.4 Acceso a la base de datos a través de la tecnología de los <i>Servlets</i>	62
6.5 Asignación de comportamiento complejo en la práctica virtual: "Determinación de la acidez en la leche"	66
6.6 Interfaces gráficas	75
6.6.1 Sistema de producción virtual.....	78
6.6.2 Curso: Elaboración de queso tipo Oaxaca	81
6.6.3 Sistema de comunicación.....	85
6.7 Plataforma tecnológica del Centro Virtual de Capacitación.....	88

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

7.1 Conclusiones	93
7.2 Trabajo futuro	94

GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	96
----------------------------------	-----------

APÉNDICES

Apéndice A: Programas HTML	98
Acidi.html <i>Explicación del objeto VRML que representa al acidímetro.....</i>	99
Bascula.html <i>Explicación del objeto VRML que representa a la báscula analítica.....</i>	99
Boletin.html <i>Generar los frames del boletín electrónico.....</i>	99
Bolenca.html <i>Presentar encabezado del boletín electrónico</i>	100
Bolcuer.html <i>Presentar el cuerpo del boletín electrónico</i>	100
Centri.html <i>Explicación del objeto VRML que representa a una centrífuga.....</i>	101
Convoca.html <i>Presentar la convocatoria al curso de elaboración de queso Oaxaca</i>	102
Cvc.html <i>Construir la pantalla inicial del sistema.....</i>	103
Delvo.html <i>Explicación del objeto VRML que representa al delvo test</i>	103
Frames.html <i>Generar los frames del sistema.....</i>	103
Gotero.html <i>Explicación del objeto VRML que representa al gotero</i>	98
Introdu.html <i>Presentar la introducción al sistema</i>	104

Instruc.html	<i>Presentar las instrucciones del manejo del sistema</i>	105
Meche.html	<i>Explicación del objeto VRML que representa al mechero</i>	109
Morte.html	<i>Explicación del objeto VRML que representa al mortero</i>	109
Presentacion.html	<i>Presentar el menú principal del sistema</i>	110
Practicass.html	<i>Presentar el menú de prácticas</i>	110
Registro.html	<i>Presentar la forma de registro del usuario</i>	111
Apéndice B: Servlets		
Registro.java	<i>Registrar los datos del usuario en la base de datos del sistema</i>	114
Entrara.java	<i>Verificar que el usuario esta registrado y dar o negar el acceso al sistema</i>	116
Examen.java	<i>Generación del examen</i>	119
Respues.java	<i>Calificar examen</i>	127
Directo.java	<i>Mostrar directorio de usuarios</i>	131
Servicios.java	<i>Alta de servicios en el sistema</i>	133
Técnicas.java	<i>Alta de técnicas de trabajo grupal</i>	136
Trabajoco.java	<i>Asignación de trabajo grupal</i>	139
Preguntas .java	<i>Anexar preguntas al banco de reactivos</i>	141
Cursos.java	<i>Alta de cursos en el sistema</i>	146
Direcase.java	<i>Mostrar directorio de asesores</i>	149
Apéndice C: Lenguaje de programación VRML		
Conceptos básicos	.....	154
Tipos de nodos	.....	154
Estructura de los programas VRML	.....	155
Valores asociados a los campos	.....	156
Forma general de un programa VRML	.....	157
Estructura y sintaxis general de los nodos	.....	157
Apéndice D: Programas VRML		
Acidimetro.wri	<i>Presentar el modelo 3D del acidímetro</i>	169
Bote.wrl	<i>Presentar el modelo en 3D del bote de leche</i>	196
Cvc.wrl	<i>Presentar el centro virtual de capacitación en 3D</i>	216
Mesa.wrl	<i>Presentar la mesa de práctica de control de calidad</i>	319
Pipe.wrl	<i>Presentar el modelo 3D de la pipeta</i>	320
Prac2.wri	<i>Presentar los modelos 3D correspondientes a la práctica de control de calidad</i>	342
Reco.wrl	<i>Presentar el recorrido por la planta virtual</i>	343
Vaso200.wri	<i>Presentar el modelo 3D del vaso de 200 ml</i>	371
Apéndice E: Diccionario de datos de la base de datos del sistema		
		390
Apéndice F: Algoritmos de asignación de comportamiento complejo		
		394

Nota: Los apéndices se encuentran en el CD del sistema.

Índice de Tablas y Figuras

CAPÍTULO 2. REALIDAD VIRTUAL Y VRML

Figura 2.1	Esquema funcional del <i>browser</i> VRML y WWW.....	13
------------	--	----

CAPÍTULO 3. CENTROS VIRTUALES DE CAPACITACIÓN

Figura 3.1	Características del Centro Virtual de Capacitación orientado a Web... 18	
Tabla 3.1	Análisis comparativo de los Centro Virtuales de Capacitación.....	26

CAPÍTULO 4. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Figura 4.1	Relaciones entre los elementos del Centro Virtual de Capacitación	29
Figura 4.2	Indicadores a tomar en cuenta en el diseño instruccional.....	33
Figura 4.3	Escenario educativo del CVC.....	34
Figura 4.4	Diseño de un curso	35
Figura 4.5	Modelo IDEFO	36

CAPÍTULO 6. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DEL CENTRO VIRTUAL DE CAPACITACIÓN

Figura 6.1	Esquema funcional del Centro Virtual de Capacitación.....	48
Figura 6.2	Estructura para la muestra de escenarios virtuales	50
Figura 6.3	Funcionamiento de los <i>Servlets</i> en la creación de un examen.....	50
Figura 6.4	Esquema funcional del trabajo grupal propuesto en el CVC.....	51
Figura 6.5	Esquema funcional del Centro Virtual de Capacitación en la elaboración de productos lácteos (nivel 0).....	55
Figura 6.6	Módulos principales del sistema (nivel 1).....	57
Figura 6.7	Módulo de producción virtual.....	58
Figura 6.8	Cursos que se pueden ofrecer en el Centro Virtual de Capacitación....	58
Figura 6.9	Módulos que integran el trabajo grupal.....	59
Figura 6.10	Relación entre el modelo funcional y los modelos lógico y físico de datos.....	60
Figura 6.11	Modelo físico de la base de datos del Centro Virtual de Capacitación.	61
Figura 6.12	Acceso alabase de datos del sistema vía Internet.....	62
Figura 6.13	Alta de reactivos en la tabla EXAMEN a través de un Servlet.....	63
Figura 6.14	Consulta y alta de trabajo colaborativo a través de un Servlet.....	63

Figura 6.15	Alta de técnicas grupales a través de un Servlet	64
Figura 6.16	Consulta y alta de herramientas a utilizar en el sistema a través de un Servlet	64
Figura 6.17	Consulta y alta de cursos a través de un Servlet	65
Figura 6.18	Consulta al trabajo grupal del curso a través de un Servlet.....	65
Figura 6.19	Estructura física del curso de elaboración de productos lácteos	66
Figura 6.20	Modelo general de comportamiento en VRML	67
Figura 6.21	Práctica virtual sobre la determinación de la acidez en la leche	68
Figura 6.22	Diagrama de paso de eventos para la asignación de comportamiento a la representación virtual del vaso de 300 ml de la escena.....	69
Figura 6.23	Diagrama de paso de eventos para la asignación de comportamiento a la representación virtual de la pipeta de la escena	70
Figura 6.24	Diagrama de paso de eventos para la asignación de comportamiento a la representación virtual del gotero de la escena	71
Figura 6.25	Diagrama de paso de eventos para la asignación de comportamiento a la representación virtual del vaso de 100 ml de la escena.....	72
Figura 6.26	Diagrama de paso de eventos para la asignación de comportamiento a la representación virtual de la bureta del acidímetro de la escena	73
Figura 6.27	Diagrama de paso de eventos para la asignación de comportamiento a la representación virtual de las gotas de hidróxido de sodio	74
Figura 6.28	Esquema general del Centro Virtual de Capacitación.....	75
Figura 6.29	Pantalla principal del sistema.....	76
Figura 6.30	Interfaz gráfica que muestra el menú principal del sistema	76
Figura 6.31	Interfaz gráfica que muestra el módulo de información	77
Figura 6.32	Interfaz gráfica que muestra la convocatoria al curso.....	77
Figura 6.33	Interfaz gráfica que muestra la pantalla de registro	78
Figura 6.34	Producción virtual del CVC.....	78
Figura 6.35	Proceso general de elaboración de queso.....	79
Figura 6.36	Recorrido virtual por una planta elaboradora de productos lácteos	79
Figura 6.37	Diagrama de fabricación de queso Oaxaca con leche pasteurizada	81
Figura 6.38	Diagrama de árbol que muestra la estructura de navegación de las lecciones del curso de elaboración de queso Oaxaca	82
Figura 6.39	Curso: Elaboración de queso tipo Oaxaca	82
Figura 6.40	Interfaz gráfica correspondiente a la lección 10: Agitación.....	83
Figura 6.41	Presentación de la práctica "Determinación de acidez en la leche" en un mundo virtual.....	83
Figura 6.42	Página HTML que muestra un examen generado por un <i>Servlet</i>	84
Figura 6.43	<i>Chat Server</i> Infochat	85
Figura 6.44	Conferencias a través de <i>WebBoard</i>	86
Figura 6.45	Creación de nuevos foros por el administrador.....	87
Figura 6.46	Interfaz gráfica del boletín electrónico	87
Figura 6.47	Arquitectura del Sistema Computacional del CVC	89
Tabla 6.1	Asignación de trabajo grupal en el curso de elaboración de queso tipo Oaxaca.....	54
Tabla 6.2	Relación entre las tablas del modelo físico de datos y los ICOM's Del modelo funcional del sistema	62

RESUMEN

En este trabajo se presenta un prototipo de un ambiente virtual de capacitación para Internet, utilizando Realidad Virtual para ofrecer cursos con prácticas interactivas, con un diseño instruccional apropiado, que considera técnicas didácticas para trabajo en grupo, implementadas a través de un modelo de trabajo grupal. A manera de ejemplo, se desarrolla un sistema para un Centro Virtual de Capacitación en la elaboración de productos lácteos.

La Realidad Virtual se utiliza en este trabajo para generar escenas tridimensionales, cuyos objetos son modelos a escala, de la maquinaria y el equipo que tiene una planta típica de elaboración de productos lácteos, mostrando de manera integrada las descripciones correspondientes de los mismos.

Los mundos tridimensionales que se presentan en este trabajo, se desarrollaron con el lenguaje VRML (*Virtual Reality Modeling Language*). La programación de los comportamientos complejos que se requieren para hacer interactiva la práctica que se simula, se realizó con el lenguaje JavaScript.

En el sistema se presenta, mediante una escena 3D desarrollada con VRML, el acceso a todos los elementos que lo componen. Las Interfaces que muestran las explicaciones e instrucciones se desarrollaron con el lenguaje HTML (*HyperText Markup Language*).

Para generar las páginas *Web* dinámicas, mediante las cuales se deposita y consulta información en la base de datos del sistema, se utilizaron *Servlets*, los cuales son programas en Java con código SQL (*Structured Query Language*) incorporado.

El modelo de trabajo grupal propuesto en este sistema, se basa en un modelo de trabajo cooperativo simple, en el cual se considera un moderador (profesor) que asigna el trabajo y las técnicas a utilizar en las actividades grupales por parte de los participantes. Se implemento utilizando las herramientas de comunicación entre grupos (*chat*, foro, boletín electrónico, *email*) disponibles en Internet.

Mediante las herramientas de comunicación que se incorporaron al sistema, el usuario puede compartir experiencias con otros usuarios, solicitar y obtener asesoría del profesor (o de otros usuarios), así como participar en trabajos grupales a través de técnicas didácticas de trabajo en grupo. El profesor utiliza el foro para plantear discusiones en grupo y el boletín electrónico para depositar anuncios relacionados con los cursos exámenes, actividades, etc.

En el sistema, el alumno puede presentar exámenes para evaluar su aprendizaje, en caso de no obtener resultados satisfactorios, le permite realizar una retroalimentación. El profesor puede incorporar nuevos reactivos, crear nuevos cursos, así como asignar y evaluar el trabajo grupal, entre otras actividades.

En el sistema, se desarrolla como objeto de estudio, un curso sobre el proceso de elaboración del queso Oaxaca. Se presenta el material textual del curso, así como la maquinaria y el equipo de laboratorio involucrado en su elaboración. A manera de ejemplo, se presenta la

práctica de control de calidad correspondiente a la determinación de la acidez de la leche. El diseño instruccional del curso, se basó en el modelo de Dick y Carey.

El modelo funcional se desarrolló utilizando la metodología IDEFO y para el modelo lógico de datos la metodología IDEFIx, obteniéndose este último a partir del primero.

Este trabajo está estructurado como se indica a continuación. El planteamiento, la justificación, así como los objetivos así como las funcionalidades del sistema se presentan en el Capítulo 1.

La introducción a los conceptos básicos necesarios para la comprensión del VRML, así como sus antecedentes y capacidades se tratan en el Capítulo 2

En el Capítulo 3 se presenta un "estado del arte" sobre el papel que ha tenido la Realidad Virtual en las diferentes áreas de entrenamiento humano (capacitación, simuladores, líneas de manufactura, etc).

La descripción de las herramientas de diseño utilizadas para el desarrollo de este sistema, la metodología, las funcionalidades de los *Servlets* y la descripción del trabajo grupal, son presentadas en el Capítulo 4.

En el capítulo 5, se presenta el diseño instruccional del caso de estudio: "Curso de elaboración del queso Oaxaca", basado en la adaptación del modelo de Dick y Carey.

La arquitectura del sistema, el modelo funcional, la base de datos, la descripción de la asignación de comportamientos complejos a una escena, y las interfaces gráficas del sistema, se describen en el Capítulo 6.

Finalmente, en el Capítulo 7, se presentan las conclusiones y las líneas de trabajo futuro, que se derivan a partir de este trabajo.

CAPÍTULO 1

Introducción

Resumen

En este capítulo se presentan, los antecedentes, el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos generales y particulares del proyecto, así como las funcionalidades del sistema, los alcances del mismo y el objeto de estudio.

Objetivos

- Exponer los antecedentes
- Presentar el planteamiento del problema.
- Exponer la justificación del trabajo.
- Definir los objetivos generales y particulares de la tesis.
- Describir las funcionalidades del sistema.
- Definir los alcances del sistema.
- Exponer el objeto de estudio

1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad, la combinación de la computación y las redes de comunicaciones han dado origen al término de tecnologías de la información, las cuales están generando un gran impacto en la sociedad. Se prevé que en el presente siglo la sociedad actual pasará de una sociedad de la industrialización a una sociedad de la información [32]. En particular, la influencia de las tecnologías de información en la educación y capacitación es cada vez mayor.

La creciente capacidad de Internet al integrar bases de datos, lenguajes de programación como Java, JavaScript, C++, Perl, *Servlets*, CGI's (*Common Gateway Interface*), etc. con HTML, han propiciado el desarrollo de una gran cantidad de sitios que ofrecen educación y capacitación virtual [7], [9], [19].

Un sitio de capacitación virtual en línea, es un ambiente de servicios integrados en Internet, orientado a la transmisión de conocimientos, y al desarrollo de habilidades prácticas o manuales.

A partir de la integración de la Realidad Virtual con Internet (1997), se han creado sistemas, que permiten practicar en laboratorios o espacios virtuales, manipular objetos de las escenas tridimensionales, simular eventos o procesos; de manera tal, que el usuario adquiere una capacitación sistemática [26]. Algunos de estos sistemas permiten participar en tiempo real con otros usuarios, a través de sus representaciones *{avatares}*, discutir puntos de vista con otros usuarios de diferentes partes del mundo, participar de trabajos grupales, etc., [1], [3], [6], [26].

Con la incorporación de la Realidad Virtual a los proyectos de educación y capacitación por computadora a través de Internet, se han originado nuevos e innovadores sistemas. Entre los que se encuentra, el proyecto "EVA" (Espacios Virtuales de Aprendizaje) del Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional, en el cual se inspira este trabajo [10].

Otros sistemas, como el proyecto "Aulas virtuales" de la Universidad de Eafit Colombia, integra técnicas de Realidad Virtual para implementar aulas virtuales con grados de inmersión creciente, comenzando por interfaces tipo texto hasta llegar a interfaces tipo Realidad Virtual. La parte gráfica consiste de un mundo virtual compartido por varias personas, las cuales están representadas por sus *avatares* (representaciones tridimensionales) [2]. Este proyecto pretende ser una herramienta de apoyo a los diferentes procesos remotos de enseñanza aprendizaje de esa universidad.

En varias instituciones de investigación y educación superior en México, por ejemplo CI-CESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada), ITESM (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey), ITESO (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente), UTM (Instituto Tecnológico de México) UAG (Universidad Autónoma de Guadalajara), IPN (Instituto Politécnico Nacional) y UDLA-Puebla (Universidad de las Américas- Puebla), entre otras [8], [10], [15], [17], [18], [33], [34]; se desarrollan proyectos de investigación en Realidad Virtual, interacción humano-computadora, apoyo al trabajo de grupos, etc., a través de interfaces gráficas planas y

tridimensionales, los cuales ofrecen a los usuarios la oportunidad de adquirir instrucción y capacitación profesional utilizando redes de computadoras.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este trabajo, se plantea el desarrollo de un prototipo funcional de un sistema virtual de capacitación orientado a Internet, con escenas virtuales interactivas no inmersivas, para la realización de prácticas virtuales, así como instrumentos de evaluación y herramientas que permitan la comunicación entre los usuarios del sistema.

Desde el punto de vista técnico, el problema básico consiste en utilizar los lenguajes VRML, Java, JavaScript, HTML, así como la tecnología de los *Servlets* y herramientas de comunicación como correo electrónico, *chats*, boletín electrónico y foros; para generar escenarios virtuales de capacitación, interactivos y amigables, tanto para los alumnos como para los profesores; todo esto basado en un diseño instruccional adecuado.

Los lenguajes Java y JavaScript se utilizan para la asignación de comportamientos complejos a escenarios tridimensionales generados con VRML; así mismo, se utiliza la tecnología de los *Servlets* para la generación de páginas *Web* dinámicas, mediante las cuales se puede interactuar con bases de datos.

Cabe mencionar, que el funcionamiento de este tipo de sistemas requiere de una estructura computacional con capacidad suficiente de procesamiento y almacenamiento, pues VRML utiliza diseño vectorial tridimensional; esto significa que cuando se mueve un objeto en la escena, se genera la extrapolación de las coordenadas que definen al objeto en un sistema tridimensional, conservando las dimensiones previamente definidas, lo cual consume una gran cantidad de recursos del sistema (acceso a memoria, cálculo de operaciones matemáticas, etc.).

1.3 JUSTIFICACIÓN

El sistema que se desarrolla como producto práctico de este trabajo, es un prototipo que se puede utilizar para la educación y capacitación a distancia, a través de Internet, que en este caso se refiere a un Centro Virtual de Capacitación, para la elaboración de productos lácteos.

Aunque actualmente existen diversas herramientas para desarrollar escenas tridimensionales con comportamiento (como Geometry 3D [25], Maya [23], 3dStudio [37]), en la mayoría de ellas, solo se pueden generar escenas que se ejecutan de manera local. Para generar mundos virtuales en Internet, se utilizan, fundamentalmente los lenguajes VRML [20], OPEN GL [31] y JAVA 3D API [21].

Con el lenguaje Java 3D API, se pueden generar ambientes 3D con comportamientos complejos y generar aplicaciones distribuidas e independientes de la plataforma, para visualizarse en la Web. Sin embargo, no es común encontrar herramientas authoring que permitan generar escenarios tridimensionales para exportarlos a Java 3D API; además, su programación es más compleja que la del lenguaje VRML, lo que implica mayor inversión de tiempo y esfuerzo para el desarrollo de mundos 3D [21].

Por otra parte, el lenguaje OPEN GL [31], el cual se tomó como base para la especificación de VRML, aprovecha la capacidad de las tarjetas aceleradoras gráficas, para desplegar más eficientemente los mundos 3D que se generan con este lenguaje. Los ambientes virtuales son mostrados a través de un *browser*, como el PulsaPlayer [5], [24], el cual permite la interacción con el ambiente virtual mediante controles activados a través del *mouse*.

Aunque el OPEN GL es un lenguaje mediante el cual se pueden generar aplicaciones (ambientes virtuales) distribuidas, independientes de la plataforma, con capacidad de visualizarse en la Web, no es común encontrar herramientas *authoring* que apoyen el desarrollo de sistemas con este lenguaje; además, al igual que el Java 3D API, su programación es más compleja que la de VRML [31].

El lenguaje VRML es el estándar internacional para desarrollar ambientes de Realidad Virtual en Internet. A través de él, la programación de la animación de los objetos 3D se logra a partir de rutas predefinidas, permite la libre manipulación de los mismos a través del *mouse*; lo cual es una característica muy importante para generar escenas interactivas [4], [6], [16]. Asimismo, es un lenguaje de más alto nivel que el Java 3D API y el OPEN GL, lo cual simplifica la programación. Además, estos programas cumplen con las características fundamentales de los sistemas en Internet; ser distribuidos, independientes de plataforma y con capacidad de visualizarse en la *Web*.

Cabe mencionar que en VRML, la asignación de comportamientos complejos a los objetos de los mundos virtuales, se hace de manera nativa, mediante los lenguajes JavaScript y Java [4], [6]. Con otros lenguajes, como C++, es más complicado ya que implica el desarrollo de una interfaz para comunicarlos con VRML.

Para la programación de los comportamientos de algunos objetos que se utilizaron en las escenas virtuales, se utilizó el lenguaje JavaScript, ya que posee la potencialidad necesaria para implementarlos y, además, es más sencillo que en Java.

Actualmente, para el desarrollo de páginas *Web*, se utilizan los lenguajes HTML, XHTML y DHTML, mismos que presentan diversas características.

El lenguaje XHTML es un proyecto basado en el XML, para estandarizar la creación de páginas *Web* en Internet y para que estas puedan interpretarse igual en los diferentes *browsers* WWW (Netscape, Internet Explorer, Mosaic, etc), el cual incluye normas que deben tomarse en cuenta para generar un código estándar, que no se salga de las reglas gramaticales. Debido a la mayor complejidad que presenta su programación y a la falta de soporte de sus especificaciones por las versiones actuales de los *browser* WWW, se decidió no utilizarlo en el desarrollo del presente trabajo [11], [16], [35], [36].

El lenguaje DHTML, posee características que permiten generar páginas *Web* dinámicas [13], [14], con efectos especiales sensibles al *mouse* o al teclado, lo que hace más lenta la ejecución del sistema.

Por lo anterior, se decidió utilizar el lenguaje HTML, para desarrollar las páginas Web que se utilizan en este sistema.

Hasta hace poco, para la comunicación de páginas Web con bases de datos, sólo existían los CGI's (*Common Gateway Interface*). Los CGI's son script (desarrollados en PERL, C ++, VisualBasic, entre otros), que corren en el servidor y permiten tener acceso a bases de datos a través de páginas desarrolladas en HTML.

En este trabajo, la comunicación entre *Web* y la base de datos del sistema, se realizó a través de la tecnología de los *Servlets*, la cual surge al final de la década de los noventa. Los *Servlets* son programas en Java con código SQL incorporado, que se ejecutan en el servidor, mediante los cuales se puede acceder a bases de datos a través de páginas *Web*. Se prefirió a los *Servlets*, debido a que son más rápidos que los CGI's, consumen menos recursos y no necesitan recompilarse para cada plataforma. También trabajan de forma directa con las instrucciones de Get y POST de los formularios HTML [28], [29].

Para la implementación de técnicas didácticas en el trabajo grupal ("Esquemas conceptuales", "Lluvia de ideas", "Estudio de casos", "Círculo de calidad", "Diálogo"), es necesario contar con un sistema de comunicación entre los alumnos y profesores del curso.

Para implementar el modelo de trabajo grupal propuesto, se decidió utilizar las herramientas clásicas de comunicación en Internet (los servicios de foros, charlas, correo y boletín electrónico), pues éstas son libres y de uso común, lo cual facilita su utilización por los usuarios y reduce los costos de desarrollo [27]. Sin embargo, es importante considerar que estas tienen ciertas limitaciones comparadas con las desarrolladas con ambientes especializados de *groupware* y *workflow* como por ejemplo Lotus Notes Domino [22].

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo funcional de un ambiente virtual de capacitación para Internet, utilizando Realidad Virtual para ofrecer cursos con prácticas interactivas, con un diseño instruccional apropiado y que considere técnicas de trabajo en grupo.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desarrollar un curso que incluya la realización de una práctica interactiva virtual, asignando comportamientos complejos a los objetos 3D que representen al equipo utilizado en la misma, con trabajo grupal y procedimiento de evaluación, para que sirva de modelo para el desarrollo de otros cursos.
2. Representar, mediante Realidad Virtual, la maquinaria y equipo a la que hace referencia el curso, para obtener una mejor comprensión del mismo.
3. Desarrollar un mundo virtual a partir del cual se pueda acceder a los diversos servicios que ofrece el sistema: información general, cursos, salón de asesores y trabajo grupal.

-
4. Elaborar e implementar un modelo de trabajo grupal que permita la asesoría y el trabajo en equipo, en el curso que se presenta y en otros que se desarrollen.
 5. Crear un sitio virtual de capacitación para la elaboración de productos lácteos en Internet, que integre los medios de comunicación actuales con que cuenta la UAEH en el Instituto de Ciencias Agropecuarias: redes de computadoras, servicio y navegadores de Internet, visualizadores de mundos virtuales y herramientas de comunicación para grupos de trabajo.
 6. Contribuir al desarrollo de la educación a distancia vía Internet, en la UAEH, mediante el desarrollo de un prototipo que pueda utilizarse en el Sistema Universitario Abierto y a Distancia (SUAD).

1.5 FUNCIONALIDADES Y ALCANCES

El sitio *Web*, producto práctico principal de este trabajo, es esencialmente un ambiente virtual desarrollado con VRML, con escenas tridimensionales, que representan el modelo de un Centro Virtual de Capacitación en la elaboración de productos lácteos. Mediante recorridos virtuales, el usuario puede observar las características de la maquinaria y del equipo empleados en plantas reales.

Como objeto de estudio, se ofrece el curso de elaboración de queso tipo Oaxaca, cuyas lecciones están desarrolladas en lenguaje HTML. Éste, incluye a manera de ejemplo, la práctica interactiva de determinación de la acidez en la leche, la cual se desarrolla mediante el lenguaje VRML, a la que se le asignaron comportamientos complejos a través del lenguaje JavaScript, para hacerla más realista.

Dentro del módulo de evaluación, los alumnos tienen la posibilidad de resolver cuestionarios de opción múltiple, los cuales le permiten medir y evaluar los conocimientos adquiridos durante el curso. El sistema le informa al alumno que lecciones debe volver a realizar, tomando como base los resultados obtenidos; estos son registrados en la base de datos del sistema, lo cual permite conocer, entre otras cosas, a quién y a dónde se le debe dar o enviar eventualmente, constancias de acreditación.

El sistema también permite al profesor, agregar reactivos para generar exámenes, asignar trabajo grupal, dar de alta nuevas herramientas, proponer nuevas técnicas didácticas y evaluar las tareas grupales, entre otras actividades.

En este sistema, se implemento un modelo didáctico que permite que el usuario a través de técnicas grupales, participe activamente en el intercambio de ideas y opiniones que se generen en el grupo durante el desarrollo del curso.

1.6 OBJETO DE ESTUDIO: CURSO DE ELABORACIÓN DE QUESO TIPO OAXACA

En el sistema objeto de estudio, un curso de elaboración de queso Oaxaca, se encuentra organizado en dos etapas. En la primera, el usuario realiza el trabajo en forma individual,

transformación de la leche en queso. A través de una escena virtual se presenta el acceso a las lecciones correspondientes al curso; como se muestra más adelante en el capítulo 6. Para su desarrollo fue necesario recabar información del proceso, técnicas y metodologías, que se utilizan en la elaboración de este producto [12], [30]; así como desarrollar un diseño instruccional.

El curso consta de 18 prácticas, a manera de ejemplo, se desarrolla únicamente la práctica de determinación de la acidez de la leche de manera virtual; cabe mencionar que las otras 17 se presentan mediante el lenguaje HTML.

En la segunda, el usuario participa en trabajos grupales, comentando e intercambiando conocimientos y experiencias entre los participantes, asimismo obtiene asesoría de los expertos en la materia.

Utilizando la técnica de "Esquemas conceptuales" y a través de los foros, el usuario participa de los temas: "Elaboración de queso Oaxaca utilizando leche pasteurizada", "Elaboración de queso Oaxaca utilizando leche en polvo", "Elaboración de queso Oaxaca utilizando leche bronca". Además, aplicando la técnica de "Estudio de casos" y a través de los foros, el usuario propone problemas reales que tiene o ha encontrado en la elaboración de este tipo de queso, así como también participa en la solución de los mismos.

En los foros, el profesor plantea problemas reales a los alumnos como, por ejemplo: "¿Por qué al utilizar termófilos en lugar de mesófilos, el queso pierde elasticidad?", "¿Qué propiedades se alteran en el queso, cuando se elabora con leche acida?", "¿Qué factores alteran la vida de anaquel del queso?". Además, el profesor interroga a los alumnos, para conocer el grado de aprendizaje en temas específicos, aplicando la técnica de trabajo grupal de "Diálogo" a través del *chat*. Por ejemplo: "¿En qué momento se debe de descremar?", "¿Cuándo descremar?", "¿Qué ventajas y desventajas se tienen al utilizar termófilos o mesófilos?".

Los alumnos utilizan la técnica "Lluvia de ideas" a través del *chat*, para discutir temas típicos de la elaboración del queso Oaxaca. Por ejemplo: "¿Cómo lograr mayor vida de anaquel para el queso Oaxaca?", "¿Cómo detectar cuando un queso está elaborado con leche y cuando con grasas vegetales?", "¿Cómo retener mayor cantidad de agua en el queso Oaxaca?", etc.

El o los profesores, mandan vía *email*, temas para trabajos de investigación, aplicando la técnica de "Círculos de calidad", que deberán ser reportados por los alumnos también por *email*, y los resultados publicados en el boletín electrónico.

Referencias

- [1] *A DIVE: Distributed Interactive Virtual Environment, SICS*,
URL: <http://sics.se/dce/dive/onlineonline.html>
- [2] *Aulas virtuales*,
URL: http://sigma.eafit.edu.co/~virtualc/intro_esp.htm
- [3] Armenta, A., (2000), "*Asignación de Comportamiento Complejo a Componentes de Mundos Virtuales utilizando Java*", Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional.
- [4] Balladares, L., (2000), "*Ambiente CASE y Lenguaje Visual para la Asignación de Comportamiento Complejo a Mundos Virtuales VRML*", Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional.
- [5] *BMX3D pulsePlayer plugin*,
URL: <http://www.acclaimmaxsports.com/freestylebmx/bmx3d/pulse.html>
- [6] Brutzman, D., (1998), "*The Virtual Reality Modeling Language and Java*", Communications of the ACM: Java.
- [7] Burdea, G., (1994), "*VirtualReality Technology*", John Wiley & Sons.
- [8] *CICESE*,
URL: <http://www.geology.sdsu.edu/activities/cicese>
- [9] Cuevas, T. & Guerrero, R., (1997), "*Sistema Universitario Abierto y a Distancia*", Dirección de Educación Abierta y a Distancia de la UAEH.
- [10] *Espacios Virtuales de aprendizaje*,
URL: <http://eva.cic.ipn.mx>
- [11] *Extensible Markup Language (XML)*,
URL: <http://wwwwest.uniandes.edu.co/~l-arcirn/Spec.html>
- [12] Franco, J., (1998), "*Estandarización del proceso de fabricación del queso tipo Oaxaca, utilizando mezclas de cultivos iniciadores mesófilos y termófilos*", Tesis de licenciatura, Departamento de investigación en ciencias lácteas, ICAP-UAEH.
- [13] *HTML Dinámico (Dhtml)*,
URL: http://www4.pair.com/ashok/dhtml_basics_e.htm
- [14] *HTML Dinámico Lenguaje se Script*,
URL: <http://aleph.pangea.org/pacoc/manuales/dhtml1.htm>
- [15] *Interacción mediada por computadora*,
URL: <http://ict.udlap.mx/imc/imc-antec.html>
- [16] *Introducción a XML*,
URL: <http://people.debian.org/~nickl/xml.html>
- [17] *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey*,
URL: <http://itesm.mx>
- [18] *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente*,
URL: <http://www.gdl.iteso.mx/>
- [19] *Instrucción asistida por computadora*,
URL: <http://www.ucab.edu.ve/UCAB/Facultades/Humanidades/Escuelas/Educación/CIE/Becas/cai.html>
- [20] *ISO/IEC 14772-1:1997 "Virtual Reality Modeling Language (VRML97) "*,
URL: <http://vrml.org/Specifications/VRML97>
- [21] *Java 3D API spacification*,

-
- URL: <http://java.sun.com/products/java-media/3D/forDevelopers/j3dguide/j3dTOC.doc.html>
- [22] *Lotus Notes & Domino*,
URL: <http://www.sisdef.cl/lotus.htm>
- [23] *Maya animation 3D Artemis*,
URL: <http://www.arenadigital.net/new/maya.html>
- [24] *Pulse professional 3D authoring software*
URL: <http://www.pulse3d.com/>
- [25] *Raindrop Geometry 3D*,
URL: <http://www.geometry.com/products/studio>
- [26] *Realidad Virtual*,
URL: <http://exodus.dcaa.unam.mx/virtual/history1.html>
- [27] Rodríguez, J. (1999), "*Modelo de trabajo Grupal y evaluación en aprendizaje colaborativo personalizado asistido por computadora*", Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional.
- [28] *Servlets*,
URL: <http://servlets.com>
- [29] *Servlet Essentials*,
URL: http://www.novocode.com/doc/servlet_essentials/
- [30] Spreer, E., (1991), "*Lactología Industrial*", Ed. Acribia S.A., 2da Edición, España.
- [31] *The OpenGL Web Site*,
URL: <http://reality.sgi.com/opengl/>
- [32] Tiffin, J. & Rajasingham, L., (1997), "*En busca de la clase virtual*", Ed. Paidós, España.
- [33] *Universidad de las Americas, A.C.*,
URL: <http://www.udla.mx/>
- [34] *Universidad Virtual*,
URL: <http://virtual.utrn.mx>
- [35] *XHTML*,
URL: <http://www.acta.es/articulos/intro-xhtml.htm>
- [36] *XHTML, una llamada al orden para el html*,
URL: http://www.ramón.org/xml/articulos/intro_xhtml.html.htm
- [37] *3D Studio MAX Release 3*,
URL: <http://www2.discreet.com/products/products.html?prod=3dsmax>

CAPÍTULO 2

Realidad Virtual y VRML

Resumen

En este capítulo se describen los términos y conceptos básicos de la Realidad Virtual (VR), así como los conceptos principales de VRML, su historia y sus aplicaciones. Así mismo, se explican los mecanismos para la descripción y asignación de comportamientos complejos a los objetos de mundos virtuales.

Objetivos

- Presentar los términos y conceptos básicos de Realidad Virtual.
- Describir la evolución del VRML.
- Describir los mecanismos de asignación de comportamiento complejo a mundos virtuales.

2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

El concepto de Realidad Virtual es algo que no está completamente estandarizado. Para fines de este trabajo y siguiendo las definiciones dadas en [1], [3], [7], se entenderá que la Realidad Virtual es una tecnología que se utiliza para generar experiencias inmersivas mediante la computadora, para crear sensaciones similares o parecidas a las que el usuario experimenta en el mundo real.

La Realidad Virtual es en *tiempo real*; esto significa que los escenarios se calculan cada vez que hay cambios, permitiendo un grado de realismo que no proporcionan otras tecnologías, como la animación [8], [9], [13]. A continuación, se describen las características básicas de un sistema de Realidad Virtual.

- En primer lugar es *tridimensional*, los componentes del mundo virtual se muestran al usuario en las tres dimensiones del mundo real y los sonidos tienen efectos estereofónicos (dirección).
- También es *interactiva*, lo que permite al usuario manipular los objetos del universo virtual e interactuar con sus habitantes.
- Es *inmersiva*, coloca al usuario en el interior del mundo creado por la computadora, tratando de utilizar la mayor cantidad de los sentidos del usuario para crear la sensación de inmersión. Cabe mencionar que ésta característica no la tienen todos los sistemas de Realidad Virtual. En particular, no la tiene el sistema que se presenta en este trabajo.

La Realidad Virtual tiene muchas aplicaciones en áreas muy diversas. Entre las áreas donde más se aplica actualmente se encuentran, entre otras, las siguientes: Arquitectura, Química, Geología, Urbanismo, Economía, Ingeniería civil, Biomedicina, Anatomía, Astronomía, Física, Historia, Arte, Matemáticas, ocio, etc., [23], [25].

2.2 HISTORIA DEL *VIRTUAL REALITY MODELING LANGUAGE* (VRML)

Varios proyectos independientes aportaron los fundamentos para el surgimiento de un lenguaje de modelado de la Realidad Virtual.

En 1989, la empresa Silicon Graphics emprende un ambicioso proyecto de investigación, denominado *OPEN INVENTOR*, orientado a la construcción de un ambiente multiplataforma gráfico tridimensional y computarizado, con el objeto de ampliar la posibilidad de expansión de los gráficos tridimensionales en los principales mercados del mundo.

En 1994, Pesce y Parisi se interesan por la idea de una interfaz de naturaleza gráfica y tridimensional. Para tal efecto producen un prototipo inicial denominado *LABYRINTH*, presentando sus resultados en la Primera Conferencia Internacional sobre WWW, en febrero de 1994 [9]. En esa conferencia, se acuña el término "*Virtual Reality Markup language*", el cual, más adelante, se cambiaría a su nombre actual, a saber, "*Virtual Reality Modeling Language*" (VRML), [21], [16].

Durante el otoño de 1994, surge la inquietud en la industria informática por disponer de un lenguaje gráfico tridimensional que sirva de complemento al HTML, contribuyendo a resolver algunos de sus problemas y limitaciones.

La fuerza de trabajo en torno al VRML, se concentró en una lista de correo, donde los participantes llegaron a un consenso sobre los requerimientos para desarrollar la primera versión de VRML y discutieron las tecnologías existentes, antes de pronunciarse por la tecnología *Open Inventor*, de Silicon Graphics [22]. La primera versión de VRML surge en 1994.

Desde su inicio, el VRML fue diseñado para visualizar en tiempo real la tercera dimensión, en la WWW, utilizando para ello la misma tecnología utilizada por la Realidad Virtual, con la diferencia de generar experiencias no inmersivas. El VRML permite más grados de libertad, esto es, el usuario puede ahora moverse en tres diferentes direcciones y rotar en tres orientaciones, a la vez desplazarse, mediante hipervínculos, a otros espacios tridimensionales [22].

En mayo de 1997 aparece la nueva especificación de VRML, la cual se propuso con el nombre de *Moving Worlds* (Mundos en Movimiento), de Silicon Graphics® [5], pasando a ser el actual estándar oficial con el nombre de VRML 2.0. Aunque cabe mencionar que hubo una importante competencia entre Sun Microsystems® (*Holoweb*), Microsoft® (*Active VRML*), Apple (*Out of this World*) e IBM (*Reactive Virtual Environment*) [24].

La versión VRML 2.0, es mucho más sofisticada que la anterior, los objetos pueden tener comportamientos propios, especificados incluso con *Scripts* en otros lenguajes distintos (JavaScript, Java), lo cual le confiere una enorme flexibilidad [16]. Otro aspecto importante de esta versión es que potencia la interactividad del usuario con el entorno, se pueden definir sensores de posición, colisión, contacto, *etc.*, los cuales informan de lo que está haciendo el usuario para que los objetos puedan actuar en consecuencia.

En 1997 fue desarrollado el estándar internacional VRML97, basado en VRML 2.0 [12], por el *Joint Technical Committee* [20] de ISO [19] e IEC [18], en colaboración con el *VRML Consortium* (actualmente *Web3D*) [26].

Actualmente, se está debatiendo una propuesta de Silicon Graphics llamada *Living Worlds* (mundos vivientes) para VRML 3.0, cuya principal característica es la creación de un entorno para múltiples usuarios, representados cada uno de ellos por su avatar (representación humana) correspondiente [15].

2.3 VRML : CONCEPTO Y TÉCNICAS BÁSICAS

VRML es un lenguaje abierto y extensible, estandarizado para la industria, orientado a la descripción de escenas o mundos 3D, que permite la autoría y visualización de mundos tridimensionales distribuidos e interactivos, enriquecidos mediante la incorporación de texto, imágenes, animación, sonido, música e incluso vídeo [26].

Típicamente, los mundos virtuales están compuestos por una escena que contiene un conjunto de objetos gráficos, con condiciones ambientales (luz y sonido) y por sensores (de proximidad, colisión contacto, *etc.*).

Los mundos virtuales pueden transmitirse y visualizarse mediante algún navegador o *browser* VRML el cual se ejecuta como *plug-in* sobre un *browser* WWW o como una aplicación *stand-alone*. Cuando se ejecuta como un *plug-in* de un *browser* WWW, la comunicación entre ellos es a través de un API (*Application Program Interface*), como se muestra en la figura 2.1.

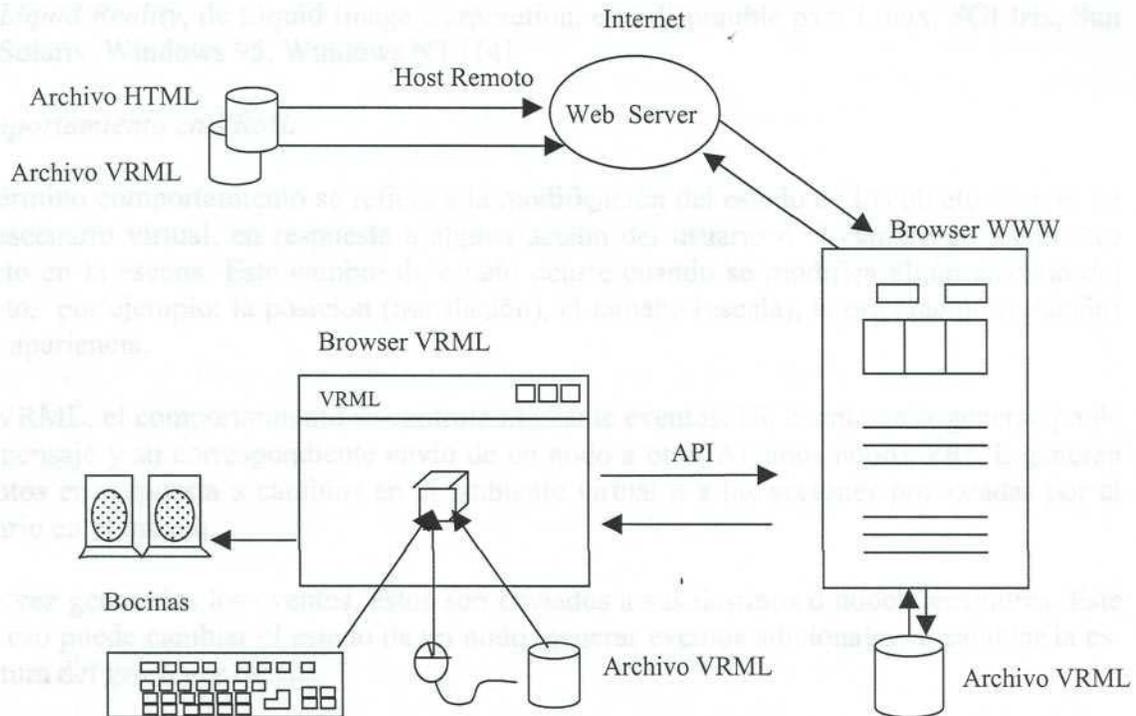


Figura 2.1 Esquema funcional del navegador VRML y WWW.

El *browser* o navegador VRML proporciona primitivas de navegación, que en el ambiente virtual simulan el caminar, volar, rotar, *etc.*, las cuales permiten al usuario mover el visor a través del mundo virtual. Además de la navegación, el *browser* proporciona un mecanismo que permite al usuario interactuar con el mundo, mediante acciones del ratón.

El mundo es desplegado como si se experimentara desde una ubicación en particular, esta posición y orientación en el mundo se conoce como visor o punto de vista del usuario.

Algunos de los navegadores de VRML más comunes que se encuentran disponibles en Internet, son los siguientes:

- *Active VRML*, de Microsoft [2].

-
-
- *Cosmo Player*, de Silicon Graphics. Soporta las especificaciones VRML 2.0 y está disponible para Windows 95 y NT [6].
 - *Cyber Passage 2.0* (Beta 2) de la empresa Sony. Soporta las especificaciones VRML 2.0 y está disponible para Windows 95 y NT [17].
 - *WorldView 1.0* (Beta 3), de la empresa InterVista y está disponible para Windows 95 y NT [11].
 - *Liquid Reality*, de Liquid Image Corporation, está disponible para Linux, SGI Irix, Sun Solaris /Windows 95, Windows NT [14].

Comportamiento en VRML

El término comportamiento se refiere a la modificación del estado de los objetos dentro de un escenario virtual, en respuesta a alguna acción del usuario o al cambio de algún otro objeto en la escena. Este cambio de estado ocurre cuando se modifica algún atributo del objeto, por ejemplo: la posición (translación), el tamaño (escala), la orientación (rotación) o su apariencia.

En VRML, el comportamiento se controla mediante eventos. Un evento es la generación de un mensaje y su correspondiente envío de un nodo a otro. Algunos nodos VRML generan eventos en respuesta a cambios en el ambiente virtual o a las acciones provocadas por el usuario en el mismo.

Una vez generados los eventos, estos son enviados a sus destinos o nodos receptores. Este proceso puede cambiar el estado de un nodo, generar eventos adicionales, o cambiar la estructura del *grafo* por escena.

El comportamiento puede ser tan sencillo como encender una luz con un *click* del ratón o tan complejo, como el cálculo de la trayectoria de un misil teleguiado.

El modelo general de comportamiento en VRML se describe en la sección 6.5 del capítulo 6

Comportamiento simple

En el comportamiento simple, el cual es propio de VRML, los cambios en el estado de los objetos, dependen, exclusivamente, de eventos internos generados por nodos descritos dentro del programa VRML, sin la intervención de ningún lenguaje ajeno a este.

La propagación de los eventos se realiza enrutando o dirigiendo los eventos de un nodo a otro. De ésta forma, un solo evento puede generar lo que se conoce como "cascada de eventos", la cual va generando respuestas o cambios en los nodos a los que se va dirigiendo. Algunos de estos nodos son: *VisibilitySensor*, *ProximitySensor*, *Collision*, *TouchSensor*, *PlaneSensor*, *SphereSensor*, *CylinderSensor*, *TimeSensor*, *PositionInterpolator*, *OrientationInterpolator* [10].

Comportamiento Complejo

El comportamiento complejo es aquel en el cual los cambios en el estado de los objetos dependen de un programa escrito en un lenguaje ajeno a VRML. Esto se requiere para movimientos complejos como el de mover un objeto a lo largo de una trayectoria definida por una ecuación matemática, lo cual no puede realizarse dentro de VRML.

VRML brinda el soporte para el uso de Java y JavaScript como lenguajes de comportamiento, esto se realiza utilizando el VRML API, en donde se definen todas las clases para acceder a los nodos de VRML [7]. Las interfaces entre VRML, Java y JavaScript, se llevan a cabo a través del nodo *Script*, un manejador de eventos, convención para nombres DEF/USE, y ROUTES conectando los nodos y los campos en la escena [4].

La principal dificultad que presenta el comportamiento complejo descrito en Java, es la programación de la interfaz de comunicación entre VRML y Java. Cada vez que se desea comunicar un programa en VRML con Java, se tiene que escribir el código necesario para conectar ambos lenguajes para la aplicación específica.

Java añade todas las posibilidades de programación además de brindar un acceso casi transparente a la red, haciendo a VRML completamente funcional y portable [3]. La característica más importante de Java para ser usado como lenguaje de implementación de los *Scripts*, es su independencia de plataforma y su capacidad de desarrollar aplicaciones distribuidas, lo cual es congruente con la filosofía de VRML y de la WWW [4].

Referencias

- [1] Adam, J., (1993), " *Virtual Reality is for Real*", IEEE Spectrum(10).
- [2] *Active VRML*,
URL: http://www.knowledgestor.com/info/com.g2news_csn_147_09.html
- [3] Bayarri, S., Fernández, M. & Pérez, M., (1996), " *Virtual Reality for Driving Simulation*", Communications of the ACM: Virtual Reality.
- [4] Brutzman, D., (1998), " *The Virtual Reality Modeling Language and Java*", Communications of the ACM: Java.
- [5] *Cosmo Worlds, Sillicon Graphics Inc.*,
URL: <http://www.cosmosoftware.com/products>
- [6] *Cosmo Software, Cosmo Player*,
URL: <http://cosmo.sgi.com>
- [7] Fisher, S. & Fraser, G., (1996), " *The Virtual Brewery Adventure*", ACM-SIGGRAPH: Computer Graphics FOCUS: "Real Virtual Reality SIGGRAPH '96", Slide Sets.
- [8] Gigante, M., Earnshaw, R. & Jones, H., (1993), " *VirtualReality: Definitions, History and Applications in Virtual Reality System*", Academic Press Ltd - Harcourt Brace & Company.
- [9] Herrera, C, García, V. & Romero, R., " *Realidad Virtual: Antecedentes*",
URL: <http://members.tripod.com/~ixjordana/Rvantec.htm>
- [10] Hartman, J. & Wernecke, J., (1996), " *The VRML 2.0 Handbook*", Addison Wesley.

-
- [11] *Intervista software, Inc.*,
URL: <http://www.gsync.inf.uc3m.es/Miacho/VRML/visores.html#WorldView>
- [12] *ISO/IEC 14772-1:1997 VirtualReality ModlingLanguage (VRML 97)*,
URL: <http://www.vrml.org/Specifications/VRML97>
- [13] Johnson, G., (1996), "*Narrowbody Aircraft Interior Desing System*", ACM-SIGGRAPH: Computer Graphics FOCUS: "Real Virtual Reality SIGGRAPH '96", Slide Sets.
- [14] *LiquidReality (Dimensión X)*,
URL: <http://www.dnx.com/products/lr/index.html>
- [15] *Living Worlds Workgroup*,
URL: <http://www.vrml.org/WorkingGroups/living-worlds/>
- [16] Quintero, R., (1999), "*Asignación de comportamiento complejo a mundos virtuales VRML utilizando C++*", Centro de investigación en computación, IPN, México.
- [17] *Sony Corporation*,
URL: <http://vs.sonv.co.jp/VS-E/vstop.html>
- [18] *The International Electrotechnical Commision*,
URL: <http://www.iec.ch>
- [19] *The International Organization for Standarization*,
URL: <http://www.iso.ch>
- [20] *The Joint Technical Committee*,
URL: <http://www.iso.ch/meme/JTCl.html>
- [21] *The VRML Consortium*,
URL: <http://www.vrml.org>
- [22] *VRML 2.0 specification*,
URL: <http://vag.vrml.Org/VRML2.0/DRAFT1/spec.main.html>
- [23] *VRML*,
URL: http://iaz.com/iaz/cad/curso_vrml/entrega02.html
- [24] *VRML Architecture Group*,
URL: <http://www.vrml.org/vag>
- [25] *Web3D*,
URL: <http://www.wmaestro.com/web3d/>
- [26] *Web3D Consortium*,
URL: [http:// www.sdsc.edu/vrml](http://www.sdsc.edu/vrml)

CAPÍTULO 3

Centros virtuales de capacitación

Resumen

En este capítulo se realiza un análisis de los sitios en Internet que contienen aplicaciones desarrolladas con técnicas de Realidad Virtual, los cuales utilizan herramientas de trabajo en grupo, evaluación, prácticas interactivas y ambientes virtuales con VRML, similares a los utilizados en este trabajo. Así mismo, se comparan las diferencias entre dichos trabajos y el que se presenta en esta tesis. Con el propósito de facilitar el análisis y la comparación se describen las funcionalidades generales que tienen los centros virtuales de capacitación en Internet.

Objetivos

- Realizar un análisis de los principales sitios en Internet, que contienen aplicaciones desarrolladas con técnicas de Realidad Virtual, conceptos y herramientas de trabajo en grupo, similares a los presentados en este trabajo.
- Describir las funcionalidades generales de algunos de los centros virtuales de capacitación existentes en Internet.
- Mostrar las diferencias y similitudes que existen entre los principales trabajos en capacitación virtual en Internet, con el Centro Virtual de Capacitación que se presenta en este trabajo.

3.1 EL CONCEPTO DE CENTRO VIRTUAL DE CAPACITACIÓN

Para fines de este trabajo un Centro Virtual de Capacitación es un ambiente integrado por servicios en Internet, mediante el cual se pueden transmitir, adquirir y evaluar conocimientos tanto teóricos como prácticos. Además este tipo de ambientes deben de utilizar herramientas que permitan el trabajo en grupo.

La idea general de este tipo de ambiente se representa gráficamente en la figura 3.1.

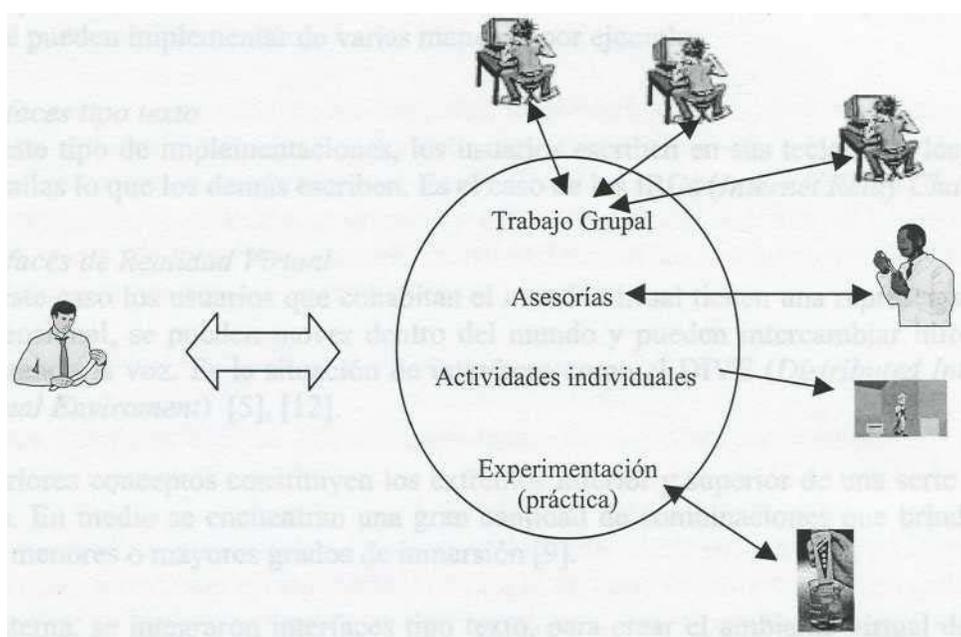


Figura 3.1 Características del Centro Virtual de Capacitación orientado a Web.

El concepto de Centro Virtual de Capacitación introduce cambios radicales, tanto en el modo de producir conocimiento como en la forma de adquirirlo.

La experimentación virtual en Internet para que sea realista, implica, de una u otra manera la utilización de técnicas de Realidad Virtual.

En este trabajo, las escenas tridimensionales muestran la maquinaria y equipo de laboratorio que se utilizan en un curso como el propuesto.

Todo el material del curso, se presenta en forma textual y a manera de ejemplo, se presenta una práctica, en un ambiente virtual con escenas tridimensionales, donde al alumno, siguiendo las instrucciones textuales de esta, es capaz de realizarla en el mundo virtual, manipulando los objetos de la escena; conociendo de esta manera, las técnicas que se utilizan

en el mundo real, de tal forma que el alumno adquiere conocimientos a través de explicaciones textuales, y experimentación en ambientes virtuales tridimensionales.

En lo que se refiere al trabajo en grupo, el sistema desarrollado en este trabajo, considera el concepto Ambiente Virtual para Trabajo en Grupo [10], como aquel, en el cual varias personas a través de sus computadoras, interactúan en un mundo virtual, buscando un objetivo común [12]. En este contexto, mundo virtual significa, un espacio generado por computadora, que permite interacción a distancia de varios usuarios por medio de computadoras, comunicados a través de la red. La interacción puede ir desde el intercambio de ideas escritas, hasta la cohabitación en espacios tridimensionales, con la posibilidad de movimiento e intercambio de voz [8].

Desde el punto de vista de la interfaz de usuario, los Ambientes Virtuales para Trabajo en Grupo, se pueden implementar de varias maneras, por ejemplo:

- *Interfaces tipo texto*
En este tipo de implementaciones, los usuarios escriben en sus teclados y leen en sus pantallas lo que los demás escriben. Es el caso de los IRCs (*Internet Relay Chats*).
- *Interfaces de Realidad Virtual*
En este caso los usuarios que cohabitan el mundo virtual tienen una representación tridimensional, se pueden mover dentro del mundo y pueden intercambiar información utilizando la voz. Es la situación de interfaces como el DIVE (*Distributed Interactive Virtual Environment*) [5], [12].

Los anteriores conceptos constituyen los extremos inferior y superior de una serie de posibilidades. En medio se encuentran una gran cantidad de combinaciones que brindan a los usuarios menores o mayores grados de inmersión [9].

En el sistema, se integraron interfaces tipo texto, para crear el ambiente virtual de trabajo en grupo, por ejemplo, con el IRC que permite la comunicación a distancia, en tiempo real, interactivamente y con más de un usuario, se crea un foro de discusión síncrona basado en la idea de habitaciones virtuales donde se llevan a cabo discusiones sobre temas concretos y en los que el participante puede intervenir y/o "escuchar" libremente. Se emplea fijando una hora y día para que todos los integrantes del grupo puedan participar. Es importante señalar que este instrumento se utiliza en Internet, más para fines de ocio que en el campo de la educación o aprendizaje.

Las técnicas de trabajo grupal, Lluvia de ideas, Diálogo, Esquemas conceptuales, Caso de estudio y Círculos de calidad, se implementan a nuestro ambiente mediante el foro, el *chat*, el boletín y el correo electrónico.

3.2 AMBIENTES VIRTUALES TRIDIMENSIONALES EN INTERNET

La creciente capacidad de Internet, las bases de datos distribuidas y la integración de lenguajes de programación como Java, JavaScript, C++, VRML, Perl, *Servlets*, CGFs, etc., han propiciado el desarrollo de muchos sitios que utilizan Realidad Virtual y herramientas que permiten el trabajo en grupo.

En la actualidad, se habla de VRML como la siguiente tecnología predominante en la *Web* y, frecuentemente, se encuentran cada vez más sitios que contienen ambientes virtuales tridimensionales [1]. A continuación, se describen los campos de aplicación más importantes en los que se han desarrollado ambientes de este tipo.

Demostración de productos

En la actualidad la *Web* es generalmente utilizada para desplegar catálogos con hojas de especificaciones y diferentes tipos de literatura publicitaria. Con la explosión del comercio electrónico, en la *Web* se han encontrado nuevas aplicaciones, como por ejemplo la visualización física de productos ya sea para la venta en línea o para su demostración [14], [23].

Anuncios publicitarios {*banners*}

Hasta hace poco, era común que las campañas de publicidad en la *Web*, utilizarán *banners* planos o imágenes anidadas para atraer a los internautas a sus sitios. Estos *banners* entregan poca información y su transferencia puede llegar a ser muy lenta. Con VRML es posible generar animaciones de mayor impacto y de menor tamaño. Además, el hecho de que la animación se realice en un ambiente tridimensional provee de mucho mayor información al usuario, logrando esta técnica un mayor impacto publicitario [22].

Arquitectura

Desde hace tiempo la *Web* ha sido el nuevo medio aprovechado por arquitectos y agencias constructoras para mostrar sus proyectos e ideas a sus clientes. Hasta ahora, la forma convencional de hacerlo ha sido a través de imágenes y planos que muestran sus proyectos como en los medios tradicionales. Desafortunadamente, el utilizar un medio bidimensional para visualizar un espacio tridimensional resulta la mayoría de las veces poco efectivo, y no provee la oportunidad de verdaderamente experimentar con el espacio que se trata de modelar. Con el uso de VRML estos problemas se eliminan, permitiendo al usuario visualizar la parte interior del edificio. La interacción permite al visitante modificar variables como colores, formas, texturas, luces o posiciones para visualizar al máximo los ambientes en construcción, incluso antes de colocar la primera piedra [20].

Comercio electrónico

A través de centros comerciales virtuales, VRML provee de nuevas opciones para que el comerciante llegue a su público. Ahora los usuarios conectados en línea pueden acceder a centros comerciales ubicados en cualquier lugar del mundo, pasear entre las tiendas, visualizar los productos para comprarlos o interactuar con otros compradores o vendedores [25],

Se ha traspasado las fronteras y el concepto de "entrega a domicilio" se ha complementado con "visita desde tu domicilio". Adicionalmente, a través del intercambio digital de datos, se puede saber quién visita qué y cuándo, además, qué necesita y cómo lo quiere, sin importar en que parte del mundo se encuentre [13], [23].

Laboratorios virtuales

Laboratorios virtuales

VRML puede ser un medio para simular muchos tipos de procesos, a través de la asignación de comportamientos complejos con Java o JavaScript. Así mismo, es posible observar el comportamiento de una molécula definida a través de una ecuación matemática o la deformación que sufre un coche a determinada velocidad en un choque [11], [24].

Entretenimiento

Uno de los campos, donde las escenas tridimensionales se han potencializado, es en el de los juegos, los cuales explotan la característica de la animación para dotar de interactividad a las escenas tridimensionales [22].

Educación y capacitación

La educación, la capacitación y el adiestramiento, se están beneficiando de las potencialidades que presenta VRML, debido a que las interfaces gráficas tipo texto, se están reemplazando paulatinamente por interfaces tipo Realidad Virtual, presentando a los usuarios, modelos tridimensionales que apoyan didáctica y pedagógicamente la transferencia de conocimientos a través de Internet [3], [16], [18], [24].

3.3 SITIOS VIRTUALES DE CAPACITACIÓN EN INTERNET

En esta sección se presentan los ambientes virtuales de capacitación en Internet, que se consideraron se apegan más al modelo del Centro Virtual de Capacitación que se describe en la sección anterior.

Espacios Virtuales de Aprendizaje (EVA-IPN)

En el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional, se está desarrollando el proyecto de investigación Espacios Virtuales de Aprendizaje (EVA), el cual introduce ideas novedosas, para desarrollar nuevas y variadas formas de enseñanza, de aprendizaje y de colaboración para grupos de trabajo. Considera de manera integrada los cuatro elementos básicos del aprendizaje, a saber, el conocimiento, la experimentación, la asesoría y el trabajo en grupo.

En el concepto EVA, el alumno no aprende solo ni tampoco decide por sí mismo los materiales específicos que utilizará, por lo que no es autodidacta. EVA es un ambiente virtual mediante el cual las personas obtienen todos los medios necesarios para el aprendizaje. El alumno que ingresa a este sitio, navega por rutas (planes de estudio) que le son sugeridas de manera automática por EVA, quien también lo pone en contacto con los asesores que le apoyarán a adquirir en forma adecuada sus conocimientos. En este sentido EVA guía, orienta y evalúa al usuario en el proceso de aprendizaje. Implementa la educación basada en competencias [7].

Los Espacios Virtuales de Aprendizaje, es un nuevo paradigma de enseñanza/aprendizaje, sucesor del concepto de Universidad Virtual, para impartir a distancia los posgrados y acti-

vidades de extensión del Centro de Investigación en Computación (C.I.C.) y de otras universidades públicas. Cabe mencionar que EVA, utiliza VRML, para presentar escenas virtuales y un modelo de trabajo tipo colaborativo [7].

Aulas Virtuales en la Universidad EAFIT (Colombia)

La Universidad EAFIT de Colombia, ha desarrollado e implementado un sistema llamado "Aulas Virtuales", cuyo objetivo es la capacitación a distancia, comenzando por interfaces tipo texto hasta llegar a interfaces tipo Realidad Virtual, utilizando VRML.

El proyecto aulas virtuales explora el uso de Entornos Virtuales Compartidos, como herramientas de soporte para la educación a distancia.

En este proyecto se han desarrollado varias representaciones de Aulas Virtuales, brindando la flexibilidad para que se adapten a la disciplina que se enseña y al nivel de tecnología que posee la institución, midiendo el grado de apoyo de las diferentes aulas virtuales a procesos remotos de enseñanza - aprendizaje. Se ha desarrollado un producto de uso general (se puede utilizar para "dictar" cualquier curso teórico) y fácil de implementar (no se requiere de programación ni de diseño de complejos mundo virtuales) [2].

El aula virtual está construida utilizando las librerías gráficas de OpenGL para Win32, lo cual permite crear un código más independiente del fabricante y aprovechar la rapidez de despliegue de las tarjetas aceleradoras 3D. La parte gráfica consiste en un mundo virtual compartido por varias personas a través de sus representaciones virtuales (*avatares*), las cuales pueden moverse libremente dentro del mundo y ver las representaciones tridimensionales de los demás participantes.

Las personas accesan a un mundo virtual que simula un aula, donde disponen de un tablero para hacer dibujos que apoyan sus ideas y un proyector de acetatos virtual para compartir imágenes disponibles. Adicionalmente, los miembros del aula pueden expresar a los demás su estado de ánimo, mediante iconos gráficos tridimensionales. De forma similar, los alumnos pueden indicarle al profesor el deseo de hablar, levantando la mano de su correspondiente avatar.

EDUBA

El proyecto EDUBA, forma parte del programa PLANBA (Plan Nacional de Banda Ancha) de la Dirección General de Telecomunicaciones de España. Se ha desarrollado en el Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos de la Universidad Politécnica de Madrid, España. El proyecto se ha implementado para que sea accesible vía WWW. El objetivo fundamental del proyecto es el diseño, desarrollo y experimentación de un prototipo de entorno de enseñanza a distancia para redes de banda ancha [6]. Cabe mencionar que en su desarrollo no utilizan Realidad Virtual.

El sistema desarrollado tiene las siguientes características:

Teleenseñanza: Crea un aula virtual con conexión de estaciones remotas entre profesor y alumnos, intercambiando voz e imagen de los participantes, transparencias, audio y vídeo de forma interactiva.

Teleasistencia: Conexión en tiempo real uno a uno entre la estación del profesor y las de los alumnos, para la supervisión del trabajo individual y la asesoría personalizada.

Teleconferencia: Establecimiento de una "reunión virtual" para el trabajo en grupo.

Autoestudio: Biblioteca de materiales de estudio multimedia.

Este proyecto también integra en su sistema, herramientas de comunicación asíncrona, como foros, pizarras, boletín electrónico, entre otros, para el seguimiento permanente de los trabajos del grupo.

UBANET

UBANET Campus Virtual, constituye una oferta integral de formación y capacitación profesional [15], definida centralmente a partir de las siguientes características:

- Programas completos.
- Certificados otorgados por la Universidad de Buenos Aires.
- Ofertas flexibles de estudio, de acuerdo con la propia disponibilidad de tiempo, las necesidades laborales y las posibilidades económicas de cada uno.
- Propuestas didácticas orientadas a favorecer la comprensión y el desarrollo de estrategias laborales.
- Enfoque práctico e interactivo, ameno y amistoso.
- Actividades y evaluaciones que favorecen el proceso de aprendizaje.
- Tiempo mínimo de conexión a Internet.
- Sistema de comunicación síncrono (*chai*) y asíncrono (foros, correo electrónico, videoconferencia).

Centro Virtual de formación del directivo

Este sitio presenta la posibilidad de capacitarse como directivo de una empresa, ofreciendo cursos a través de Internet bajo el paradigma AVC (Ambientes Virtuales Colaborativos). El trabajo colaborativo, lo implementa a través de un sistema de comunicación síncrona y asíncrona, a través de foros, *chats* y videoconferencia. La entrega de trabajos individuales lo implementa a través de correo electrónico [4].

La interfaz gráfica se presenta en dos partes, una pública, donde los usuarios pueden acceder a un curso demostrativo y a una parte privada, donde sólo los registrados pueden hacer uso de ella.

La parte pública presenta, los requisitos que debe tener el sistema para que funcione adecuadamente, una lista de cursos que ofrecen, explicando el objetivo de cada uno de ellos, un listado de los usuarios inscritos, así como su correo electrónico y lugar de procedencia.

Este sistema no utiliza Realidad Virtual, presenta un sistema de evaluación, es de carácter comercial y es administrado por una sociedad privada.

VRL the University of Michigan

El laboratorio de Realidad Virtual del Colegio de Ingeniería de la Universidad de Michigan, presenta una serie de proyectos realizados con VRML, donde muestran las potencialidades que pueden tener los mundos de Realidad Virtual presentados a través de Internet [19]. Dichos proyectos, no están ligados a páginas Web y sólo muestran aplicaciones que pueden realizarse utilizando VRML. A continuación se presentan los proyectos más relevantes de este laboratorio.

El *Virtual Simulation of Ship Production Processes* [21], es un proyecto diseñado en VRML 2.0. A través de diversos puntos de vista, se presenta al usuario la simulación del proceso de producción de las partes que intervienen en el ensamble de un proceso de manufactura de piezas mecánicas. En el sitio solo se puede navegar utilizando los puntos de vista definidos por el sistema. Se observa el mundo tridimensional, pero no se puede cambiar el orden de los objetos, ni intervenir en la simulación del proceso.

El objetivo del proyecto *Robots in Manufacturing*, fue crear una serie de robots, con animaciones previamente definidas, (girar una palanca, avanzar completo girar la mitad del cuerpo y mover un brazo, entre otras). Los robots virtuales, con un movimiento específico, se ofrecen, para utilizarlos en mundos virtuales, con el fin de colocarlos en un proceso de manufactura [14].

Enseñanza Virtual en la Universidad de Siracusa

La Universidad de Siracusa, a través de su departamento de física [18], ha desarrollado una serie de modelos en VRML 2.0, para apoyar la formación que dan a sus estudiantes en esta área.

El complejo concepto de los campos magnéticos, la comprensión de las leyes de Ampere o Biot Savar, la concatenación de los flujos magnéticos, campos magnéticos giratorios en un motor eléctrico, son algunos de los temas que se modelaron con Realidad Virtual, para una mejor comprensión de los mismos.

Las escenas en VRML, presentadas por el sistema, solo permiten manipular el mundo a través de los controles del *browser* de VRML, utilizando animación previamente definidas.

Universidad Virtual del Sistema Tecnológico de Monterrey

El Sistema Tecnológico de Monterrey, incluye la modalidad de Universidad Virtual. En esta modalidad ofrece cursos de posgrado. Cuenta con un sistema de Red que permite aplicar la modalidad de ambientes virtuales colaborativos. Tiene una infraestructura que permite a los alumnos compartir opiniones en tiempo real a través de foros, charlas, videoconferencias, correo de voz, un sistema de red distribuido que permite contar con una serie de asesores por todo el mundo. Algunas de sus características son:

- Teleenseñanza
- Teleasistencia
- Teleconferencia

Cabe mencionar que no todos sus cursos son totalmente virtuales, algunos de ellos contienen actividades presenciales y sí utiliza VRML en la generación de conocimiento [17].

3.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS CENTROS VIRTUALES DE CAPACITACIÓN

Algunos de los sitios en Internet que ofrecen capacitación virtual, no presentan en su interfaz gráfica escenas tridimensionales diseñadas con VRML, otros utilizan algunas de las herramientas que los hacen ambientes virtuales colaborativos, y otros simplemente son un listado de manuales o tutoriales en HTML.

En la tabla 3.1 se sintetizan los resultados de un análisis cualitativo de los sitios considerados y se compara con las que posee el Centro Virtual de Capacitación para la elaboración de productos lácteos, considerando su facilidad de utilización, al nivel de explotación de las características de VRML y a la utilización de herramientas para el trabajo en grupo.

Como se observa, cinco sistemas muestran escenas de Realidad Virtual, las cuales tienen diferentes grados de interacción. La ventaja que presenta el sistema desarrollado en este trabajo, es la manipulación de los objetos siguiendo un orden didáctico, contribuyendo al logro del objetivo del diseño instruccional del sistema.

La mayoría de los proyectos analizados, tienen integrado un sistema de comunicación, síncrono o asíncrono (*chats*, foros, *email*, boletín electrónico o videoconferencias), pero sólo dos de ellos los utilizan de igual forma que en el sistema práctico producto de este trabajo, en la aplicación de técnicas de trabajo grupal, a saber, el proyecto EVA del IPN y la Universidad virtual del ITESM.

Tabla 3.1 Análisis comparativo de los Centros Virtuales de Capacitación.

Sitio	Escenas Tridimensionales en VRML	Actividades Presenciales	Cursos a distancia vía Internet.	Evaluación vía Internet	Charlas	Foros	Email	Boletín Electrónico.	Video conferencia.
Espacios Virtuales de Aprendizaje (EVA) Aulas Virtuales	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aulas Virtuales EAFIT	X		X	X	X		X		
EDUBA			X	X	X	X	X	X	X
Ubanet			X	X	X	X	X	X	
Enseñanza Virtual en la Universidad de Siracusa	X		X	X			X		
Centro Virtual de formación del directivo		X	X		X	X	X		
VRL the University of Michigan	X		X				X		
Universidad Virtual del Sistema Tecnológico de Monterrey.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Centro Virtual de Capacitación en la Elaboración de Productos lácteos	X		X	X	X	X	X	X	

Referencias

- [1] *Activamente*,
URL: <http://www.activamente.com>
- [2] *Aulas Virtuales*,
URL: http://sigma.eafit.edu.co/~virtualc/intro_esp.htm
- [3] *Centro Virtual de Capacitación*,
URL: <http://www.utp.ac.pa/cvc/>
- [4] *Centro Virtual de Formación Directivo*,
URL: <http://www.ifo.es/Ifo60000/Ifo66002.asp?PVCodCurso=89&LVPerfil=alumno>
- [5] *DIVE: Distributed Interactive Virtual Environment, SICS*,
URL: <http://sics.se/dce/dive/onlineonline.html>
- [6] *Educational project*,
URL: <http://www.uba.uva.nl/en/projects/edu.html>
- [7] *Espacios Virtuales de Aprendizaje*,
URL: <http://eva.cic.ipn.mx/>
- [8] Gutwin, C. & Star, G., (1995), "Support Workspace Awareness in Educational Groupware", Proceedings of CSCL 95, ind.
- [9] *Instrucción asistida por computadora*,
URL: <http://www.ucab.edu.ve/UCAB/Facultades/Humanidades/Escuelas/educación/CIE/Becas/cai.html>

-
- [10] Rodríguez, J., (1999), "*Modelo de trabajo Grupal y Evaluación en Aprendizaje Colaborativo Personalizado Asistido por computadora*", Centro de investigación en computación, IPN, México.
- [11] *Robots in Virtual Manufacturing*,
URL:[http://www~ VRL.umich.edu/projects.html](http://www~VRL.umich.edu/projects.html)
- [12] *The 3D Internet*,
URL: <http://www.activeworlds.com>
- [13] *The WWW Virtual Library*,
URL: <http://vlib.org/Overview.html>
- [14] *The World Wide Web Virtual Library: Chemistry*,
URL:<http://www.chem.ucla.edu/chempointers.html>
- [15] *UBANET*,
URL:http://www.ubanet.com/index_flash.html
- [16] *Universidad Virtual*,
URL:<http://virtual.utm.mx>
- [17] *Universidad Virtual del Sistema Tecnológico de Monterrey*,
URL:<http://www.ruv.itesm.mx>
- [18] *University of Syracuse*,
URL: <http://physics.syr.edu/courses/vrml/electromagnetism/index3.html>
- [19] *Virtual Reality Laboratory*,
URL: <http://www-vrl.umich.edu/projects.html>
- [20] *Virtual prototypes of buildings*,
URL: <http://www-vrl.umich.edu/selj3rj/shipj3rod/index.html>
- [21] *Virtual Simulation of Ship Production Processes*,
URL: http://www-vrl.umich.edu/sel_prj/ship_jjrod/index.html
- [22] *Viaje Virtual por el Intestino Humano*,
URL:<http://www.siggraph.org.mx/boletin/smbol34.html>
- [23] *Virtual Florist*,
URL: <http://wwwvirtualflorist.com>
- [24] *Virtual hospital*,
URL: <http://wwwvh.org>
- [25] *WWW Virtual Library Mathematics*,
URL:<http://euclid.math.tsu.edu/Science/math.html>

CAPÍTULO 4

Marco teórico y tecnológico

Resumen

En este capítulo se explica el diseño instruccional que se utilizó en la elaboración del sistema. También se describen, en términos generales, las metodologías de análisis y diseño del sistema, los lenguajes de programación utilizados y los mecanismos de comunicación, que se utilizan para el trabajo en grupo.

Objetivos

- Describir los elementos del diseño instruccional que se utilizaron.
- Describir brevemente las metodologías de análisis y diseño utilizadas.
- Describir la tecnología de comunicación (*Servlets*) con la base de datos del sistema.
- Describir brevemente el sistema de trabajo en grupo que se integró en el sistema.

4.1 HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN EL DESARROLLO DEL SISTEMA

En la figura 4.1 se muestran en forma gráfica, los diversos elementos que se utilizaron para la realización de este trabajo.

El modelo funcional del sistema se desarrolló, utilizando la metodología IDEF0 (ver figura 4.5). En este modelo a cada ICOM (*Input, Control, Output, Mechanic*) le corresponde, en términos generales, una entidad que corresponde a una tabla en el modelo lógico de datos. Este último se desarrolló utilizando la metodología IDEF1x.

Las entidades del modelo funcional, desarrollado mediante el software BPWin, se exportaron al software ERWin, el cual es la tecnología habilitante para la metodología IDEF1x.

A través del software ERWin, se modeló la estructura lógica de la base de datos del sistema, y se exportó al administrador de bases de datos relacionales de Microsoft Access, para obtener el modelo físico de la base de datos, la cual esta formada por 10 tablas como se muestra en la sección 6.3 del siguiente capítulo seis.

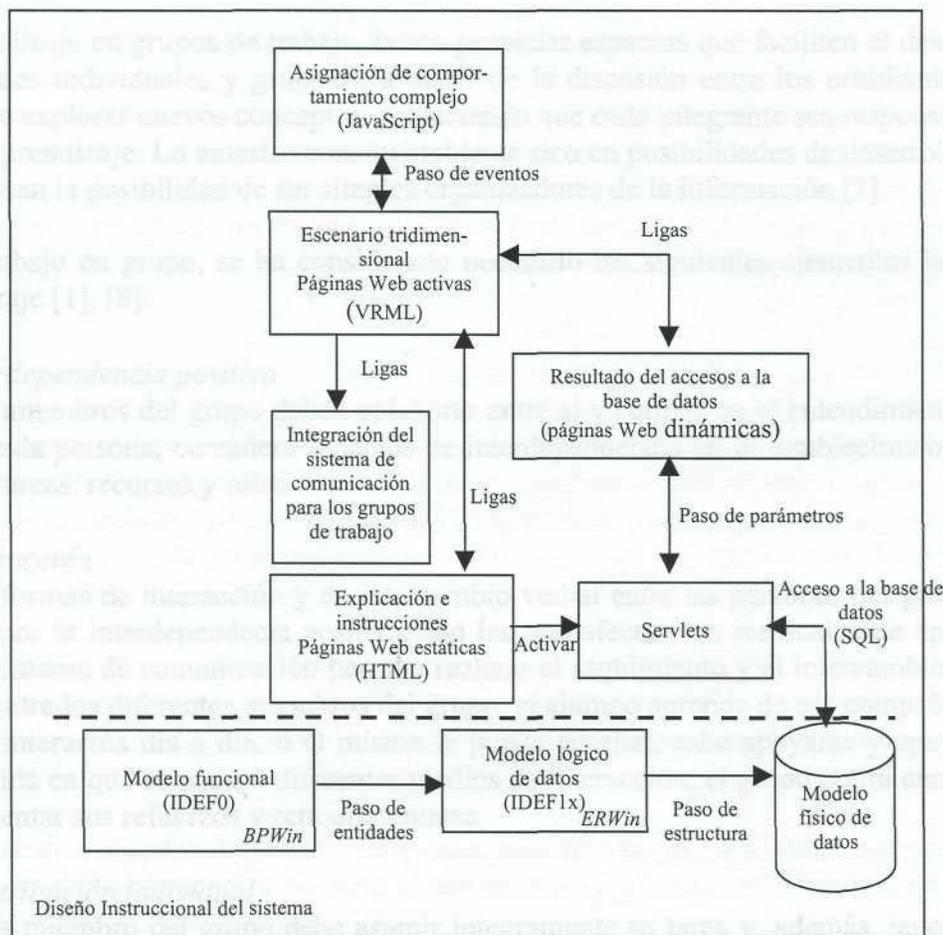


Figura 4.1 Relaciones entre los elementos del Centro Virtual de Capacitación.

Para la generación de los escenarios tridimensionales se utilizó el lenguaje VRML, y para la asignación de comportamientos complejos el lenguaje JavaScript. La explicación y descripción de las escenas se hizo utilizando el lenguaje HTML. El acceso a la base de datos del sistema se realizó mediante páginas *Web* dinámicas elaboradas a través de la tecnología de los *Servlets*, las cuales pueden ser activadas desde VRML o HTML, como se muestra en la sección 6.4 del siguiente capítulo seis.

Para la interacción adecuada de los integrantes del grupo de trabajo, fue necesario la incorporación de las siguientes herramientas de comunicación disponibles en Internet: El *chat*, *email*, foros y boletín electrónico, lo cual facilita la aplicación de las técnicas didácticas empleadas.

4.2 Trabajo grupal

En el aprendizaje en grupos de trabajo, existen métodos de instrucción o entrenamiento, así como estrategias para propiciar el desarrollo de habilidades mixtas (aprendizaje y desarrollo personal y social), donde cada miembro del grupo es responsable, tanto de su aprendizaje, como del de los restantes miembros del grupo [1].

El aprendizaje en grupos de trabajo, busca propiciar espacios que faciliten el desarrollo de habilidades individuales y grupales, a partir de la discusión entre los estudiantes al momento de explorar nuevos conceptos, propiciando que cada integrante sea responsable de su propio aprendizaje. Lo anterior crea un ambiente rico en posibilidades de desarrollo grupal, que rebasan la posibilidad de ser simples organizadores de la información [1].

En el trabajo en grupo, se ha considerado necesario los siguientes elementos básicos del aprendizaje [1], [8]:

- *Interdependencia positiva*
Los miembros del grupo deben colaborar entre sí y confiar en el entendimiento y éxito de cada persona; considera aspectos de interdependencia en el establecimiento de metas, tareas, recursos y roles.
- *Interacción*
Las formas de interacción y de intercambio verbal entre las personas del grupo, movidas por la interdependencia positiva, son las que afectan los resultados de aprendizaje. Un sistema de comunicación permite realizar el seguimiento y el intercambio de trabajos entre los diferentes miembros del grupo; el alumno aprende de ese compañero con el que interactúa día a día, o él mismo le puede enseñar, cabe apoyarse y apoyar. En la medida en que se posean diferentes medios de interacción, el grupo podrá enriquecerse, aumentar sus refuerzos y retroalimentarse.
- *Contribución individual*
Cada miembro del grupo debe asumir íntegramente su tarea y, además, tener espacios para compartirla con el grupo y recibir sus contribuciones.

La variedad de sistemas para aprendizajes apoyados en tecnología es amplia, desde dos o más estudiantes trabajando en la solución de problemas en una estación de trabajo, hasta la colaboración en sistemas especialmente diseñados para uso de múltiples alumnos trabajando en redes.

Las herramientas computacionales que asisten o soportan el aprendizaje en grupos de trabajo actualmente desarrolladas, ofrecen facilidades de interacción entre los miembros del grupo, y el manejo de la información compartida en algunos casos.

El diseño, administración y seguimiento de la actividad grupal, es labor del docente. En este trabajo se aplicaron las técnicas didácticas de "Lluvia de ideas", "Diálogo", "Esquemas conceptuales", "Estudio de casos" y "Círculos de calidad". La forma de aplicarlas se describe en el siguiente capítulo 6, en la sección 6.1.

Para establecer un sistema de comunicación, que facilite la interacción entre los miembros de un grupo de trabajo, se integran al sistema los servicios de foro, *chat*, boletín y correo electrónico, por poseer características que permiten implementar las técnicas didácticas para el desarrollo del trabajo grupal.

La participación de los integrantes del curso, en las técnicas didácticas de "Diálogo" y "Lluvia de ideas", se implementa a través de un *chat*. Estas técnicas permiten al profesor generar controversias, interrogar a sus alumnos sobre el dominio de un proceso en particular, así como presentar conclusiones sobre lo discutido. Los alumnos solicitan y obtienen asesoría, exponen sus puntos de vista, responden a preguntas directas de su profesor. Además, el *chat* proporciona un salón virtual adicional, donde los alumnos intercambian opiniones con otros alumnos, se propicia la plática informal, el intercambio de experiencias, etc.

Las técnicas didácticas conocidas como "Estudio de casos", y "Esquemas conceptuales", se implementan mediante foros de discusión. En los foros los profesores o los alumnos proponen problemas, sobre un caso de estudio, enseguida todos los participantes exponen sus ideas, comentarios y sugerencias, integrando así, un banco de información sobre el mismo. Asimismo, el profesor plantea temas de investigación, donde cada alumno participa enviando sus trabajos, de tal manera que se forma un esquema conceptual disponible para todos los usuarios.

La técnica didácticas conocida como "Círculos de calidad", se implementa mediante un boletín electrónico, donde además el profesor publica investigaciones, notas, actividades, aclaraciones, consejos, convocatorias a cursos presenciales y a distancia, así como sugerencias de interés común sobre el área del curso propuesto.

La entrega de trabajos individuales, consultas, asesorías, se implementan a través del correo electrónico, debiendo tener el experto el compromiso institucional de atenderlos y contestarlos a la mayor brevedad posible.

La efectividad de las herramientas que soportan la interacción entre los miembros de un grupo, está en función del compromiso y dedicación que los miembros del grupo asuman ante el trabajo que realizan, no sólo de sus características técnicas.

4.3 DISEÑO INSTRUCCIONAL

El diseño instruccional es fundamental en la creación de sistemas orientados a la educación y capacitación. El principio subyacente al diseño instruccional es facilitar el tránsito de la información de memoria de corto a largo plazo, desde la construcción del conocimiento, hasta la recuperación y transferencia de lo aprendido.

En la elaboración del diseño instruccional de un sistema, su desarrollo depende del objetivo que se persigue, el contenido que se maneje, el usuario a quién va dirigido, los recursos con que se cuenta y la capacidad del personal que estará a cargo del desarrollo.

La elaboración del diseño instruccional del Centro Virtual de Capacitación, producto de este trabajo, se inspiró en las ideas del proyecto EVA, que considera de manera integrada los 4 elementos básicos del conocimiento, a saber, el conocimiento, la experimentación, la asesoría y el trabajo en grupo, así como la adaptación del modelo de Dick y Carey.

A continuación se explican, en términos generales, los pasos que comprende la elaboración del diseño instruccional, apoyado en el modelo de Dick y Carey y en el uso educativo de la computadora [3]. El diseño instruccional específico del Centro Virtual de Capacitación que se desarrolla en este trabajo, se presenta en el Capítulo 5.

Meta Instruccional

La meta instruccional es la elaboración de un enunciado que expresa lo que el alumno estará en capacidad de hacer cuando termine el periodo de instrucción. Esto requiere de un conocimiento profundo de lo que se desea lograr [3]. La meta instruccional también se conoce como objetivo instruccional, objetivo general u objetivo terminal.

Análisis Instruccional

El análisis instruccional es la descomposición de la meta instruccional en todas las áreas de aprendizaje subyacentes, detallándolas hasta el punto en que se identifiquen las habilidades y conocimientos que es necesario construir [3]. Es el paso más importante dentro de toda la planeación instruccional, puesto que de aquí se desprende la enunciación de los objetivos de aprendizaje, las estrategias instruccionales, los medios instruccionales y la evaluación que llevará a la verificación de la meta instruccional.

El objetivo de aprendizaje se refiere a un enunciado que explica detalladamente lo que el alumno pretende realizar para obtener una capacitación precisa.

Para la redacción de los objetivos no existen reglas específicas; sin embargo, se recomienda considerar, al menos las siguientes [2], [3]:

- Identificar la destreza a lograr.
- Describir las condiciones bajo las cuales la destreza debe ocurrir.

- Especificar el rendimiento aceptable o dominio de calidad que deberá presentarse (pre-requisitos).

La cantidad de objetivos que se deberán realizar dependerá del análisis instruccional realizado.

Sistema de producción

El sistema de producción está constituido por los elementos necesarios (técnicos y humanos) que se requieren para la elaboración del diseño instruccional. Se debe tener presente que para cumplir la meta instruccional, los elementos utilizados deben aportar un fin pedagógico para el cumplimiento de los objetivos.

El producto de esta etapa es un análisis de la viabilidad del proyecto educativo que se pretende realizar, su factibilidad, si se cuenta con el personal, los recursos y la tecnología necesaria para lograr la meta fijada. Los indicadores a considerar para lograr la meta instruccional se muestran en la figura 4.2.

Medios instruccionales

Los medios instruccionales son todos aquellos recursos que apoyan al logro de los objetivos del diseño instruccional. Los medios disponibles son a nivel auditivo y a nivel visual. A nivel auditivo se puede contar con sonidos ó música que expresan alguna información importante. A nivel visual se pueden tener textos, gráficas, imágenes fijas o con movimiento.

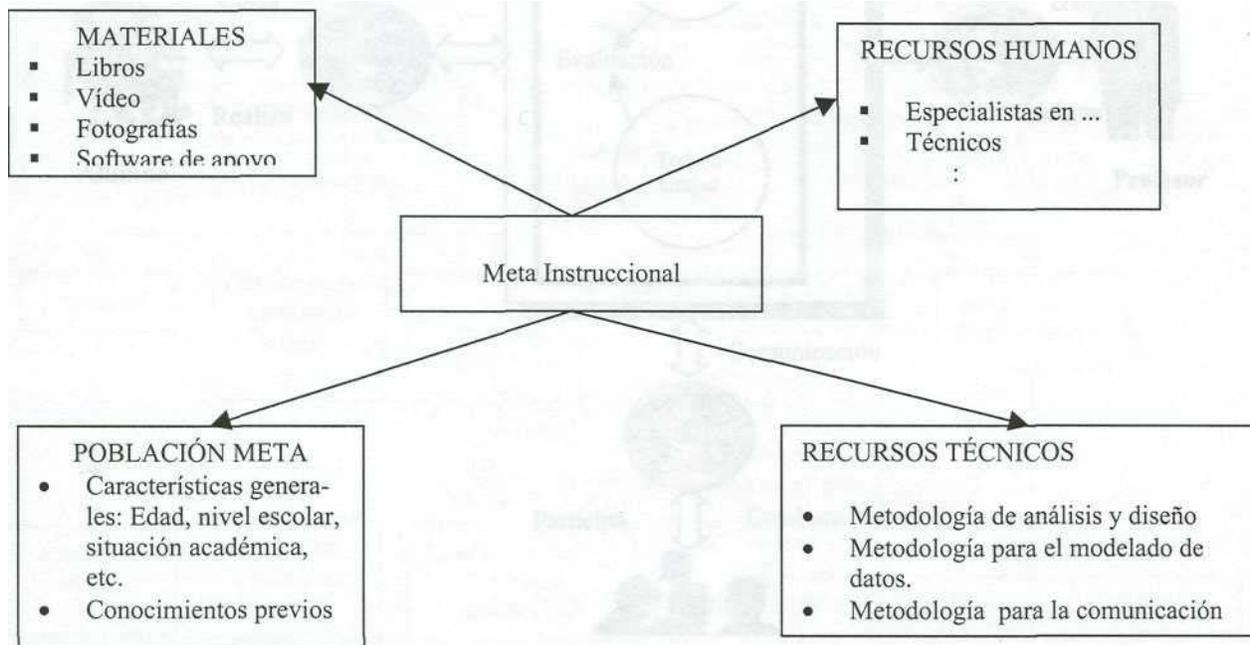


Figura 4.2 Indicadores a tomar en cuenta en el diseño instruccional.

Estrategia instruccional

La estrategia instruccional es otro de los aspectos a considerar en el modelo de Dick y Carey. Es coordinar los componentes y procedimientos para lograr la instrucción o la capacitación adecuada al objetivo, considerando los métodos de enseñanza y así lograr la meta instruccional propuesta [2], [3].

4.4 ESCENARIO EDUCACIONAL

La figura 4.3 muestra el escenario educativo que se implemento en este trabajo. A través de él, los profesores pueden crear cursos y asignar el trabajo grupal correspondiente a los mismos vía Internet. Los alumnos se inscriben a un curso, participan del trabajo individual y grupal del mismo, se evalúan en los conocimientos adquiridos, entre otras cosas.

Los alumnos que se inscriben a los cursos, forman grupos donde pueden intercambiar ideas, experiencias, recibir asesoría, participar en la solución de problemas propuestos, etc.

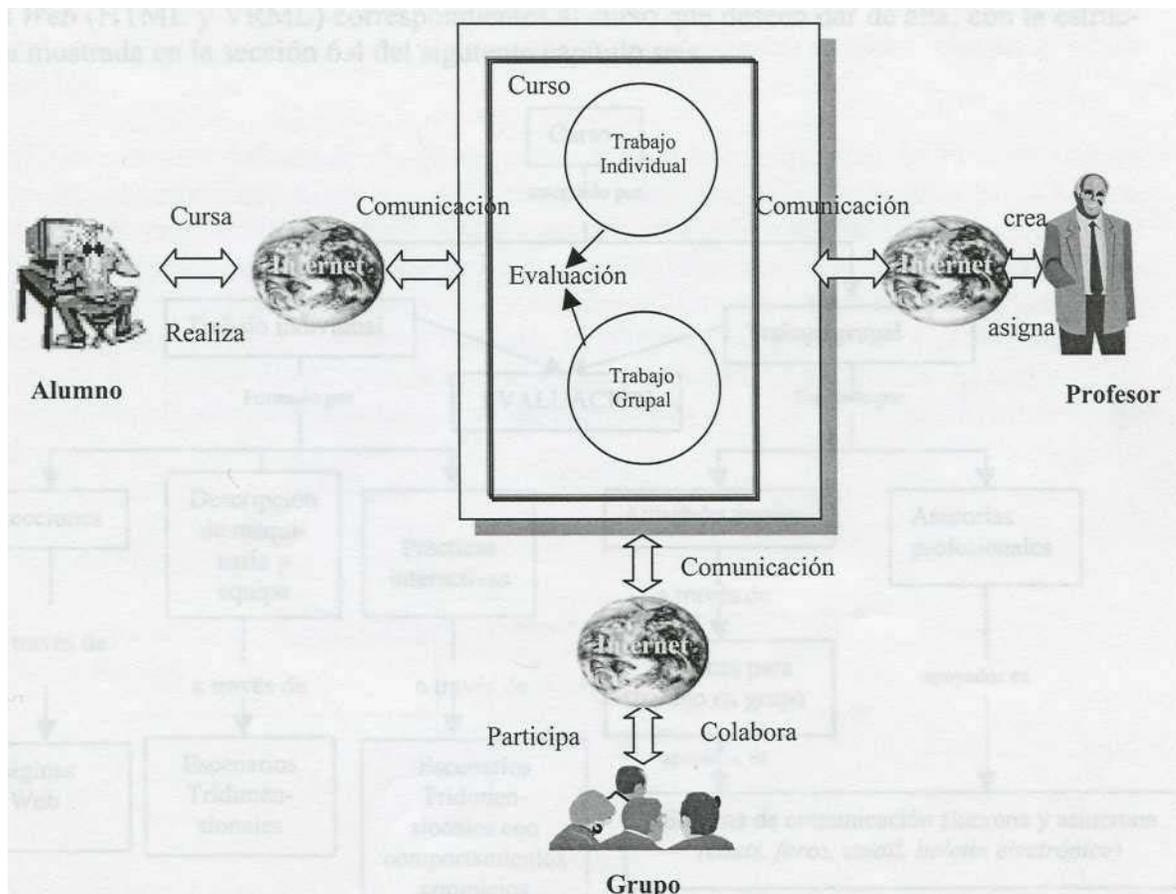


Figura 4.3 Escenario educativo del CVC.

El modelo para la implementación de cursos en el Centro Virtual de Capacitación se muestra en la figura 4.4. Nótese que los cursos están compuestos por una parte de trabajo individual y otra de trabajo grupal.

El trabajo individual esta orientado a que el usuario conozca la maquinaria y equipo que se utiliza en el curso en que se inscriba, domine las lecciones y realice las prácticas interactivas correspondientes al mismo.

El trabajo grupal consiste en la participación de los usuarios en actividades grupales a través de técnicas de trabajo en grupo (explicadas en la sección 6.1 del capítulo 6), además de la asesoría en línea por parte de profesionales del área estudiada, apoyados del sistema de comunicación síncrona o asíncrona con que cuenta el sistema.

Como se menciona en el capítulo seis, el modelo de trabajo grupal propuesto en este trabajo, permitió crear la estructura funcional del mismo, (acceso al salón de asesores) de tal forma que el trabajo grupal a realizar para los cursos que se den de alta en el CVC, los profesores pueden hacerlo vía Internet.

Asimismo para el desarrollo del trabajo individual, los profesores deberán enviar las páginas Web (HTML y VRML) correspondientes al curso que deseen dar de alta, con la estructura mostrada en la sección 6.4 del siguiente capítulo seis.

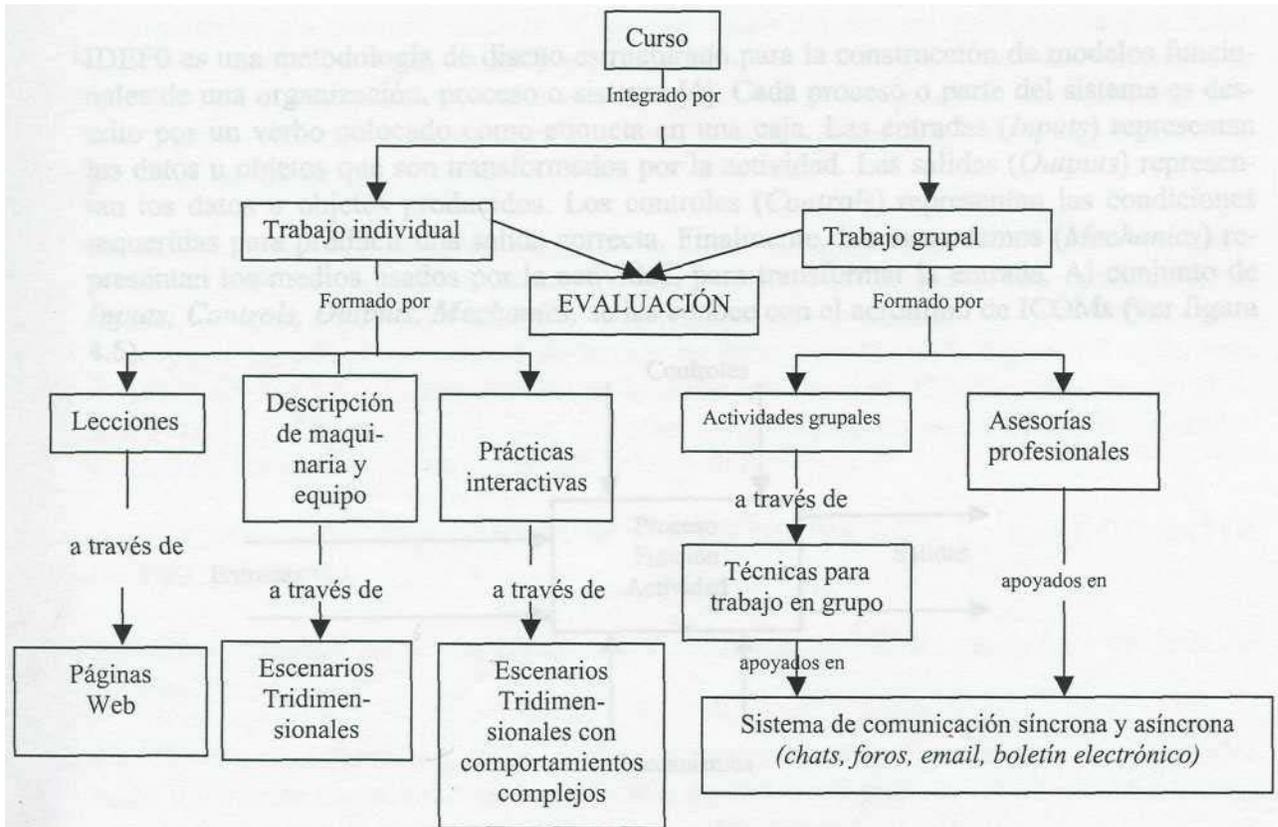


Figura 4.4 Diseño de un curso.

Cabe mencionar que, el modelo de trabajo grupal ya está implementado en el sistema. Esto implica que para los nuevos cursos que se deseen dar de alta, sólo será necesario copiar al servidor del sistema, las páginas *Web* correspondientes a los mismos, con la estructura mencionada en la sección 6.4.

La evaluación del curso, debe de tomar en cuenta de manera integral, el trabajo grupal e individual del usuario, de tal forma que se observe el nivel de aprendizaje adquirido. Si este es bajo, debe recomendarse repetir las lecciones correspondientes del curso.

4.5 MODELADO DE FUNCIONES Y DE DATOS

Como se muestra en la figura 4.1, para el desarrollo del modelo funcional del Centro Virtual de Capacitación (CVC), se utilizó la metodología IDEFO. Esta permite identificar las funciones del sistema y las correspondientes al curso "elaboración de queso tipo Oaxaca". La metodología IDEFlx, se utilizó para la obtención del modelo relacional de la base de datos que utiliza el sistema.

La familia de métodos IDEF fue desarrollada en conjunto por la industria y el gobierno de los Estados Unidos. Su propósito es dar una estructura comprensible y flexible para describir, analizar y evaluar prácticas de negociación. No son propietarias y están respaldadas por estándares internacionales [4]. A continuación se describen estas metodologías en términos generales.

IDEFO es una metodología de diseño estructurado para la construcción de modelos funcionales de una organización, proceso o sistema [4]. Cada proceso o parte del sistema es descrito por un verbo colocado como etiqueta en una caja. Las entradas (*Inputs*) representan los datos u objetos que son transformados por la actividad. Las salidas (*Outputs*) representan los datos u objetos producidos. Los controles (*Controls*) representan las condiciones requeridas para producir una salida correcta. Finalmente, los mecanismos (*Mechanics*) representan los medios usados por la actividad, para transformar la entrada. Al conjunto de *Inputs*, *Controls*, *Outputs*, *Mechanics*, se les conoce con el acrónimo de ICOMs (ver figura 4.5).

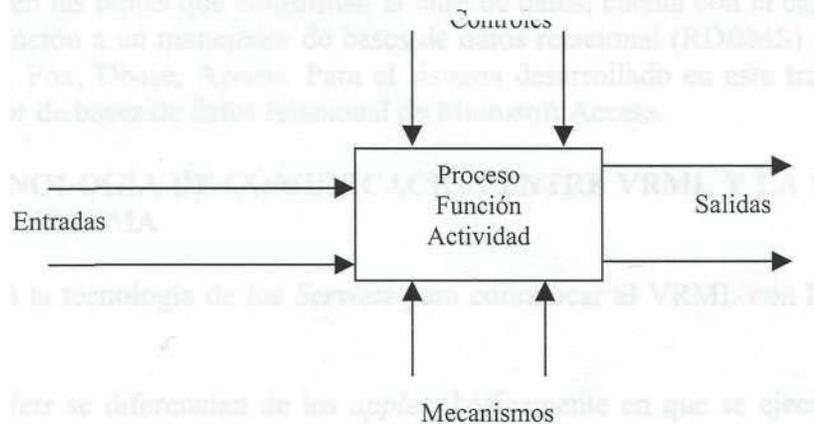


Figura 4.5 Modelo IDEFO.

Para la aplicación de la metodología IDEFO se utilizó el *software* Logic Works BPWIN 2.0 [6], el cual permite una modelización gráfica de alta calidad y desarrollo, facilitando al usuario la navegación por los diferentes subniveles del diseño, además de presentar y corregir automáticamente las inconsistencias del mismo.

El resultado de la aplicación de la metodología IDEFO es un modelo, que consiste en diagramas, textos, y un glosario, con referencias cruzadas entre sí. Los diagramas son los principales componentes del modelo.

La raíz de la estructura resume los resultados al nivel más abstracto y general. Cada uno de los nodos inferiores en la estructura de árbol final, proporciona información más específica que su antecesor. Al irse recorriendo la jerarquía hacia abajo, el árbol se expande más y más presentando los detalles, tanto de las actividades como de los objetos que forman las relaciones entre actividades.

Modelado de Datos (IDEFlx)

IDEFlx es una metodología gráfica diseñada para el modelado relacional de datos [5]. Aplicando esta metodología se construyen todas las tablas que integran la base de datos del sistema, se incluyen conceptos como llave primaria, entidades, atributos, tuplas, relaciones uno a uno, uno a muchos, muchos a muchos.

Esta metodología permitió generar la base de datos del sistema producto de este trabajo, (*Centro virtual de Capacitación*), generando tablas para el registro de usuarios, banco de reactivos para exámenes, control de evaluaciones, registro de accesos a servicios del sistema, registro de catálogo de asesores, registro de trabajo grupal, registro de técnicas a utilizar en el trabajo grupal, y catálogo de cursos, entre otras.

Para implementar la metodología IDEFlx se utilizó el *software* ERWIN [7]. Es una herramienta CASE que permite importar las entidades que se definieron en la metodología IDEFO, es de tipo gráfico, a través de esta metodología se declaran las llaves primarias y foráneas en las tablas que conforman la base de datos, cuenta con la capacidad de exportar la información a un manejador de bases de datos relacional (RDBMS) como Oracle, SQL, Informix, Fox, Dbase, Access. Para el sistema desarrollado en este trabajo, se exportó al manejador de bases de datos relacional de Microsoft Access.

4.6 TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN ENTRE VRML Y LA BASE DE DATOS DEL SISTEMA

Se utilizó la tecnología de los *Servlets* para comunicar al VRML con la base de datos del sistema.

Los *Servlets* se diferencian de los *applets* básicamente en que se ejecutan en el servidor, están totalmente controlados por un servicio de red como pudiera ser un servidor *Web*, y que para acceder a la base de datos, utilizan instrucciones SQL a través de un controlador llamado "JDBC" (*Java Data Base Connection*) [10].

Los *Servlets* están instalados y controlados por un servidor (*Java Web Server*), se ejecutan más rápido, consumiendo menos recursos que los CGI's (*Common Gateway Interface*), pues solo se activan una sola vez y no cada vez que accesan a la página *Web*, como sucede con los CGI's.

Los *Servlets* son la mejor opción para desarrollar aplicaciones para servidores *WEB*, pues trabajan de forma transparente con las filosofías GET y POST de los formularios HTML, se entienden perfectamente con los *applets*, pero también se pueden entender con clientes programados en cualquier otro lenguaje.

Su potencial radica en el acceso a bases de datos relacionales y creación de páginas *Web* dinámicas. Algunas de las ventajas que presentan son las siguientes:

- Se programan utilizando una API (*Application Program Interface*) estandarizada Java.
- Consumen menos recursos que los CGI's y los Fast-CGI's. Por ejemplo, no es necesario cargarlos en memoria tantas veces como peticiones de ejecución existan.
- Se pueden cargar indiferentemente y de forma transparente, tanto desde un disco local como desde una dirección remota, de forma totalmente transparente. Responden a la nueva filosofía de *software* distribuido.
- Los *Servlets* pueden comunicarse entre sí, y por tanto, es posible una reasignación dinámica de la carga de proceso entre diversas máquinas. Es decir, un *Servlet* podría pasarle trabajo a otro *Servlet* residente en otra máquina y crear así aplicaciones distribuidas [9], [10].

En este trabajo, se desarrollaron *Servlets* para depositar y extraer información de la base de datos del sistema (Microsoft Access 97), mediante páginas HTML, generadas dinámicamente en el cliente, las cuales se utilizaron para:

- Accesar a la parte privada del sistema.
- Elaboración de exámenes.
- Calificación de exámenes.
- Asignación de trabajo grupal a un curso.
- Consulta y alta de reactivos.
- Consulta y alta de técnicas de trabajo grupal.
- Consulta y alta de herramientas o servicios.
- Generación de páginas HTML en el cliente de forma dinámica.

Referencias

- [1] *Aprendizaje Colaborativo*,
URL:<http://campus.gda.itesm.mx/cite/ApreColabo.html>
- [2] De la Vega, M., (1986), "*Introducción a la psicología cognitiva*", Ed. Alianza, Barcelona España.
- [3] Dick, W. & Carey, L., (1995), "*Diseño Sistemático de la Instrucción*", Ed. Voluntad, Bogotá Colombia.
- [4] *IdefMethods: IDEFO*,
URL: <http://www.idef.com/overviews/idefD.htm>
- [5] *IdefMethods: IDEFlx*,
URL:<http://www.idef.com/overviews/ideflx.htm>
- [6] *Logic Work Bpwin 2.0*,
URL:<http://www.logicwork.com>
- [7] *Logic WorkERWIN/ERX3.0*,
URL:<http://www.logicwork.com>
- [8] *Los ambientes virtuales colaborativos*,
URL:<http://sigma.eafit.edu.co/~virtualc/avcs.html>
- [9] Naughton, P., (1996), "*Manual de Java*", Osborne-Macgraw-Hill, México.
- [10] Williamson, A., (1999), "*Java Servlets by Example*", Softbound, ISBN 188477766x.

CAPÍTULO 5

Diseño instruccional del objeto de estudio: Curso de elaboración del queso Oaxaca

Resumen

En este capítulo se presenta el diseño instruccional del curso de elaboración de queso tipo Oaxaca, implementado en el Centro Virtual de Capacitación, en la elaboración de productos lácteos. Este incluye las metas instruccionales, los pre-requisitos, el perfil del usuario y la estrategia de implementación del material instruccional, los recursos necesarios para su desarrollo, el tipo de evaluación a implementar, entre otros.

Objetivos:

- Presentar las metas y objetivos instruccionales del curso de elaboración del queso tipo Oaxaca.
- Mostrar la estrategia instruccional empleada en la implementación del curso.
- Presentar los pre-requisitos que debe cumplir un usuario del sistema.
- Mencionar los recursos que debe tener el desarrollador del sistema.
- Mostrar el tipo de evaluación que debe proporcionar el sistema.

5.1 META INSTRUCCIONAL

El alumno conocerá las características químicas de la leche, herramientas e ingredientes así como las técnicas, metodologías y procedimientos, utilizados en la elaboración del queso tipo Oaxaca. Asimismo, participará en trabajos grupales para compartir e intercambiar experiencias, opiniones, puntos de vista, conocimientos, información, temas de investigación y para obtener asesorías con expertos del área.

5.2 ANÁLISIS INSTRUCCIONAL

A continuación, se enumeran los objetivos que deben alcanzarse a través del curso de elaboración de queso tipo Oaxaca, el cual está integrado en el Centro Virtual de Capacitación en la elaboración de productos lácteos.

1.0 A través de la interfaz gráfica del CVC, el alumno adquirirá los conocimientos básicos necesarios para la elaboración de productos lácteos. En particular:

- Conocerá la infraestructura de una planta de productos lácteos.
- Identificará la maquinaria y equipo utilizados en la elaboración de productos lácteos.
- Será capaz de realizar las prácticas virtuales de elaboración de productos lácteos.
- Conocerá la secuencia de los trabajos realizados en la elaboración de productos lácteos.
- Identificará el material utilizado para realizar el control de calidad.
- Conocerá los procedimientos básicos de control de calidad a través de la realización de prácticas virtuales.

1.1. Dada una descripción textual, relacionada de manera síncrona con una imagen 3D del proceso físico de transformación, el alumno será capaz de describir la técnica de elaboración utilizada en esa parte específica del proceso, en particular, deberá identificar y asociar las principales características de cada uno de los pasos del proceso de elaboración de queso Oaxaca.

1.2 Una vez realizadas las prácticas correspondientes al control de calidad en el mundo virtual, el alumno será capaz de identificar y explicar el tipo de prueba que se debe aplicar a la materia prima. En particular, deberá identificar y asociar las principales características de cada una de las pruebas de control de calidad que se le deben hacer a la materia prima.

1.3 Una vez presentado y practicado el proceso de elaboración del queso tipo Oaxaca, el alumno podrá responder a las preguntas que se le hagan acerca de él. Además, podrá criticar, explicar y reconstruir, los subprocesos de la elaboración del queso tipo Oaxaca.

1.4 El alumno participará de trabajos grupales utilizando las técnicas de "Caso de estudio" y "Lluvia de ideas", a través del foro de discusión y el *chat*

- Exponer sus puntos de vista sobre el caso.
- Proponer soluciones.
- Compartir experiencias.
- Debatir soluciones y propuestas.

1.5 El alumno participará de trabajos grupales utilizando la técnica titulada: "Esquemas conceptuales", a través del foro de discusión para:

- Exponer trabajos de investigación.
- Definir nuevos conceptos.
- Criticar trabajos expuestos.
- Categorizar conceptos.
- Diferenciar la calidad de los trabajos de investigación.

1.6 El alumno deberá utilizar el foro de discusión para:

- Conocer los diferentes temas tratados.
- Participar en algún tema de su interés.
- Proponer nuevos temas de discusión.
- Conocer la lista de participantes del foro, para intercambiar correo electrónico con ellos, sobre temas relacionados con la elaboración de productos lácteos.

1.7 El alumno participará en los trabajos grupales utilizando la técnica "Diálogo", a través del *chat* para:

- Exponer sus puntos de vista sobre el tema propuesto.
- Defender sus puntos de vista.
- Contestar cuestionamientos del profesor.

1.8 El alumno utilizará la ventana de charlas (*chat*) sobre productos lácteos para:

- Conocer en tiempo real, las opiniones de otros participantes del curso.
- Participar en la charla, enriqueciendo los conceptos que ahí se viertan.
- Preguntar en tiempo real, a los expertos del área, sobre sus dudas en el área de lácteos.

1.9 El alumno participará de trabajos grupales utilizando la técnica titulada: "Círculos de calidad", a través del correo electrónico para:

- Construir un estudio sobre algún tema que el profesor proponga.
- Conocer el avance de la investigación que realicen los alumnos, sobre el tema que el profesor proponga.
- Criticar los trabajos de investigación de los diferentes alumnos participantes del curso.

1.10 El alumno utilizará el boletín electrónico para:

-
-
- Conocer las opiniones y noticias que los usuarios del sitio hayan enviado.
 - Conocer comentarios o noticias relacionadas con productos lácteos.
 - Conocer las conclusiones de la técnica de "Círculos de calidad".

5.3 PRE REQUISITOS Y CARACTERÍSTICAS

Otro de los aspectos a considerar, de acuerdo con la metodología de Dick y Carey son los pre-requisitos que debe cumplir el alumno [2], para tomar el curso de elaboración de queso Oaxaca, particularmente, el material está dirigido a los alumnos que cursan la materia de taller de lácteos en séptimo semestre de la Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial y, en general, a todo el público interesado en la elaboración del queso tipo Oaxaca (productores y trabajadores en el área de lácteos).

Los conocimientos mínimos que un usuario debe tener, son los siguientes:

- Experiencia, a nivel de usuario, en el sistema operativo Windows.
- Encender y apagar una computadora correctamente.
- Saber navegar por Internet.
- Habilidad en el uso del correo electrónico.
- Experiencia en foros en Internet.
- Conocimientos básicos de los materiales y equipos de laboratorio, utilizados con la elaboración de productos lácteos (análisis químicos y microbiología industrial).

5.4 SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Como se mencionó en el capítulo 4, el modelo de Dick y Carey [2], contempla un estudio de viabilidad, para conocer que recursos son necesarios para el desarrollo del sistema. Para la realización del curso de elaboración de queso Oaxaca, es necesario contar con:

- *Recursos Humanos*
Especialistas en el área de:
 - Lactología (elaboración de queso Oaxaca).
 - Informática.
 - Pedagogía.
- *Recursos materiales*
 - Hardware* (Servidor Web, scanner, cámara fotográfica, impresora).
 - Software* (Sistema operativo Windows NT, Internet Information Server, Java Web Server, JDK, Netscape, Internet Explorer, Soap, Webboard, Infochat, Jbuilder, 3DStudio Max, Design3D, Corel Draw, Photo Shop, Hara3D, Cosmo Player, programas en VRML, programas en HTML, programas en Java).
 - Fotografías del proceso de producción del queso tipo Oaxaca, de la planta procesadora de lácteos y del material y equipo utilizado, así como planos de la planta procesadora de lácteos.
 - Manuales de producción de maquinaria y equipo.
 - Libros de producción del queso tipo Oaxaca.

- Grabaciones de sonidos y música.
- Planos de una planta elaboradora de productos lácteos.

5.5 ESTRATEGIA INSTRUCCIONAL

De acuerdo a la metodología de Dick y Carey [2], para lograr la meta instruccional (mencionada en este capítulo), tomando en cuenta los recursos que tiene el Instituto de Ciencias Agropecuarias, se diseñó y desarrolló el sistema cuya arquitectura se describe en el capítulo 6.

Es necesario recalcar que este material está dirigido a los alumnos que cursan la materia de taller de lácteos y, en general, a todo el público interesado en la elaboración del queso tipo Oaxaca.

El alumno en el Centro Virtual de Capacitación no asiste a un salón de clases en un lugar y en un horario determinado, su aprendizaje se realiza mediante el uso de una computadora conectada a la red. El proceso de capacitación se inicia con la inscripción a un curso específico. Inicialmente se recomienda leer las instrucciones de uso de la interfaz gráfica y a continuación hacer un recorrido por el mundo virtual, para familiarizarse con las herramientas que se utilizan en el sistema.

5.5.1 AMBIENTE VIRTUAL

Para construir los modelos y escenarios tridimensionales del sistema, que integran el Centro Virtual de Capacitación y del curso de elaboración de queso Oaxaca, se recopiló la documentación técnica (planos, catálogos, manuales de elaboración, instrumentación, equipo, fotografías y vídeos), pues es necesaria para determinar las propiedades primarias y secundarias de los modelos tridimensionales.

El mundo virtual utilizado para la capacitación, es una representación gráfica en 3D de una planta elaboradora de productos lácteos. Los modelos tridimensionales de la maquinaria y equipo y demás elementos utilizados en la práctica, son representaciones de los utilizados en un proceso real.

Para elaborar los modelos tridimensionales fue necesario definir las propiedades primarias de los objetos (forma, tamaño, color, posición, textura, etc.) y las propiedades secundarias que permiten definir el comportamiento complejo del escenario virtual [3].

El acceso a las lecciones correspondientes al curso de elaboración de queso Oaxaca se muestra a través de una escena tridimensional, las lecciones se desarrollaron utilizando el lenguaje HTML.

La simulación de la práctica virtual para la determinación de la acidez en la leche, permite a los usuarios manipular los objetos de la escena. Al realizar los pasos correctamente, como se va indicando en la práctica, el usuario va adquiriendo los conocimientos y técnicas que le permitirán reproducirlos adecuadamente en el mundo real.

El sistema le va indicando al usuario cuando ha realizado el paso correctamente, cuenta además con un sistema de control que no permite se realicen actividades incorrectas, obligando de esta forma al usuario, a realizar las actividades de tal forma, que la técnica empleada sea comprendida de manera correcta.

5.5.2 EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

En el modelo de Dick y Carey la evaluación indica que, siendo el aprendizaje el punto central que se persigue con un sistema computacional educativo, cualquiera que sea su naturaleza, justo es que se planee su evaluación.

En el modelo de Dick y Carey, la evaluación del aprendizaje es el acopio sistemático de datos, cuantitativos y cualitativos, mismos que permiten determinar si los cambios propuestos en los objetivos de aprendizaje se realizan en los alumnos [1]. En este trabajo la evaluación se establece mediante cuestionarios de referencia cruzada, es decir, escoger una de 3 o más respuestas, los reactivos son tomados en forma aleatoria de la base de datos del sistema.

El sistema genera un examen donde el usuario escribe el inciso de la respuesta que cree correcta y al terminar de contestar envía sus respuestas.

Cuando el alumno envía sus respuestas, el sistema le proporciona una estadística, informando el número de preguntas correctas e incorrectas que obtuvo, así como indicándole una retroalimentación para aquellas lecciones que no contestó correctamente.

En un ambiente virtual donde se propone trabajo para realizarse en forma grupal, como el propuesto en este sistema, es necesario medir el grado de participación del usuario en cada una de las tareas grupales realizadas a través de los servicios de foros, charlas, *email*, boletín electrónico, el cual tendrá un porcentaje en la evaluación total del aprendizaje del usuario. Una evaluación global e integral que contemple esta participación, se propone como trabajo futuro, como se menciona en el capítulo 7.

Referencias

- [1] Balladares, L., (2000), "*Ambiente CASE y Lenguaje Visual para la Asignación de Comportamiento Complejo a Mundos Virtuales VRML*", Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional.
- [2] Dick, W. & Carey, L., (1995), "*Diseño Sistemático de la Instrucción*", Ed. Voluntad, Bogotá Colombia.
- [3] *Nuevas Herramientas de modelización de entornos visuales*,
URL: http://www.ct3.es/Nuev_herramientas2.html

CAPÍTULO 6

Arquitectura del sistema del Centro Virtual de Capacitación

Resumen

En este capítulo se explica la arquitectura del Centro Virtual de Capacitación. En primer lugar, se describe la funcionalidad del sistema en forma de bloques, explicando de manera general los elementos que conforman el sistema, se describe la base de datos utilizada, el modelo de eventos para la asignación de comportamiento complejo a una escena tridimensional, las interfaces gráficas. También se explica la forma de implementar en el sistema, un modelo de trabajo grupal.

Objetivos

- Presentar la arquitectura general del sistema.
- Describir la base de datos del sistema.
- Describir el modelo de eventos para la asignación de comportamientos complejos.
- Mostrar la estructura de las interfaces gráficas.
- Explicar la forma de implementación del modelo de trabajo grupal propuesto.
- Describir la plataforma tecnológica del sistema.

6.1 FUNCIONALIDADES

La interfaz gráfica del sistema esta dividida en dos partes. Una pública, en la cual el usuario puede acceder a la introducción al sistema, a la convocatoria de los cursos que se ofrecen y al módulo de inscripción. En la parte privada del sistema, se encuentra la sección correspondiente a la capacitación virtual, donde se accesa a los cursos que ofrece el sistema. Es necesario estar inscrito, para poder hacer uso de estos servicios.

La estructura funcional del Centro Virtual de Capacitación, se muestra en la figura 6.1.

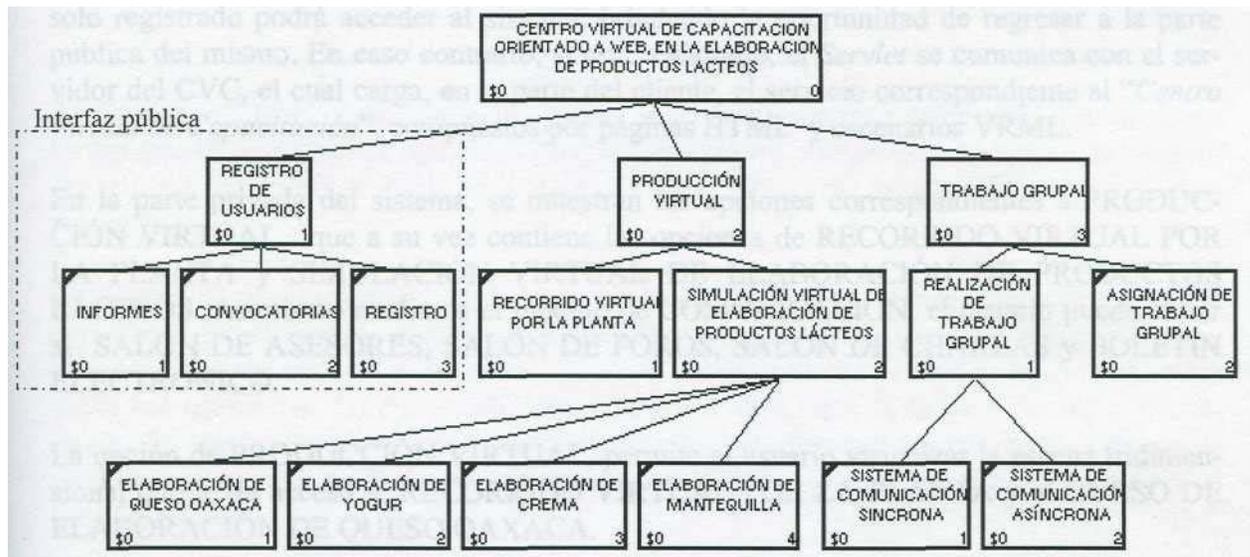


Figura 6.1 Esquema funcional del Centro Virtual de Capacitación.

A través de una página HTML, en la opción de REGISTRO DE USUARIOS se muestra un menú, donde el usuario puede acceder al módulo de INFORMES, CONVOCATORIAS y REGISTRO(inscripción) de un curso determinado.

En la opción de INFORMES, a través de una página HTML, se describen las funcionalidades del sistema, el objetivo del sitio y sus características.

La opción de CONVOCATORIAS, muestra la lista de cursos que ofrece el Centro Virtual de Capacitación. Para cada curso se describe el objetivo, la fecha de inicio y terminación, los requisitos mínimos indispensables que debe cubrir el usuario, los horarios de asesoría en tiempo real con expertos del área y la inscripción al mismo. En el caso particular de esta tesis, sólo se ofrece el curso de elaboración de queso Oaxaca. Como propuesta de trabajo futuro, se contempla incluir otros cursos de elaboración de productos lácteos, como complemento a este trabajo.

En la sección de REGISTRO, se muestra una página HTML y a través de un *Servlet* se registran los datos del usuario en una tabla, de la base de datos del sistema (de Microsoft Access 97).

En la parte privada del sistema, al cual sólo se puede acceder estando inscritos a algún curso, se muestran los módulos correspondientes a producción virtual, al de comunicaciones y el acceso al módulo de trabajo grupal.

En la opción de *acceso*, se presenta un formulario en una página HTML, donde el usuario escribe su *ID* y *Password* para entrar a la parte privada del sistema, se sistema verifica que efectivamente lo esté, a través de un *Servlet*, el cual se comunica con la base de datos del sistema a través del lenguaje SQL (*Structured Query Language*).

Si el usuario no está registrado, el *Servlet* construye una página HTML, la cual informa que solo registrado podrá acceder al sistema, brindando la oportunidad de regresar a la parte pública del mismo. En caso contrario, si está registrado, el *Servlet* se comunica con el servidor del CVC, el cual carga, en la parte del cliente, el servicio correspondiente al "*Centro Virtual de Capacitación*", compuestos por páginas HTML y escenarios VRML.

En la parte privada del sistema, se muestran las opciones correspondientes a PRODUCCIÓN VIRTUAL, que a su vez contiene las opciones de RECORRIDO VIRTUAL POR LA PLANTA y SIMULACIÓN VIRTUAL DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS. Asimismo mediante el módulo de COMUNICACIÓN, el usuario puede entrar al SALÓN DE ASESORES, SALÓN DE FOROS, SALÓN DE CHARLAS y BOLETÍN ELECTRÓNICO.

La opción de PRODUCCIÓN VIRTUAL, permite al usuario visualizar la escena tridimensional que le da acceso a: RECORRIDO VIRTUAL POR LA PLANTA y al CURSO DE ELABORACIÓN DE QUESO OAXACA.

La opción de RECORRIDO VIRTUAL POR LA PLANTA, permite activar la interfaz que muestra la maquinaria y equipo de una planta elaboradora de productos lácteos, así como una descripción del material de laboratorio. Se programaron escenas tridimensionales en VRML 2.0 y páginas HTML, las cuales se concatenan para mostrar al usuario una interfaz gráfica fácil de utilizar, que contribuye al cumplimiento de la meta instruccional del sistema.

Así mismo, el acceso al curso de ELABORACIÓN DE QUESO OAXACA, activa la interfaz que presenta el menú de las prácticas correspondientes, las cuales están desarrolladas con el lenguaje HTML, y como muestra del potencial que proporciona el lenguaje VRML, se simula la práctica correspondiente a la determinación de acidez en la leche.

Para la realización de la práctica virtual, además de tener la misma estructura que el recorrido virtual mostrado en la figura 6.2, se programaron comportamientos simples utilizando los nodos propios de VRML. Para los comportamientos complejos utilizados en las escenas VRML, se programaron a través del lenguaje JavaScript, aplicando el modelo que se describe en la sección 6.5.

La comunicación entre los nodos que intervienen en la asignación de los comportamientos complejos, se describen en este mismo capítulo, en la sección 6.5.

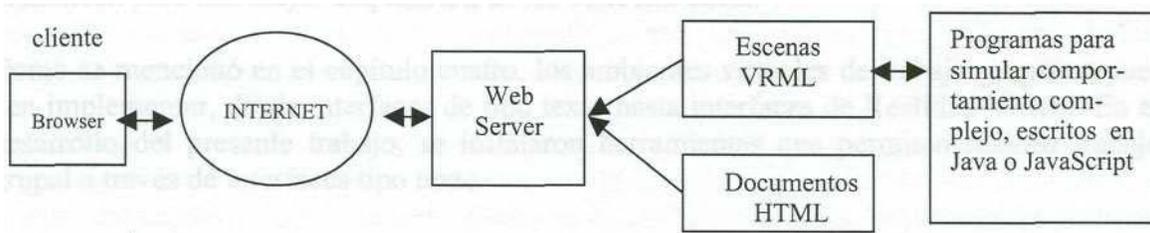


Figura 6.2 Estructura para la muestra de escenarios virtuales.

Al finalizar el curso, el alumno debe realizar una evaluación para determinar que lecciones ha comprendido. Como se menciona en el capítulo cinco, el tipo de examen, es de referencia cruzada, elaborado a partir de la base de datos del sistema, mostrando un total de diez reactivos.

El sistema de *evaluación* es controlado a través de *Servlets* [6]. En la página principal del curso correspondiente, el usuario solicita realizar examen, el cual es generado por un *Servlet* con preguntas extraídas de manera aleatoria de una base de datos. El usuario contesta y envía sus respuestas, las cuales son almacenadas en otra tabla de la base de datos. Un segundo *Servlet* lee las respuestas y las compara con las correctas; los resultados correspondientes son presentados al usuario en una página HTML, construida a través de un *Servlet*. (ver figura 6.3).

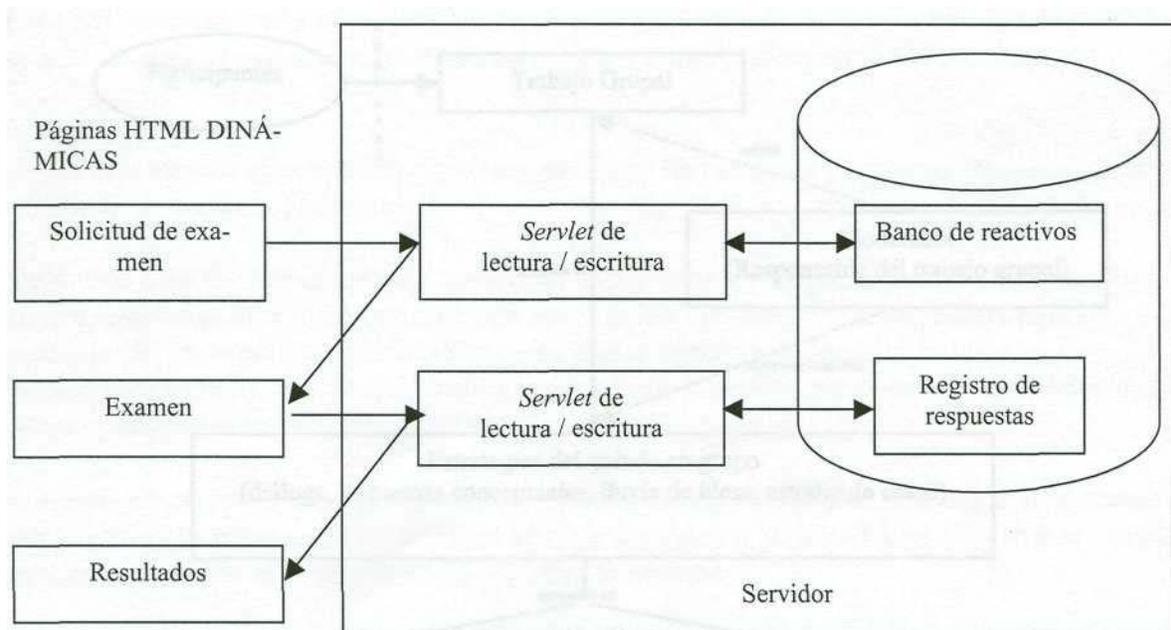


Figura 6.3 Funcionamiento de los Servlets en la creación de un examen.

La página HTML que muestra los resultados obtenidos, recomienda al usuario, repetir las lecciones en las cuales los resultados no fueron satisfactorios, permitiendo así la retroalimentación para una mejor adquisición de los conocimientos.

Como se mencionó en el capítulo cuatro, los ambientes virtuales de trabajo grupal se pueden implementar, desde interfaces de tipo texto hasta interfaces de Realidad Virtual. En el desarrollo del presente trabajo, se instalaron herramientas que permiten realizar trabajo grupal a través de interfaces tipo texto.

En el trabajo grupal, los participantes pueden realizar diferentes tipos de tareas, como:

- Reportar trabajos de investigación.
- Discutir sus puntos de vista con otros alumnos.
- Responder los cuestionamientos del profesor.
- Exponer problemas que ha encontrado en la elaboración de queso Oaxaca.
- Compartir experiencias con otros alumnos.

El trabajo grupal se organiza de dos maneras, trabajo colaborativo cuando los integrantes trabajan juntos para realizarlo (como en las técnicas de Estudio de casos, Esquemas conceptuales y Lluvia de ideas); y trabajo cooperativo, cuando la tarea por realizarse se divide en partes, cada integrante realiza su parte y el trabajo final es la suma de los trabajos individuales, como se propone en la técnica de Círculos de calidad.

En la figura 6.4 se muestra el diagrama de bloques del modelo de trabajo grupal que se propone en el presente trabajo.

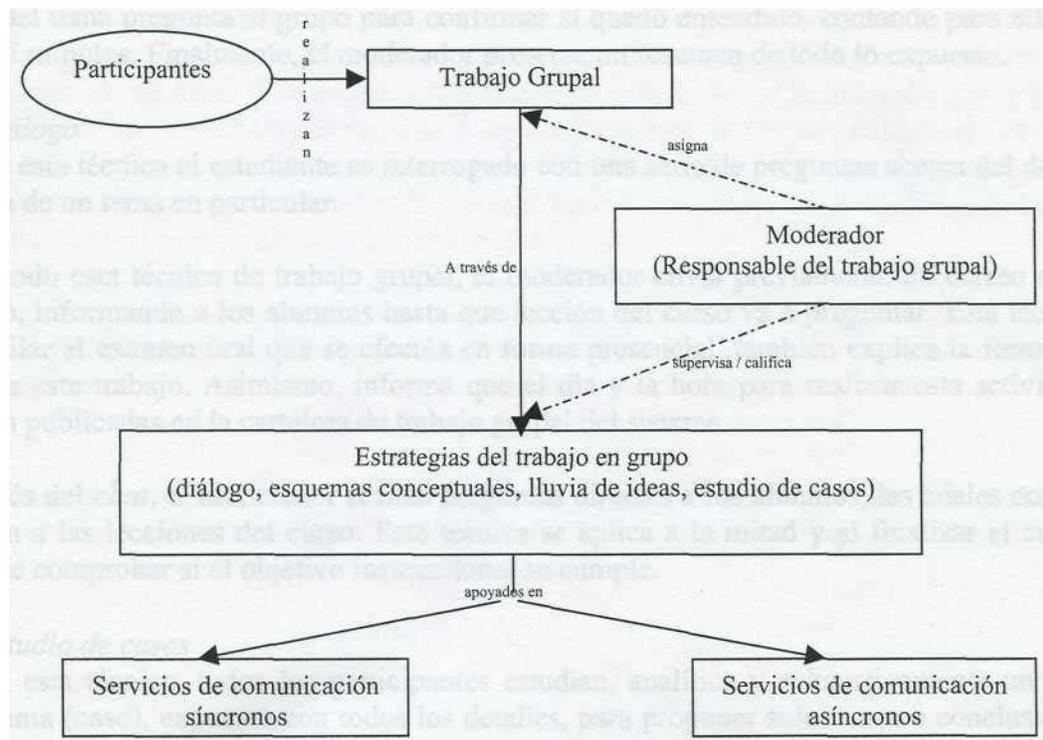


Figura 6.4 Esquema funcional del trabajo grupal propuesto en el CVC.

En este sistema, el moderador es la persona responsable de asignar el trabajo grupal a realizar por los alumnos de un curso. Sus funciones consisten en proponer actividades, definir la técnica a utilizar, explicar y aplicar reglas que permitan que el trabajo sea participativo por todos los integrantes del curso; asimismo, asigna una calificación a cada participante según se haya estipulado en las reglas de la técnica empleada.

A continuación se describen las técnicas de trabajo grupal, que se implementan en el sistema, así como la forma de implementarlas, con la finalidad de que coadyuven en el cumplimiento del objetivo instruccional expuesto en el capítulo cinco. Las herramientas mediante las cuales se implementan estas técnicas se describen más adelante en este mismo capítulo.

- *Lluvia de ideas*

También conocida como tormenta de ideas, la cual consiste en exponer un tema en el grupo y todos los integrantes plantean libremente sus puntos de vista, con objeto de producir ideas originales o innovaciones a las existentes.

En esta técnica, para hacer participativo el encuentro grupal virtual, el moderador envía previamente un correo electrónico, indicando a los alumnos el tema a tratar y los puntos que deben de investigar; también explica la forma de evaluar este trabajo. Asimismo, recomienda que entren a la sección: "cartelera del trabajo grupal" de este sistema, donde encontrará la fecha, hora y lugar donde se realizará el trabajo grupal.

Utilizando el *chat*, el moderador presenta el tema a desarrollar, por el mismo o por algún integrante del grupo, en un tiempo máximo de 10 a 15 minutos, después de los cuales, los demás integrantes del curso preguntan al responsable del tema, sus dudas o inquietudes respecto al tema expuesto, en un tiempo máximo de 15 minutos. Posteriormente el responsable del tema pregunta al grupo para confirmar si quedó entendido, contando para ello de 10 a 15 minutos. Finalmente, el moderador presenta un resumen de todo lo expuesto.

- *Diálogo*

En esta técnica el estudiante es interrogado con una serie de preguntas acerca del dominio de un tema en particular.

Aplicando esta técnica de trabajo grupal, el moderador envía previamente un correo electrónico, informando a los alumnos hasta que lección del curso va a preguntar. Esta técnica es similar al examen oral que se efectúa en forma presencial, también explica la forma de evaluar este trabajo. Asimismo, informa que el día y la hora para realizar esta actividad, estarán publicadas en la cartelera de trabajo grupal del sistema.

A través del *chat*, el moderador realiza preguntas directas a los alumnos, las cuales corresponden a las lecciones del curso. Esta técnica se aplica a la mitad y al finalizar el curso, permite comprobar si el objetivo instruccional se cumple.

- *Estudio de casos*

En esta técnica, todos los participantes estudian, analítica y exhaustivamente un problema (caso), expuesto con todos los detalles, para proponer soluciones o conclusiones ilustrativas.

Al inicio del curso, el moderador envía un correo electrónico a los participantes, para preguntarles acerca de los problemas que han tenido en el área tratada por el curso. Asimismo, les informa que deben de participar, proponiendo una solución a los problemas planteados en el foro del sistema; también explica la forma de evaluar este trabajo. El moderador, al recibir contestación, clasifica los problemas y los plantea a través del foro del sistema. En caso de no existir problemas propuestos, el moderador, basándose en su experiencia, planteará algunos problemas comunes que se presentan en este tipo de áreas.

- *Esquemas conceptuales*

En esta técnica, todos los usuarios comparten definiciones o conceptos de un tema específico con la finalidad de obtener uno general.

El moderador, envía previamente un correo electrónico, informando a los alumnos los temas de investigación que estarán en el foro; asimismo les indica que el trabajo reportado, además de llevar su nombre, deberá presentar la referencia bibliográfica o sitio en Internet donde obtuvieron la información, a fin de que los demás participantes puedan consultarlas. También les explica la forma de evaluar este trabajo.

- *Círculos de calidad*

También conocida como cadena de calidad, esta técnica consiste en que el instructor propone un tema a cada estudiante del grupo, con una descripción general; el estudiante aumenta o cambia el concepto y lo entrega a otro, y así sucesivamente hasta regresar al instructor. Éste al final de la cadena o Círculo de calidad, hace del conocimiento de todos, las conclusiones obtenidas.

Al inicio del curso, el moderador divide al grupo en cuatro partes, envía un correo electrónico a un participante de cada sección con un tema a investigar, incluyendo una lista de direcciones electrónicas de sus compañeros, con la indicación de la fecha en que debe de enviar su trabajo a su compañero; este a su vez, aumenta la investigación e incluye sus puntos de vista y lo envía al siguiente compañero de la lista de correo; así sucesivamente hasta que el trabajo llegue al moderador, el cual realizará un resumen de lo que presenten y lo publicará en el boletín electrónico del sistema.

Para implementar trabajos grupales en el curso, se desarrolló un módulo a través de *Servlet*, donde el profesor o moderador puede asignar tareas, nuevas técnicas, proponer nuevas herramientas; esto a través de páginas *Web* dinámicas, las cuales utilizan la información contenida en la base de datos del sistema, como se explica en la sección 6.4.

Los alumnos tienen acceso a la cartelera de trabajo grupal, a través del escenario tridimensional principal del sistema. La tabla 6.1 muestra un ejemplo del trabajo grupal implementado en el curso de elaboración de queso tipo Oaxaca.

Tabla 6.1 Asignación de trabajo grupal en el curso de elaboración de queso tipo Oaxaca.

Fecha	Hora	Actividades y/o Temas a desarrollar	Técnica a emplear	Servicio a utilizar.
01/10/2000		Elaboración de queso Oaxaca utilizando leche pasteurizada.	Esquemas conceptuales	Foro
01/10/2000		Por correo electrónico recibirás un tema, el cual deberás desarrollar y enviar al siguiente alumno del directorio de usuarios, el último deberá enviarlo al Webmaster del sistema para su publicación.	Circulo de calidad.	Email
01/10/2000		Si tienes problemas con la elaboración de productos lácteos o deseas exponer un caso en particular.	Estudio de casos.	Foro
02/10/2000	10:00hrs y 16:00hrs	¿Qué cantidad de leche se debe de descremar en la elaboración del queso Oaxaca?	Lluvia de ideas.	Chats
03/10/2000		Elaboración de queso Oaxaca utilizando leche en polvo.	Esquemas conceptuales	Foro
03/10/2000	10:00hrs y 16:00hrs	Cuando usar termófilos y cuando mesófilos.	Lluvia de ideas.	Chats
04/10/2000	10:00hrs y 16:00hrs	¿Cómo lograr una mejor elasticidad de las correas y retener la mayor cantidad de agua?	Lluvia de ideas.	Chats
05/10/2000		Elaboración de queso Oaxaca utilizando leche bronca.	Esquemas conceptuales	Foro
05/10/2000	10:00hrs y 16:00hrs	¿Cómo lograr mayor vida de anaquel para el queso Oaxaca?	Lluvia de ideas.	Chats

Para obtener comunicación en línea entre los usuarios del sistema, compartir experiencias, consultar a los expertos, intercambiar información, tener asesoría, reportar trabajo grupal o individual; se integran al sistema módulos de comunicación síncrona y asíncrona, a saber, el *chat*, el foro, el correo y el boletín electrónico respectivamente.

6.2 MODELO FUNCIONAL

En la figura 6.5 se presenta el modelo funcional del sistema computacional denominado "Centro Virtual de Capacitación" (CVC), el cual constituye el mayor nivel de abstracción en la metodología IDEFO [2], [5].

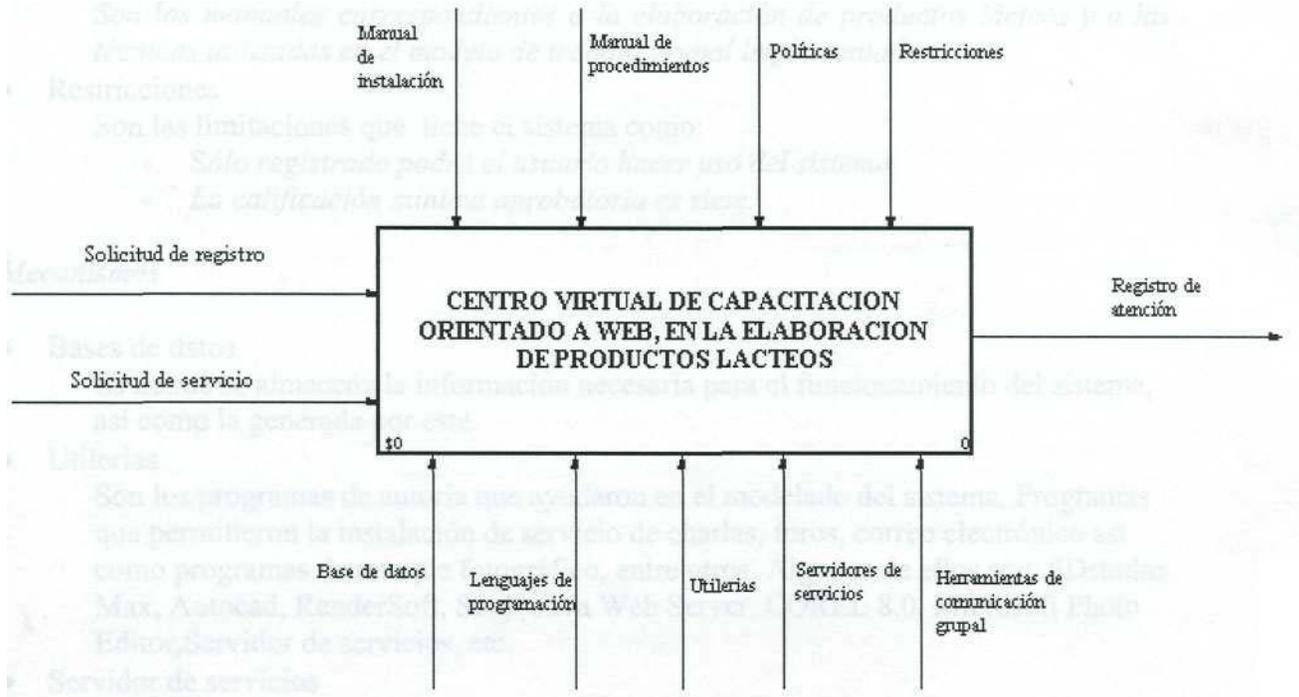


Figura 6.5 Esquema funcional del Centro Virtual de Capacitación en la elaboración de productos lácteos (nivel 0).

A continuación, se describen los ICOM's para este nivel de abstracción.

Entradas

- **Solicitud de registro**
Es la solicitud de inscripción que presenta el sistema para quedar registrado y poder ingresar posteriormente a él. Los datos que debe llenar un usuario son: *nombre, dirección, sexo, edad, teléfono, email, centro de trabajo, nacionalidad, id, password*.
- **Solicitud de servicio**
Es la petición que realiza el usuario para ingresar al sistema, debe de escribir su *id* y *password*.

Salida

- **Registro de atención**
Es el registro que determina que un usuario ha abandonado el sistema. Se almacenan: *la fecha, hora de entrada y salida del sistema, el id, password, la sección del CVC que el usuario visito*.

Controles

- Políticas
Están contenidas en el manual de administración del sistema, el cual indica, *quién es el moderador de los foros y charlas, los cursos a ofrecer, los tiempos de asesoría en línea, el número de usuarios a atender etc.*
- Manual de procedimientos
Son los manuales correspondientes a la elaboración de productos lácteos y a las técnicas utilizadas en el modelo de trabajo grupal implementado.
- Restricciones
Son las limitaciones que tiene el sistema como:
Sólo registrado podrá el usuario hacer uso del sistema. La calificación mínima aprobatoria es siete.

Mecanismos

- Bases de datos
Es donde se almacena la información necesaria para el funcionamiento del sistema, así como la generada por este.
- Utilerías
Son los programas de autoría que ayudaron en el modelado del sistema. Programas que permitieron la instalación de servicio de charlas, foros, correo electrónico así como programas de retoque fotográfico, entre otros. Algunos de ellos son: 3Dstudio Max, Autocad, RenderSoft, Soap, Java Web Server, COREL 8.0, Microsoft Photo Editor, Servidor de servicios, etc.
- Servidor de servicios
Es el lugar físico donde se ha instalado el sistema. En este caso son tres PCs, cuyas direcciones IP son las siguientes: 200.34.44.97, 200.34.44.98 y 200.34.44.99.
- Lenguajes de programación
Son los lenguajes con los que se ha desarrollado el sistema (VRML, HTML, JAVA, JAVASCRIPT).
- Herramientas de comunicación grupal
Son las herramientas que permiten la realización del trabajo grupal, a saber, los foros, el *chat*, el correo electrónico, el boletín electrónico.

Los módulos principales del sistema, los cuales corresponden al siguiente nivel de abstracción, se muestran en la figura 6.6.

Como se muestra en la figura 6.6, el módulo de REGISTRO DE USUARIOS es la puerta al sistema. Si no se registra, no es posible tener acceso al mismo. Si ya está registrado sólo debe dar el *login* y *password* correspondientes, para hacer uso del sistema. Los siguientes módulos, PRODUCCIÓN VIRTUAL y TRABAJO GRUPAL, son independientes entre sí, es decir se puede acceder a los mismos en forma independiente (ver figura 6.6).

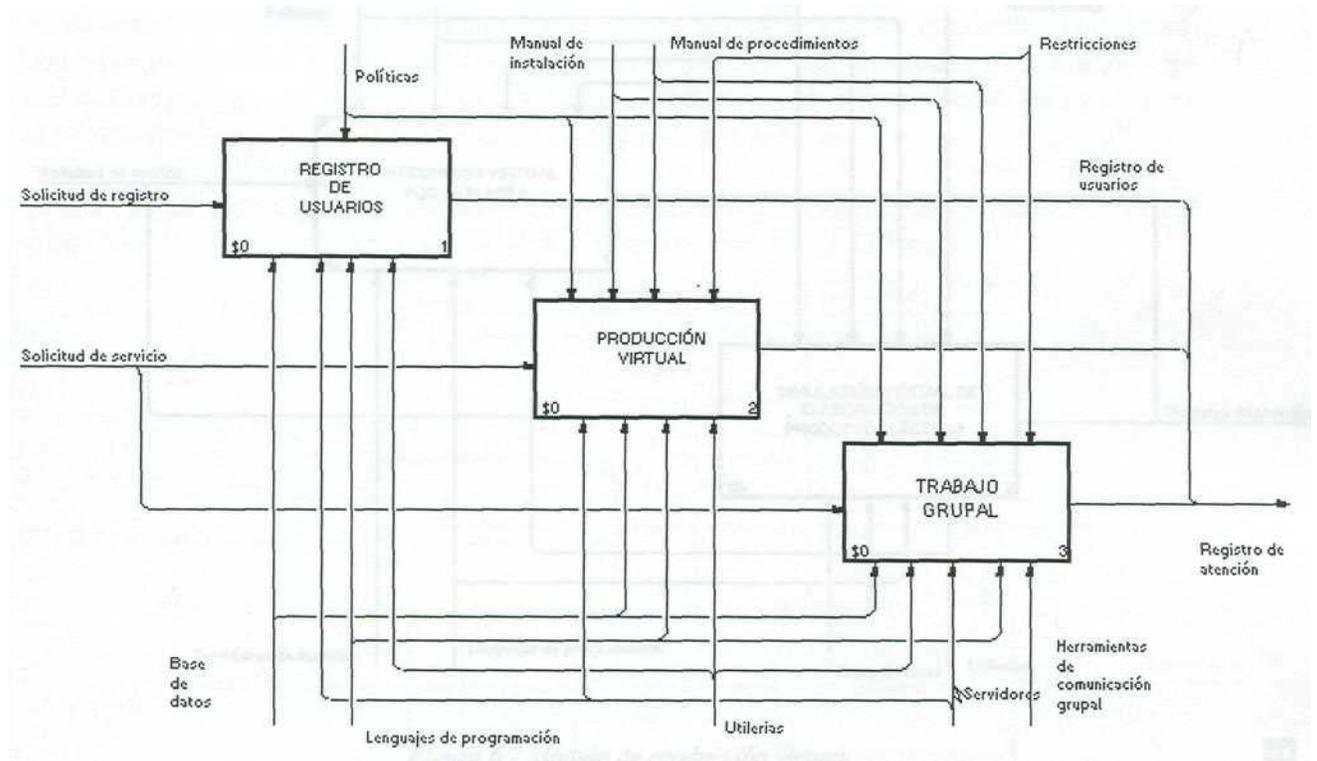


Figura 6.6 Módulos principales del sistema (nivel 1).

Los módulos de PRODUCCIÓN VIRTUAL y de TRABAJO GRUPAL se presentan en una sola pantalla, en un mundo VRML. Es *el front-end* del sistema, en el cual se lleva a cabo la integración y control de las distintas aplicaciones del sistema.

El módulo de PRODUCCIÓN VIRTUAL (ver figura 6.7), está subdividido a su vez en dos, uno para efectuar un recorrido virtual por la planta y otro para realizar la simulación virtual de elaboración de productos lácteos.

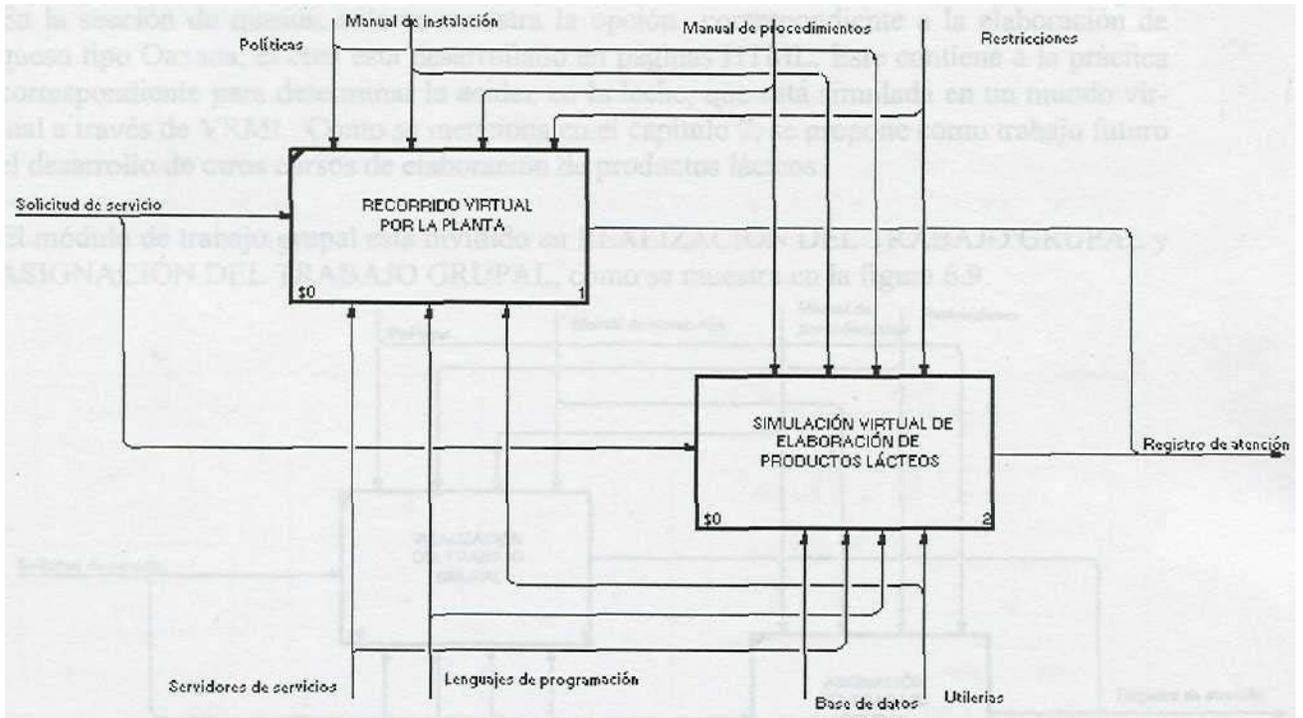


Figura 6.7 Módulo de producción virtual.

El módulo correspondiente a SIMULACIÓN VIRTUAL DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS, a su vez, está conformado por los módulos de los cursos que se pueden presentar en el centro virtual de Capacitación (ver figura 6.8). Como caso de estudio,

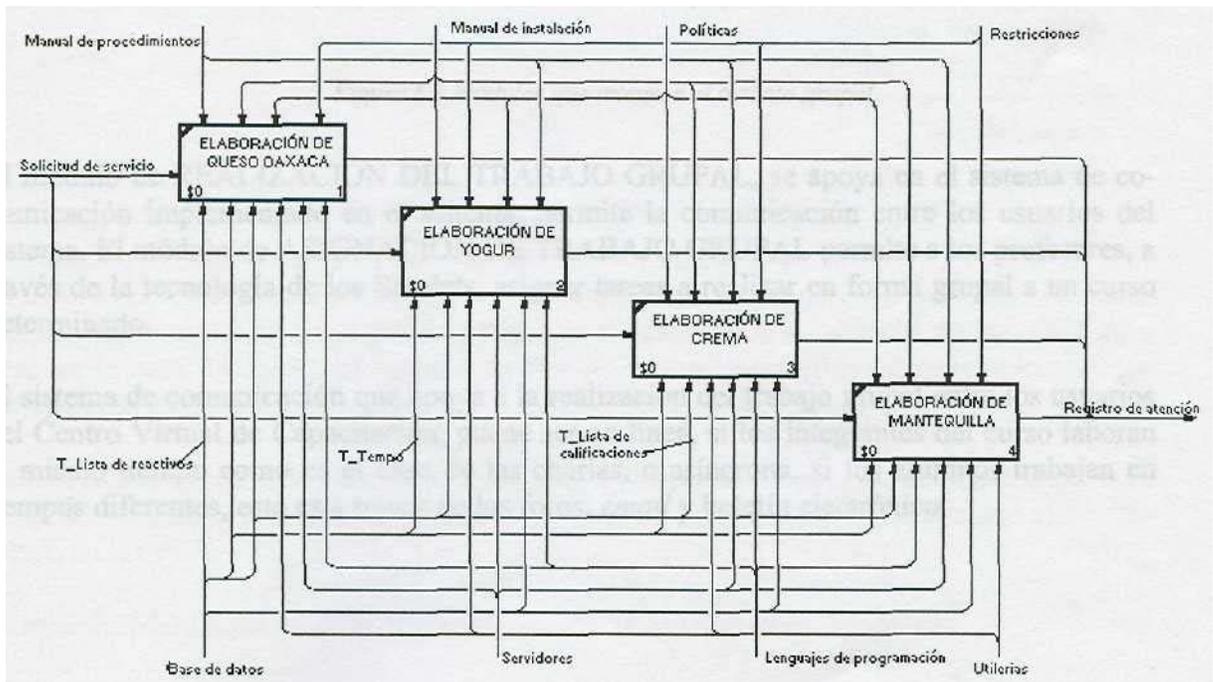


Figura 6.8 Cursos que se pueden ofrecer en el Centro Virtual de Capacitación.

En la sección de quesos, sólo se muestra la opción correspondiente a la elaboración de queso tipo Oaxaca, el cual está desarrollado en páginas HTML. Este contiene a la práctica correspondiente para determinar la acidez en la leche, que está simulada en un mundo virtual a través de VRML. Como se menciona en el capítulo 7, se propone como trabajo futuro el desarrollo de otros cursos de elaboración de productos lácteos.

El módulo de trabajo grupal está dividido en REALIZACIÓN DEL TRABAJO GRUPAL y

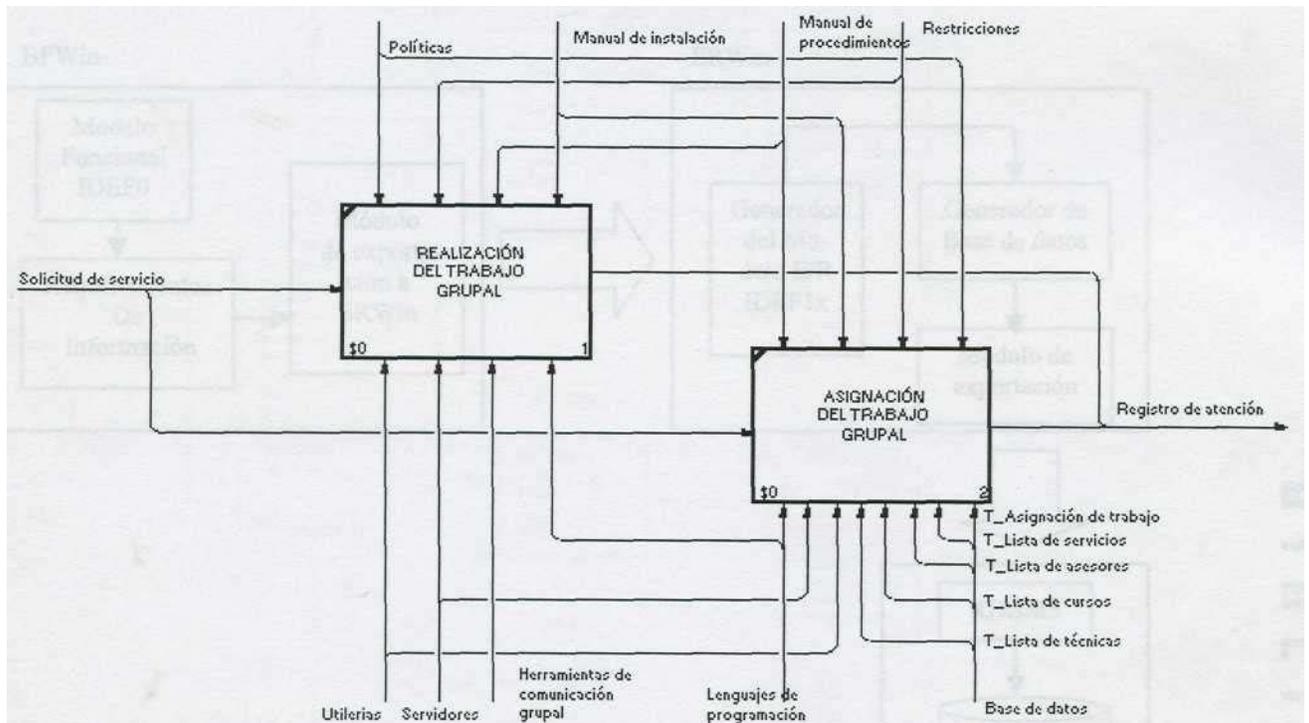


Figura 6.9 Módulos que integran el trabajo grupal.

El módulo de REALIZACIÓN DEL TRABAJO GRUPAL, se apoya en el sistema de comunicación implementado en el sistema, permite la comunicación entre los usuarios del sistema. El módulo de ASIGNACIÓN DE TRABAJO GRUPAL permite a los profesores, a través de la tecnología de los Servlets, asignar tareas a realizar en forma grupal a un curso determinado.

El sistema de comunicación que apoya a la realización del trabajo grupal entre los usuarios del Centro Virtual de Capacitación, puede ser en línea, si los integrantes del curso laboran al mismo tiempo como es el caso de las charlas, o asíncrona, si los alumnos trabajan en tiempos diferentes, esto es a través de los foros, *email* y boletín electrónico.

6.3 BASE DE DATOS DEL SISTEMA

Una vez establecidos los requerimientos de información y obtenido el modelo funcional del sistema; a través del *software* BPWin, se exportaron las entidades asociadas a los ICOM's al *software* ERWin, para generar la estructura básica del modelo lógico de datos. A su vez en ERWin se establecieron las relaciones entre las tablas, declarando sus llaves primarias y foráneas; una vez teniendo esto, se generó el modelo físico de datos. Este proceso se ilustra gráficamente en la figura 6.10.

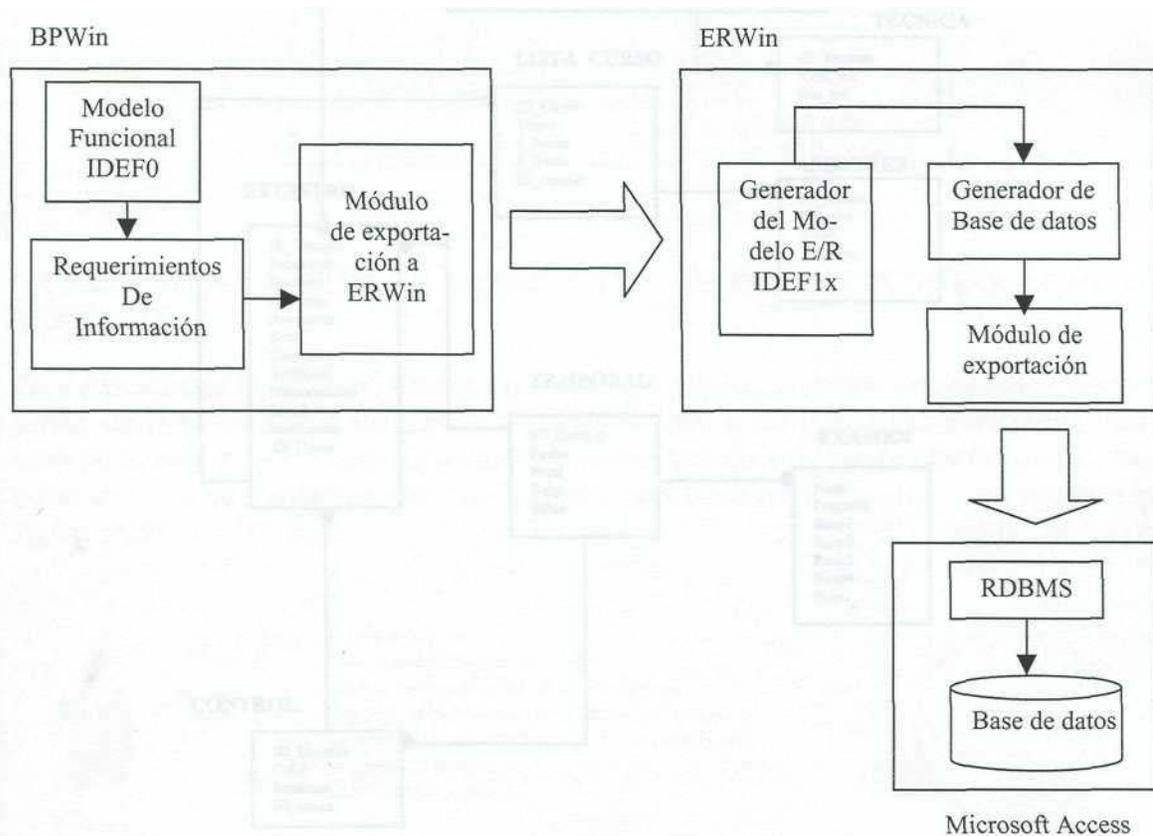


Figura 6.10 Relación entre el modelo funcional y los modelos, lógico y físico de datos.

El software ERWin es un ambiente CASE, mediante el cual se generan los modelos, lógico y físico de datos. Además, ERWin traduce el modelo físico de datos a código SQL para generar la base de datos del sistema en una plataforma específica (por ejemplo, Access, Informix, SQL Server, entre otras).

Para el Centro Virtual de Capacitación, se eligió Microsoft Access 97, como administrador de la base de datos relacional del sistema, por ser un software que generalmente viene instalado en las PC's.

El modelo físico de la base de datos del sistema se muestra en la figura 6.11.

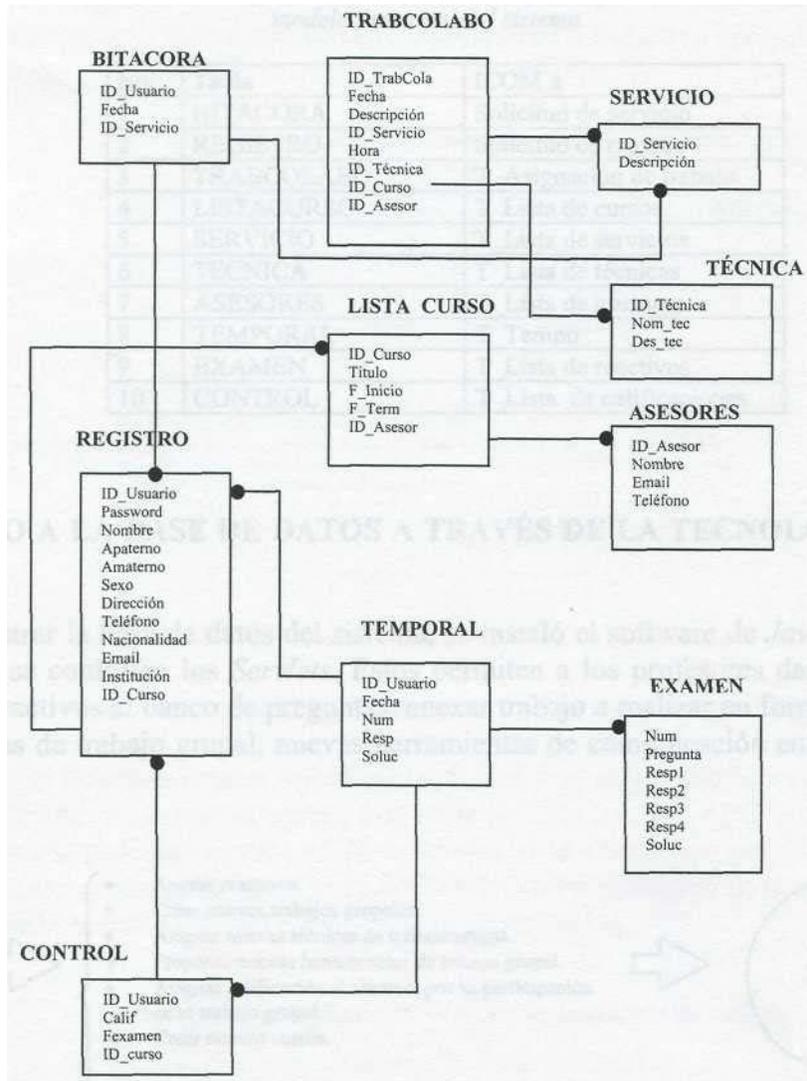


Figura 6.11 Modelo físico de la base de datos del Centro Virtual de Capacitación.

El diccionario de datos del sistema, se incluye en el apéndice E.

El ICOM *Solicitud de registro*, está asociado con la entidad REGISTRO, la cual tiene los atributos de ID_Usuario, Password, Nombre, Apaterno, Amaterno, Sexo, Dirección, Teléfono, Nacionalidad, Email, Institución, ID_curso (ver figura 6.12).

Así mismo el ICOM *Solicitud de servicio*, está asociado con la entidad BITÁCORA cuyos atributos son: ID_Usuario, Fecha, ID_Servicio.

En general, la asociación entre los ICOMs del modelo funcional y las tablas del modelo físico de datos, se indican en la tabla 6.2.

Tabla 6.2 Relación entre las tablas del modelo físico de datos y los ICOM's del modelo funcional del sistema.

N	Tabla	ICOM's
1	BITÁCORA	Solicitud de servicio
2	REGISTRO	Solicitud de registro
3	TRABCOLAB	T Asignación de
4	LISTACURSO	T Lista de cursos
5	SERVICIO	T Lista de servicios
6	TÉCNICA	T Lista de técnicas
7	ASESORES	T Lista de asesores
8	TEMPORAL	T Tempo
9	EXAMEN	T Lista de reactivos
10	CONTROL	T Lista de calificaciones

6.4 ACCESO A LA BASE DE DATOS A TRAVÉS DE LA TECNOLOGÍA DE LOS SERVLETS

Para administrar la base de datos del sistema, se instaló el software de *Java Web Server*, a través de él se controlan los *Servlets*. Estos permiten a los profesores dar de alta cursos, incorporar reactivos al banco de preguntas, anexar trabajo a realizar en forma grupal, incorporar técnicas de trabajo grupal, nuevas herramientas de comunicación entre usuarios (ver figura 6.12).

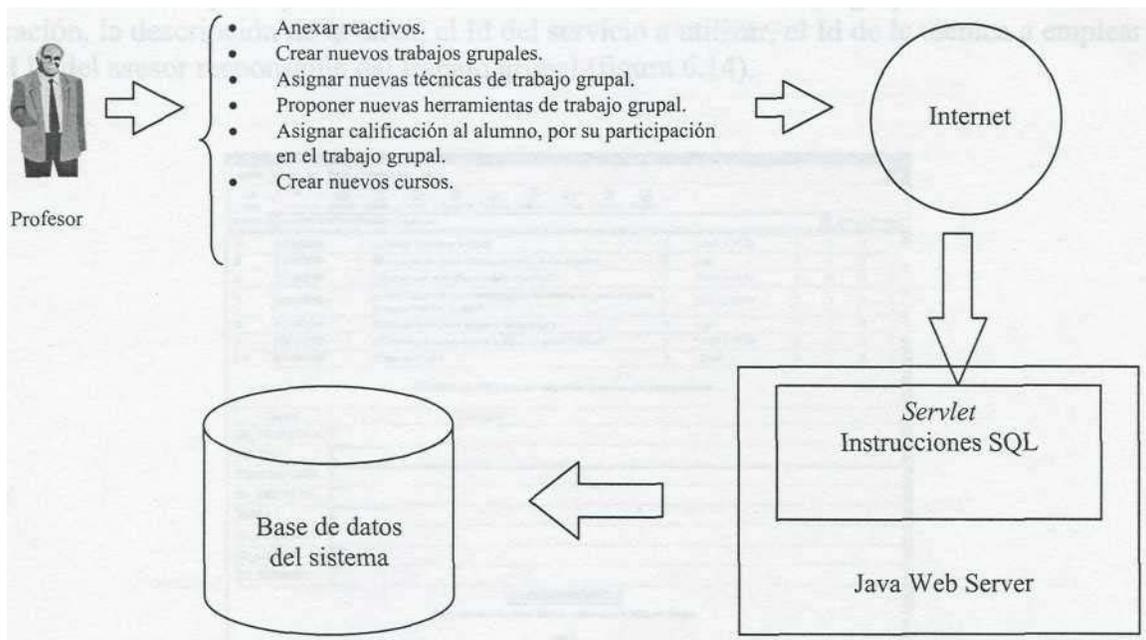


Figura 6.12 Acceso a la base de datos del sistema vía Internet.

Los profesores anexan más reactivos a la tabla EXAMEN de la base de datos del sistema a través de un *Servlet*, introduciendo el Id del curso, el número de pregunta, una descripción de ésta, las respuesta, la letra o número que corresponda a la opción correcta y el nombre de la lección a la que pertenece (figura 6.13).

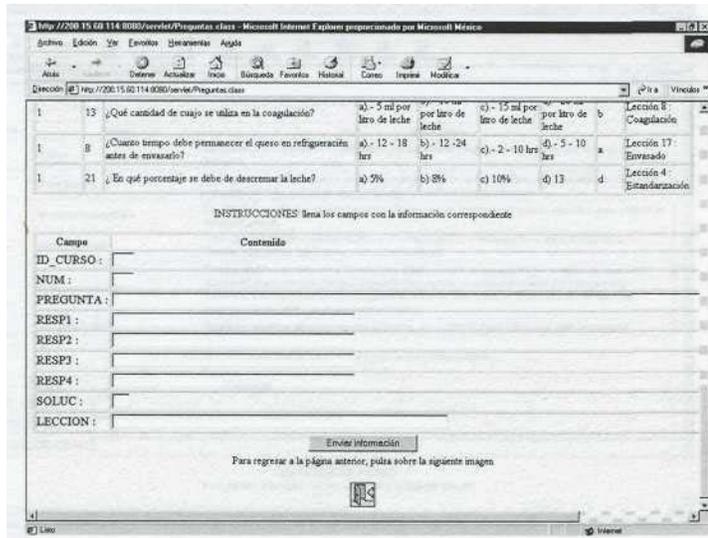


Figura 6.13 Alta de reactivos en la tabla EXAMEN a través de un *Servlet*.

Para dar de alta una nueva tarea a realizar en forma grupal, los profesores la asignan a un curso determinado, mediante el acceso a la tabla de TRABACOLABO a través de un *Servlet*. El sistema le pide que escriba el Id del curso, el Id del trabajo grupal, la fecha de elaboración, la descripción de la tarea, el Id del servicio a utilizar, el Id de la técnica a emplear y el Id del asesor responsable del trabajo grupal (figura 6.14).

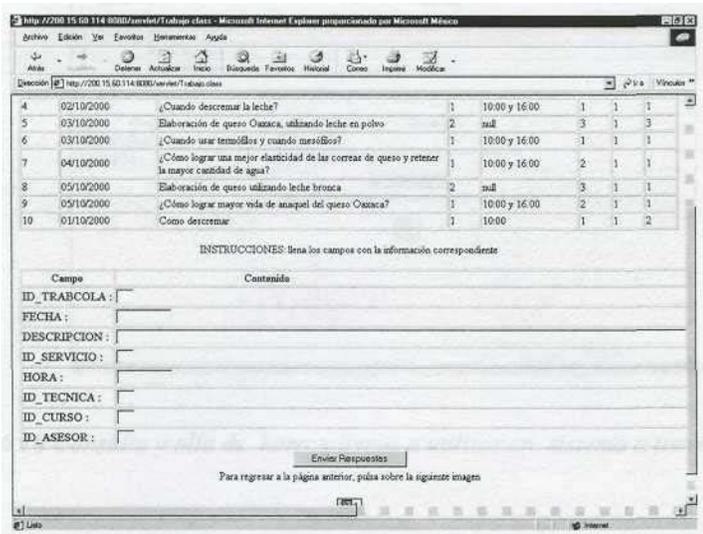


Figura 6.14 Consulta y alta de trabajo colaborativo a través de un *Servlet*.

Para consultar o dar de alta técnicas de trabajo grupal, el profesor accesa a la tabla de TÉCNICAS de la base de datos del sistema a través de un *Servlet*, debe de asignar un identificador para la nueva técnica, el nombre de la técnica y una descripción de ella (figura 6.15).

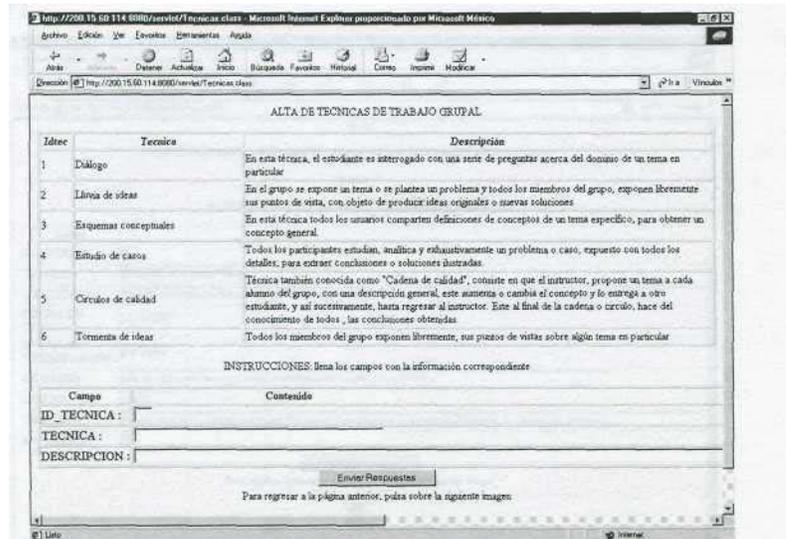


Figura 6.15 Alta de técnicas grupales a través de un *Servlet*.

El profesor puede consultar o dar de alta herramientas que sirvan como medio de comunicación entre los usuarios, que sirvan como un medio para implementar el trabajo grupal del sistema (figura 6.16).

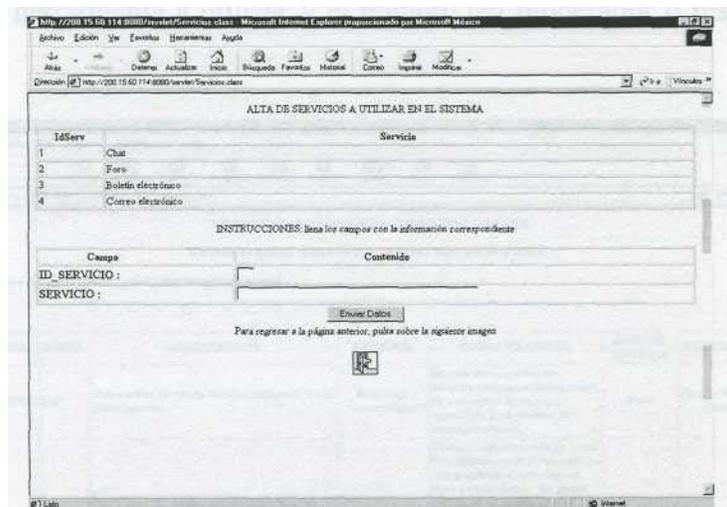
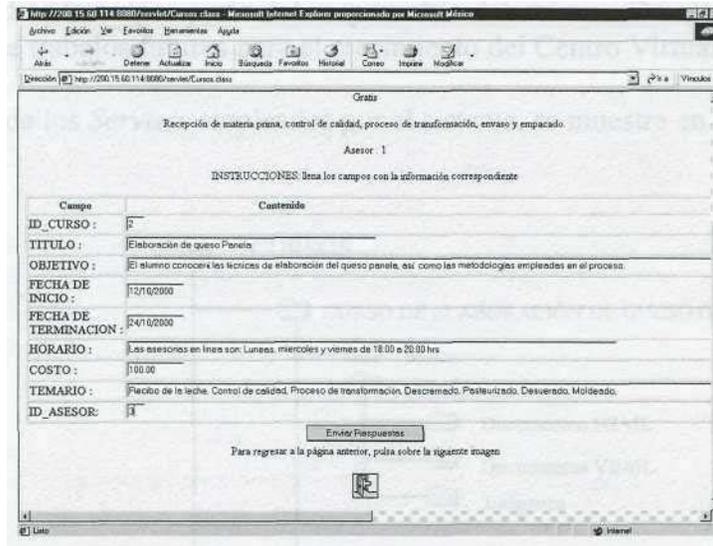


Figura 6.16 Consulta y alta de herramientas a utilizar en sistema a través de un *Servlet*.

Para acceder a la tabla de CURSOS de la base de datos del sistema, se programo un *Servlet* donde el profesor da de alta el título del curso, el objetivo, fecha de inicio y terminación, horario de asesorías en línea, costo, temario, la clave el responsable del curso. Los datos enviados por el profesor son almacenados en la tabla de cursos, de la base de datos del sistema (figura 6.17).

Figura 6.17. Consulta y alta de cursos a través de un *Servlet*.



El alumno consulta el trabajo grupal asignado al curso mediante un *Servlet*, el cual le muestra la fecha, la hora, una descripción del trabajo, la técnica a emplear, una explicación de cómo realizarlo, la herramienta a utilizar y el nombre del moderador o responsable del mismo (figura 6.18).

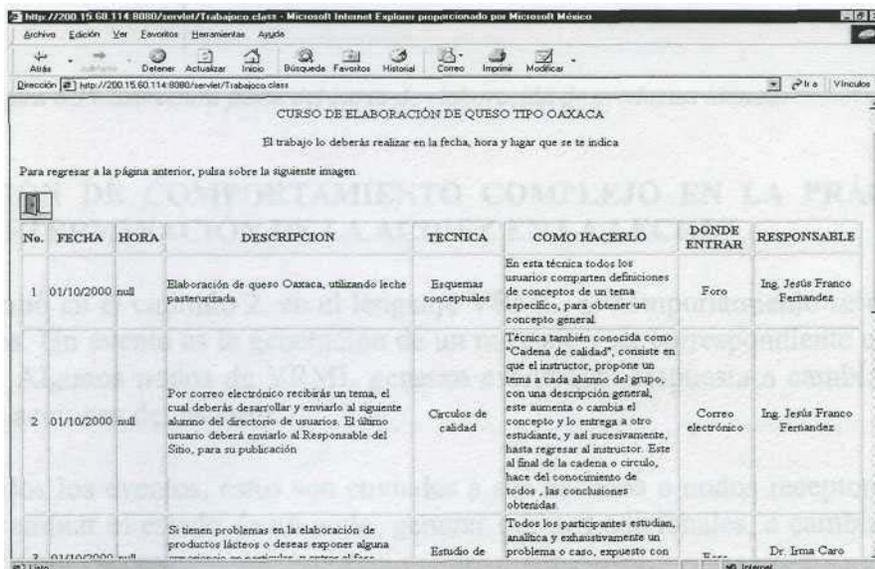


Figura 6.18 Consulta al trabajo grupal del curso, a través de un *Servlet*

Para que el administrador del sistema ponga en línea un nuevo curso, el profesor deberá entregar los archivos correspondientes al mismo, con la estructura mostrada en la figura 6.19.

Al entregar la documentación de los cursos con esta estructura, se facilita y garantiza su incorporación al sistema por parte del responsable del mismo. De esta forma se planeó la incorporación de trabajos futuros para el crecimiento del Centro Virtual de Capacitación.

Los programas de los *Servlets* empleados por el sistema, se muestra en el apéndice C.

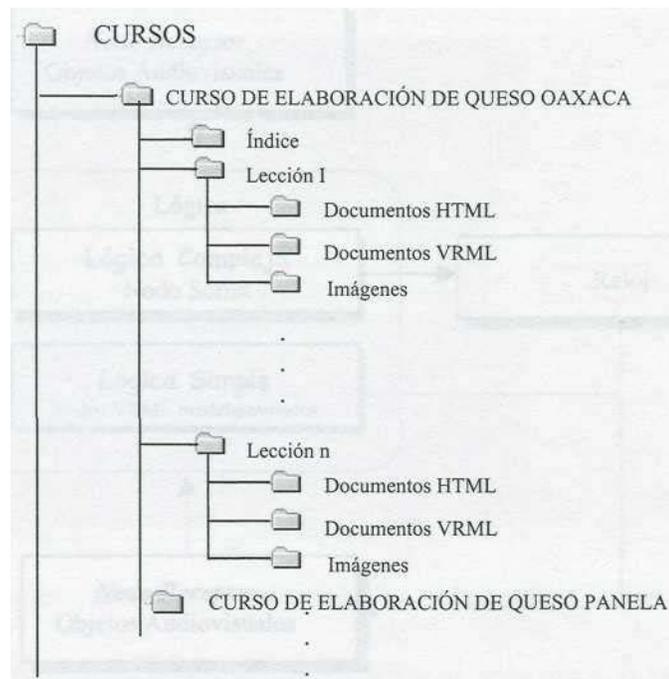


Figura 6.19 Estructura física del curso de elaboración de productos lácteos.

6.5 ASIGNACIÓN DE COMPORTAMIENTO COMPLEJO EN LA PRÁCTICA VIRTUAL: "DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ EN LA LECHE"

Como se mencionó en el capítulo 2, en el lenguaje VRML, el comportamiento se controla mediante eventos. Un evento es la generación de un mensaje y su correspondiente envío de un nodo a otro. Algunos nodos de VRML generan eventos en respuesta a cambios en el ambiente o a las acciones del usuario.

Una vez generados los eventos, estos son enviados a sus destinos o nodos receptores. Este proceso puede cambiar el estado de un nodo, generar eventos adicionales, o cambiar la estructura del *grafo* por escena.

El modelo general de comportamiento en el lenguaje VRML tiene los siguientes elementos (ver figura 6.20) [1], [4].

- Un disparador (*trigger*), que genera un evento para iniciar la animación. Este puede ser un sensor de toque, de proximidad, de colisión, de visibilidad o un pulso de reloj.
- Un reloj, que genera eventos cada cierto tiempo (pulso) para calcular cada paso de la animación.
- Uno o varios nodos que llevan la lógica de la animación. Esta lógica puede ser simple (empleando por ejemplo los nodos interpoladores) o compleja (empleando el nodo *Script*).
- Uno o varios nodos que describen los objetos que se ven en la escena, éstos pueden ser los nodos de formas, de luces, de texturas, *etc.*

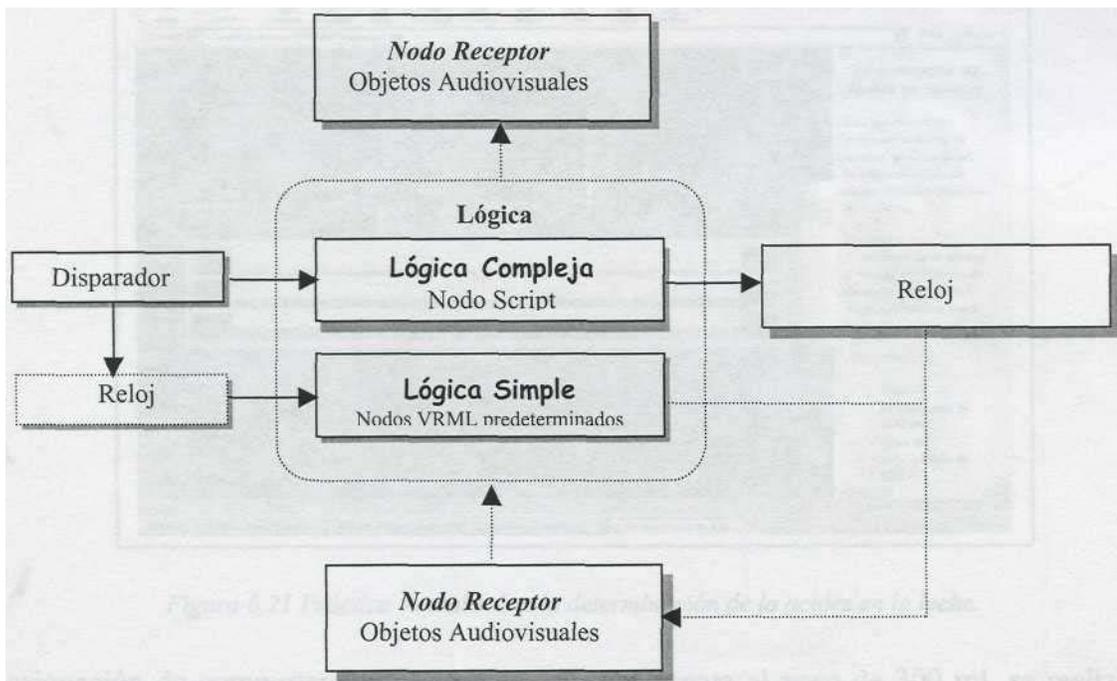


Figura 6.20 Modelo general de comportamiento en VRML.

En el comportamiento simple, los cambios en el estado de los objetos, dependen, exclusivamente, de eventos internos generados por nodos descritos dentro del programa VRML, sin la intervención de ningún lenguaje ajeno a este. Se puede decir que éste tipo de comportamiento es propio de VRML.

Para la realización de la práctica virtual titulada "Determinación de la acidez en la leche", donde se muestra un vaso de 300 ml, un vaso de 100 ml, una pipeta, un gotero, un acidímetro, una mesa y un bote (ver figura 6.21); fue necesario asignar comportamientos complejos a los objetos de la escena tridimensional que permitieran la correcta realización de la misma. Por ejemplo, no dejar caer las gotas que simulan el hidróxido de sodio, si antes no se vació leche al vaso de 100 ml y en éste, gotas de fenolftaleína (al mismo tiempo debe estar cargada la bureta del acidímetro), sin dejar al alumno la posibilidad de realizar pasos incorrectos o saltarse algunos.

Esto se logró, mediante la activación de banderas cuando el objeto haya realizado correctamente la actividad que debe simular.

Debido a que el lenguaje VRML no posee por sí solo, la capacidad de asignar este tipo de comportamiento, se eligió el lenguaje JavaScript por ser compatible con el lenguaje VRML, y que además proporciona los elementos necesarios y suficientes para asignar los comportamientos que la escena requiere.

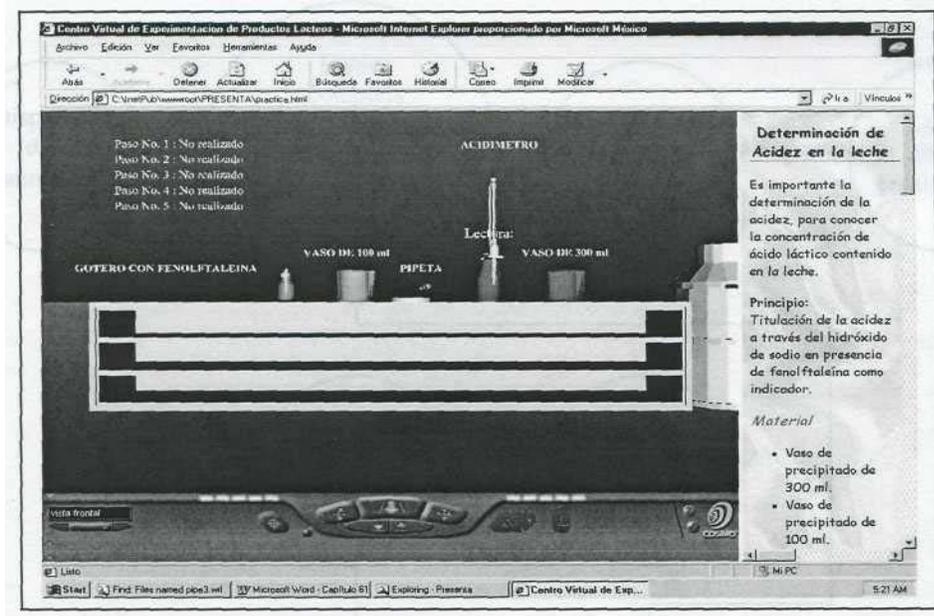


Figura 6.21 Práctica virtual sobre la determinación de la acidez en la leche.

La asignación de comportamiento al objeto que representa al vaso de 300 ml, se realizó mediante el paso de eventos a través de nodos, como se muestra en la figura 6.22.

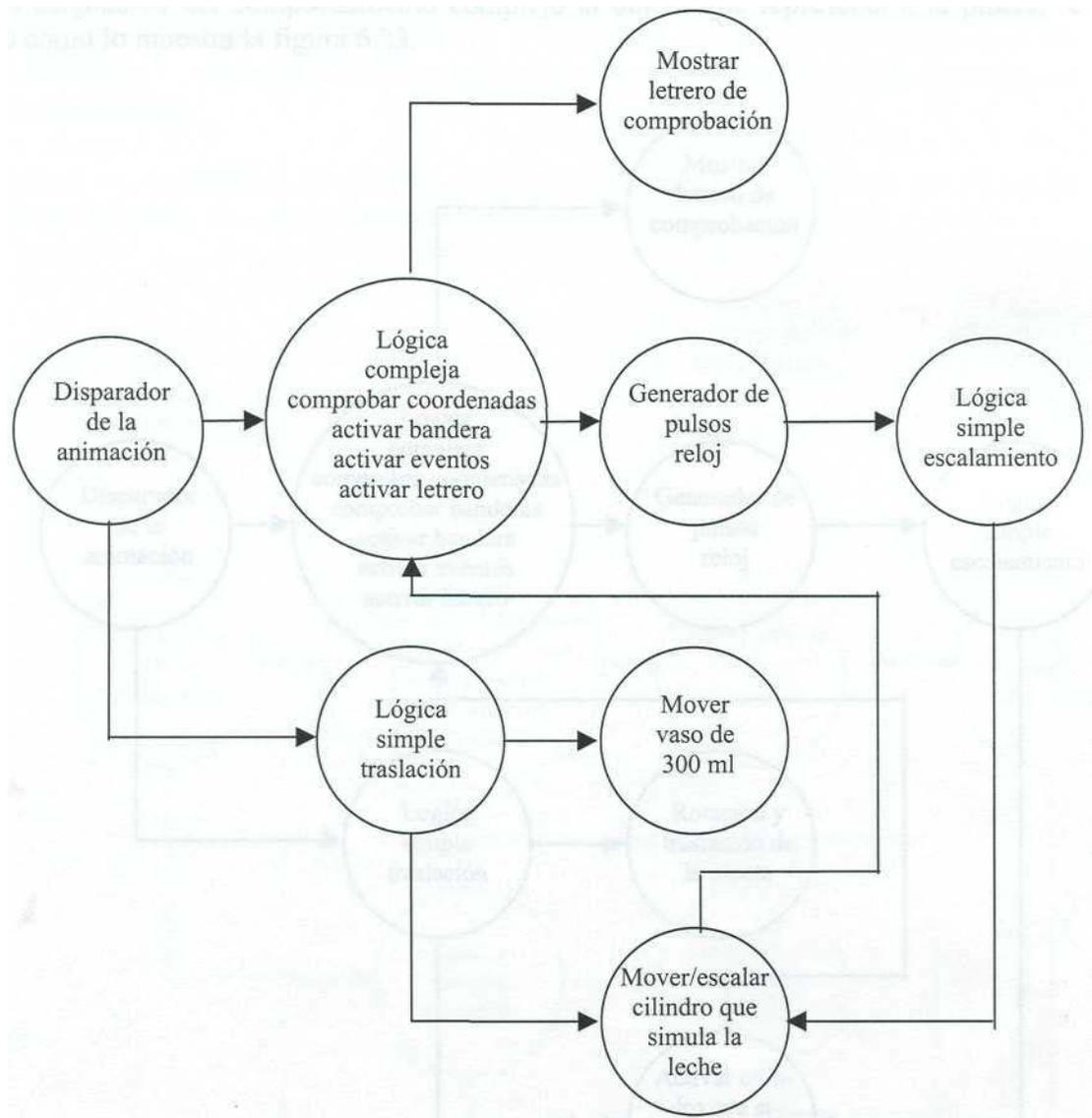


Figura 6.22 Diagrama de paso de eventos para la asignación de comportamiento a la representación virtual del vaso de 300 ml de la escena.

El Disparador de la animación, permite que el usuario mediante la programación de una lógica simple, pueda mover el objeto que representa al vaso de 300 ml y al mismo tiempo al cilindro que simula la leche (cuya altura es de cero). Cuando se están moviendo, mediante el paso de parámetros, envía las coordenadas que tiene al nodo que activa la lógica compleja. Este a su vez, comprueba que cuando se cumplan determinadas coordenadas, en primer lugar, active el reloj que genera pulsos para la animación que simula que el vaso se llena de leche, al mismo tiempo, activa el letrero que muestra que el paso se realizó correctamente.

Por otro lado, activa una bandera que indica que el paso número uno de las instrucciones se ha realizado correctamente, lo cual será condicionante para los siguientes pasos.

Para la asignación del comportamiento complejo al objeto que representa a la pipeta, se realizó como lo muestra la figura 6.23.

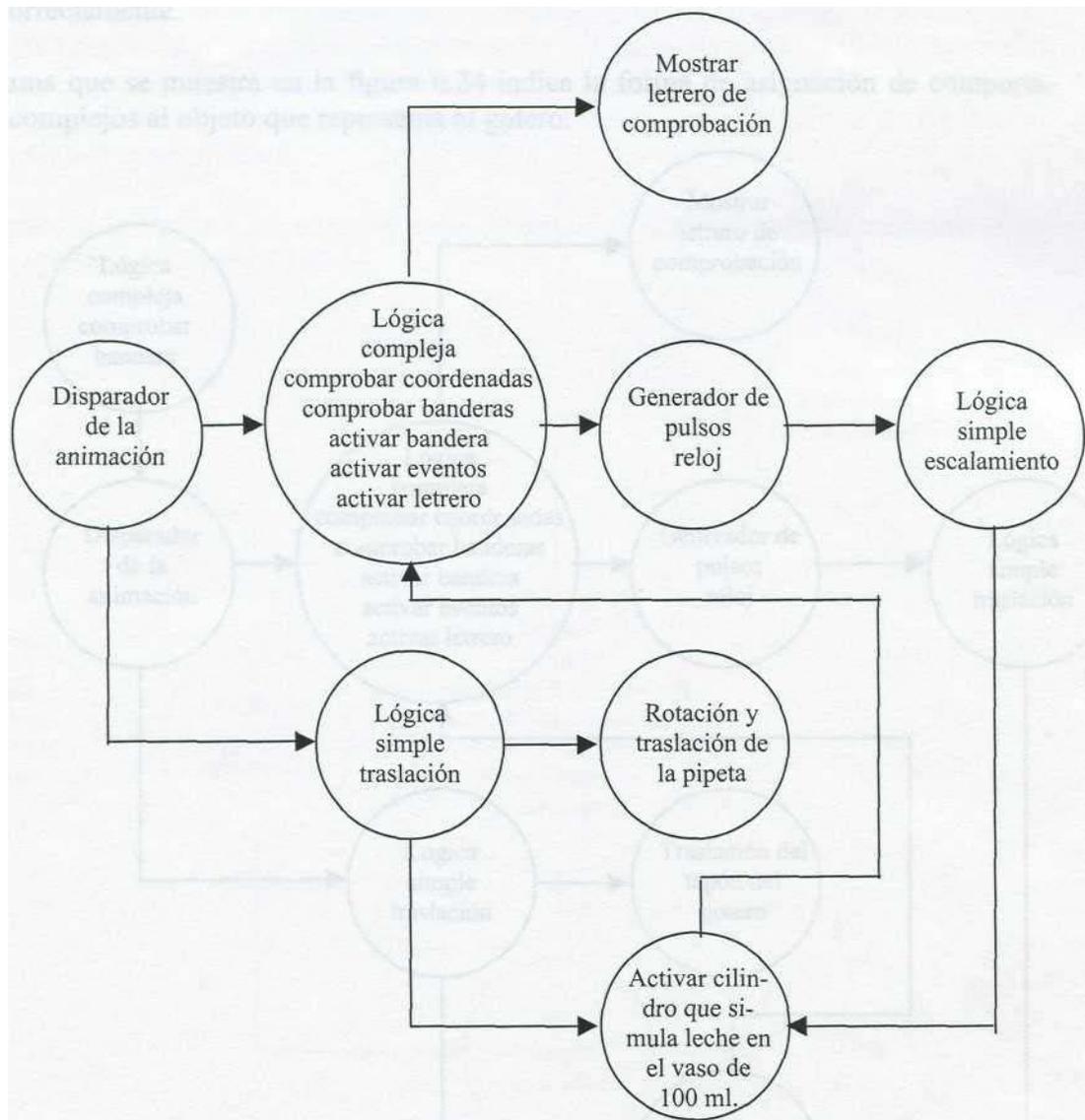


Figura 6.23 Diagrama de paso de eventos para la asignación de comportamiento a la representación virtual de la pipeta de la escena.

El Disparador de la animación, permite mediante la programación de una lógica simple, que el usuario pueda mover el objeto que representa a la pipeta. Cuando éste se está moviendo, mediante el paso de parámetros envía sus coordenadas al nodo que activa la lógica compleja. En primer lugar, cuando el objeto que representa a la pipeta está en las mismas coordenadas del objeto que representa al vaso de 300 ml, y la bandera del paso uno esté activada, se activa una segunda bandera.

Cuando ambas banderas estén activadas y la pipeta se encuentre en las coordenadas del objeto que representa al vaso de 100 ml, se activa la generación de pulsos de reloj para la animación que simula que el vaso de 100 ml se llena de leche. Al mismo tiempo, se activa una nueva bandera y muestra un letrero que indica que el paso dos de las instrucciones, se realizó correctamente.

El diagrama que se muestra en la figura 6.24 indica la forma de asignación de comportamientos complejos al objeto que representa al gotero.

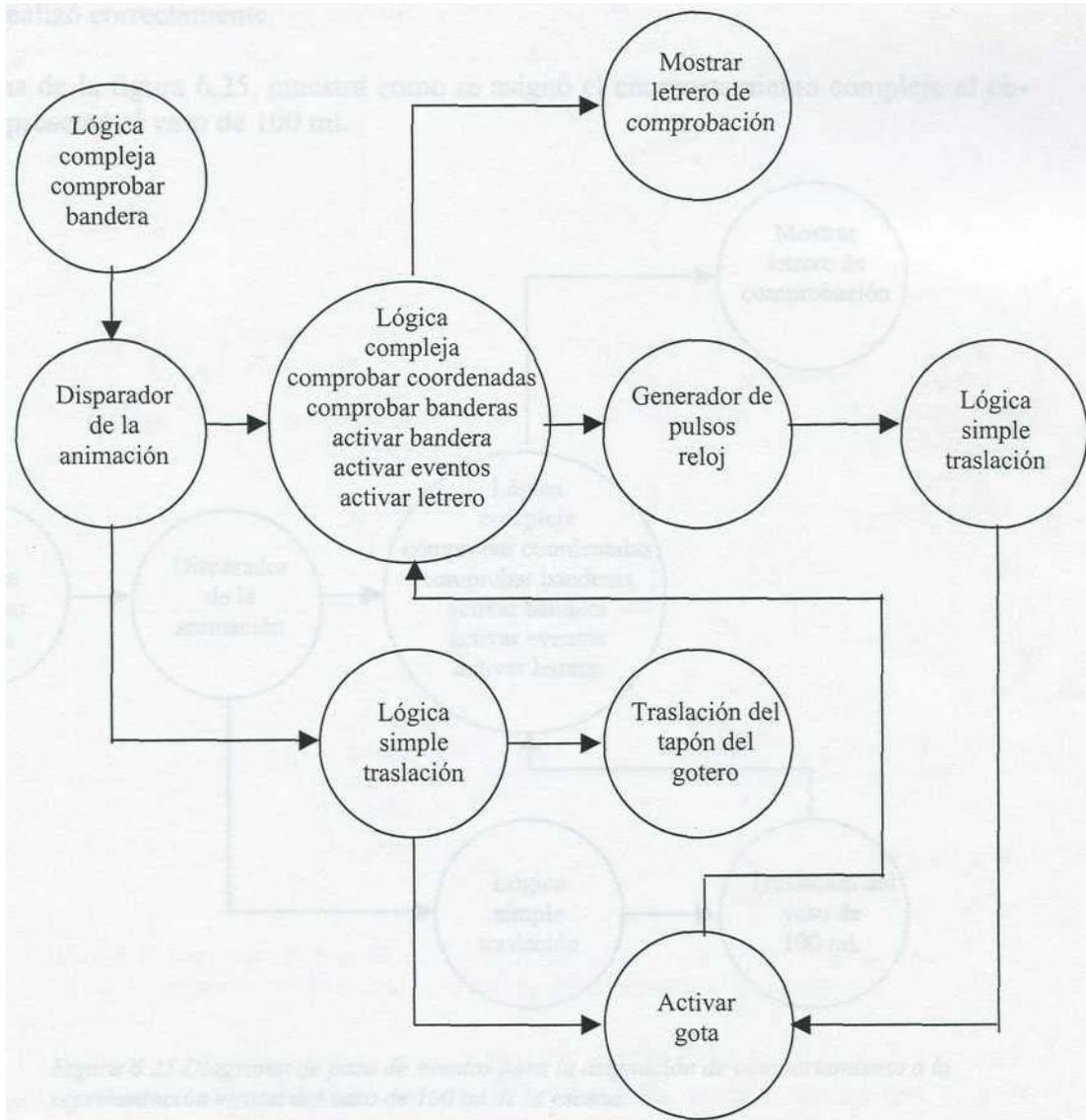


Figura 6.24 Diagrama de paso de eventos para la asignación de comportamiento

Como se observa en la figura 6.24, para activar la animación del objeto que representa al gotero, primero se comprueba que la bandera del paso dos de las instrucciones esté activada.

Cuando el Disparador de la animación permite mover el objeto que simula al gotero, envía también las coordenadas de él al nodo que controla la Lógica compleja. Cuando se verifica que el gotero cumple con las mismas coordenadas que el vaso de 100 ml, se activa una bandera, la simulación de las gotas y un letrero que indica que el paso tres de las instrucciones se realizó correctamente.

El diagrama de la figura 6.25, muestra como se asignó el comportamiento complejo al objeto que representa al vaso de 100 ml.

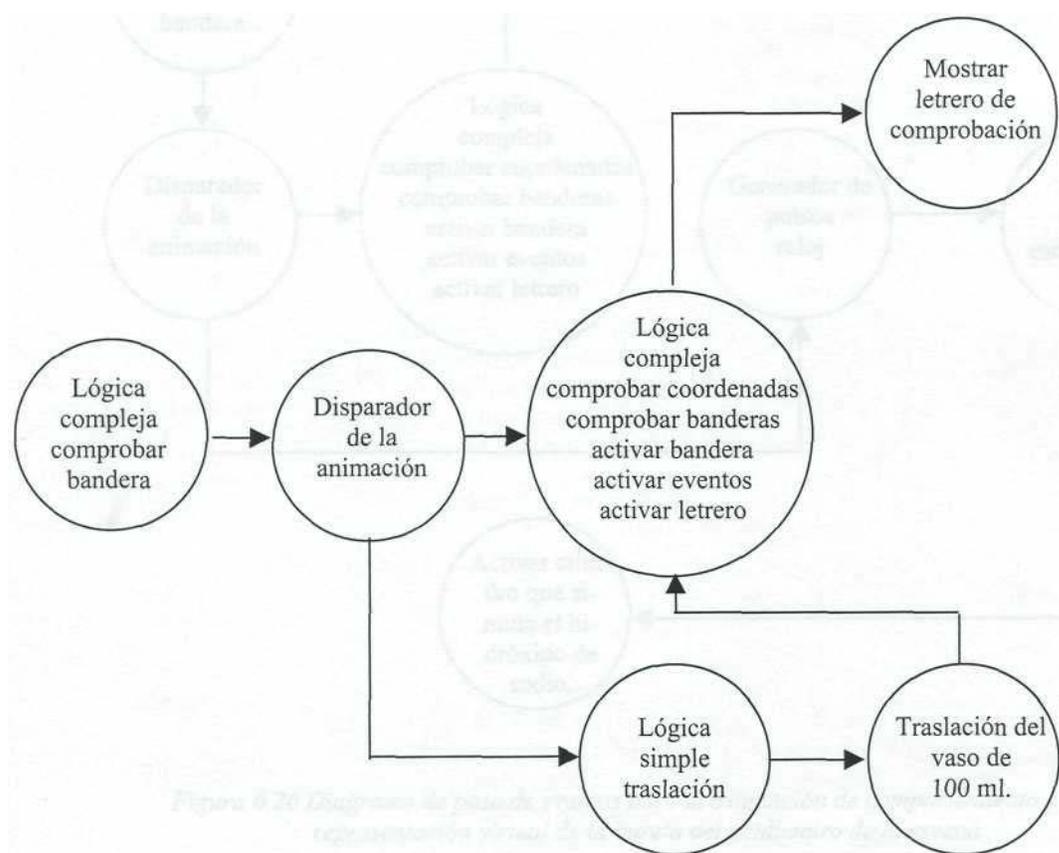


Figura 6.25 Diagrama de paso de eventos para la asignación de comportamiento a la representación virtual del vaso de 100 ml de la escena.

Para activar la animación del objeto que representa al vaso de 100 ml, es necesario que esté activada la bandera del paso 3 de las instrucciones, de lo contrario no se puede mover el vaso.

Al activarse el Disparador de la animación, el usuario puede mover el objeto que representa al vaso de 100 ml, el cual, a través del paso de parámetros envía sus coordenadas al nodo que controla la Lógica compleja. Cuando ésta verifica que el vaso está en las coordenadas

abajo del objeto que representa a la bureta del acidímetro, activa una bandera y muestra un letrero que indica el paso cuarto de las instrucciones se realizó correctamente.

Para asignar comportamiento complejo al objeto que simula el llenado de la bureta con hidróxido de sodio, se realizó como se indica en la figura 6.26. Es necesario comprobar primero que la bandera del paso cuarto de las instrucciones este activada.

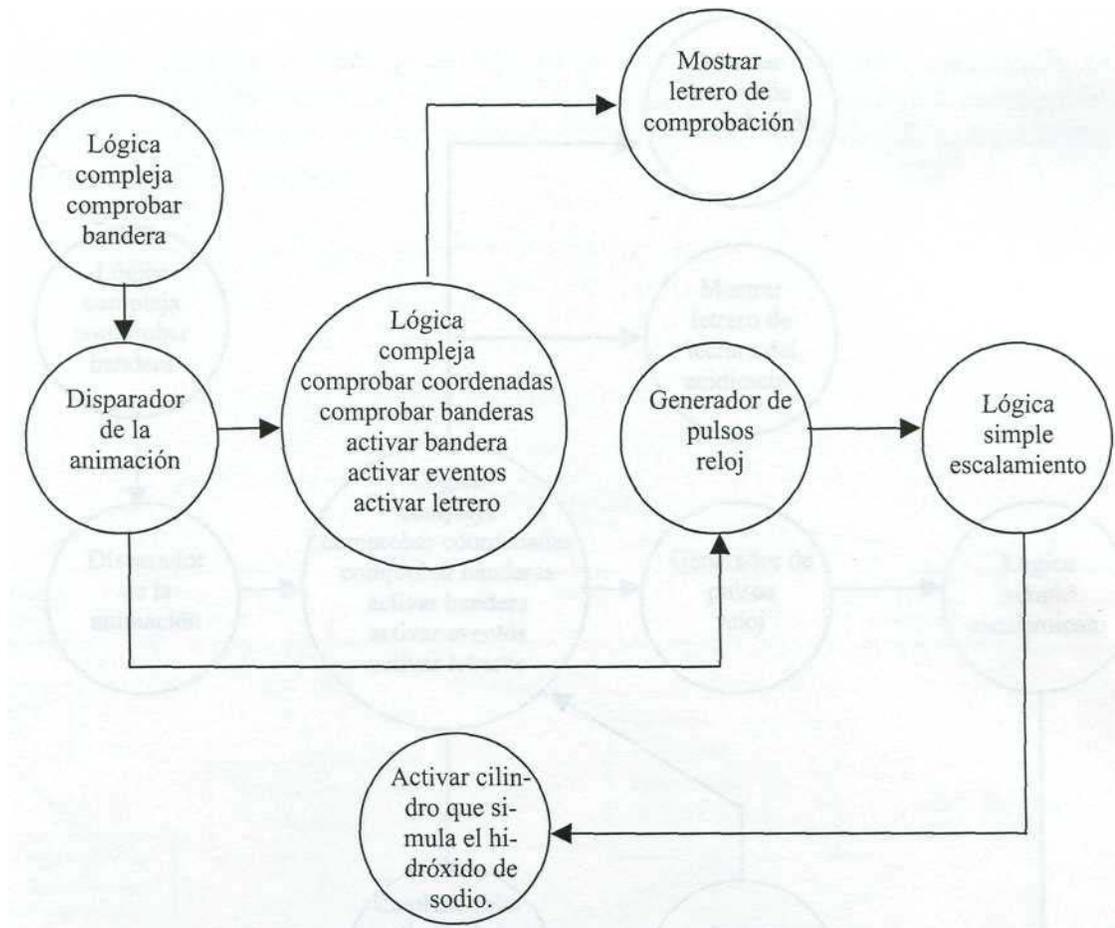


Figura 6.26 Diagrama de paso de eventos para la asignación de comportamiento a la representación virtual de la bureta del acidímetro de la escena.

Cuando el Disparador de la animación activa la simulación del llenado de la bureta, el nodo de la Lógica compleja activa simultáneamente una bandera, la cual indica que el paso quinto de las instrucciones se realizó correctamente, asimismo activa el letrero que muestra que dicho paso se ha realizado correctamente.

La figura 6.27 muestra la forma de asignación de comportamiento complejo al objeto que representa las gotas de hidróxido de sodio. El Disparador de la animación permite que el nodo que controla la Lógica compleja, verifique que el vaso se encuentre abajo de la bureta del acidímetro; asimismo comprueba que la bandera del paso quinto de las instrucciones esté activada, cuando dichas condiciones se han cumplido, activa la animación del objeto que representa las gotas de hidróxido de sodio, este a su vez envía sus coordenadas al nodo

que controla la Lógica compleja, cuando estas son las mismas a las del vaso de 100 ml, activa el letrero de que el paso se realizó correctamente y muestra la lectura que marca el acidímetro; asimismo, activa los nuevos valores que permiten cambiar de color al cilindro que simula la leche en el vaso de 100 ml, si no se ha adquirido el color rosa pálido que debe tener como en el proceso real, se debe seguir activando la animación de las gotas hasta obtener dicho color.

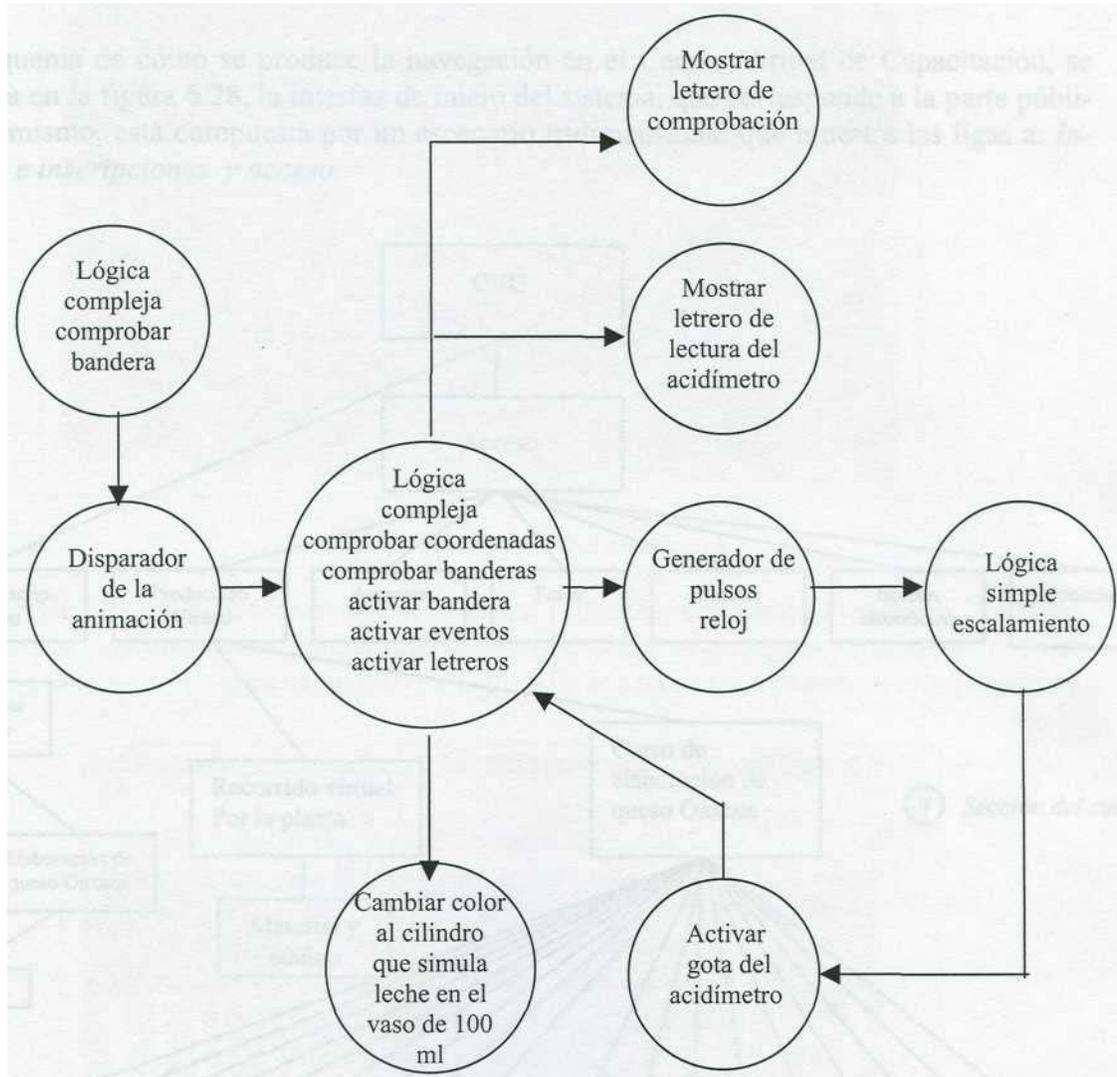


Figura 6.27 Diagrama de paso de eventos para la asignación de comportamiento a la representación virtual de las gotas de hidróxido de sodio.

6.6 INTERFACES GRÁFICAS

La interfaz gráfica del sistema esta dividida en dos partes, una pública, donde el usuario puede ver la introducción al sistema, la convocatoria a los cursos que ofrece, el módulo de inscripción y el acceso a la parte privada del sistema, que corresponde propiamente a la parte sustancial del mismo, al cual sólo tendrán acceso los usuarios que estén inscritos en alguno de los cursos que ofrece.

Un esquema de cómo se produce la navegación en el Centro Virtual de Capacitación, se muestra en la figura 6.28, la interfaz de inicio del sistema, que corresponde a la parte pública del mismo, está compuesta por un escenario tridimensional que muestra las ligas a: *Informes e inscripciones y acceso*.

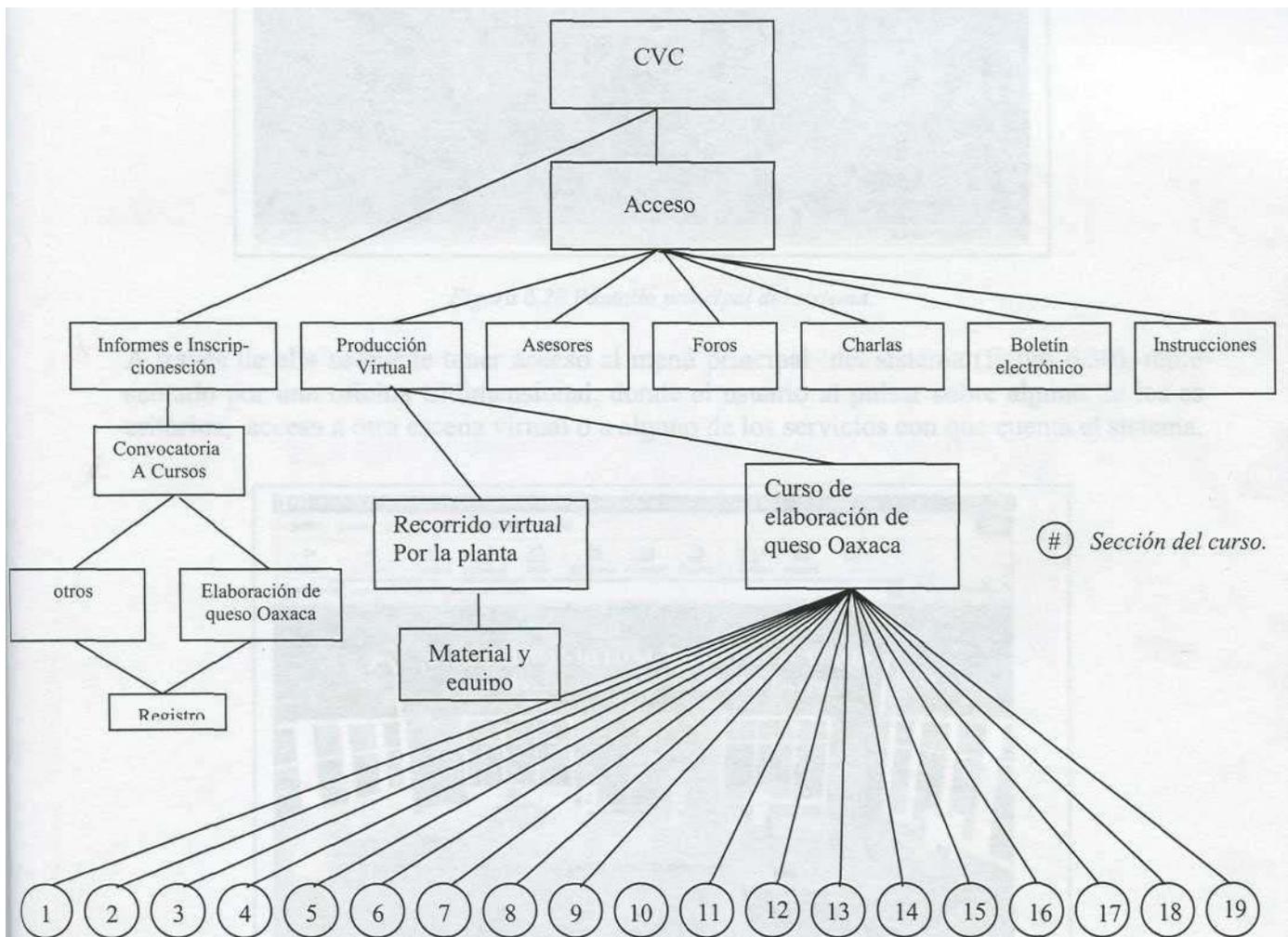
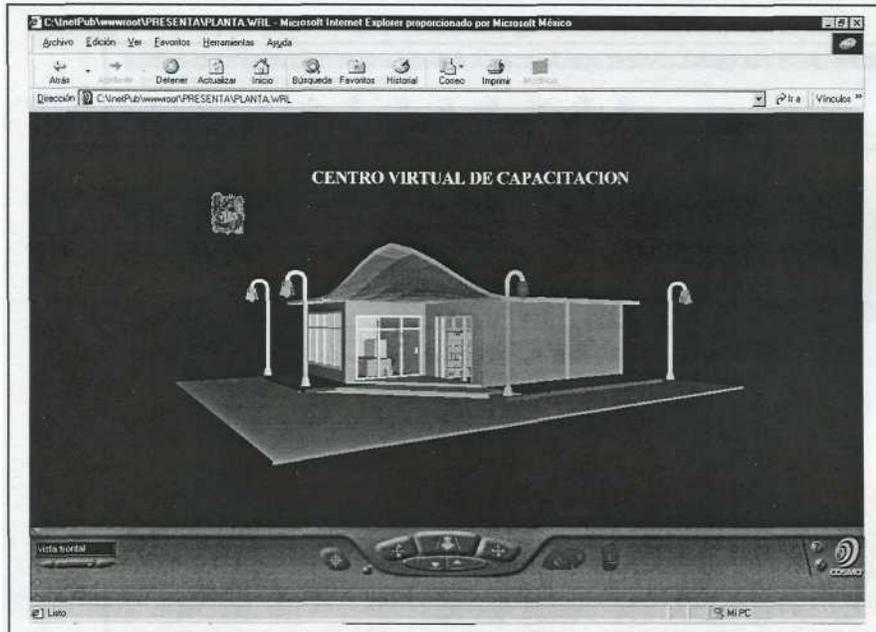


Figura 6.28 Esquema general del Centro Virtual de Capacitación.

La parte privada está compuesta por: *Producción virtual (Recorrido virtual por la planta y curso de elaboración de queso tipo Oaxaca)*, *Salón de asesores*, *Foros*, *Charlas*, *Boletín electrónico*, e *instrucciones*.

La figura 6.29 muestra la página de entrada o *front end* del sistema.



A través de ella se puede tener acceso al menú principal del sistema (figura 6.30), representado por una oficina tridimensional, donde el usuario al pulsar sobre alguno de los escritorios, accesa a otra escena virtual o a alguno de los servicios con que cuenta el sistema.



Figura 6.30 Interfaz gráfica que muestra el menú principal del sistema.

Al pulsar sobre la opción de información e inscripciones, el sistema muestra una pantalla que explica lo que ofrece el sitio, así como la lista de convocatorias a los cursos que se ofre-

cen (ver figura 6.31). Para mostrar la funcionalidad del mismo sólo se muestra la convocatoria al curso de elaboración de queso tipo Oaxaca, el cual está desarrollado en HTML, y virtualizada sólo la parte correspondiente a la determinación de la acidez en la leche.

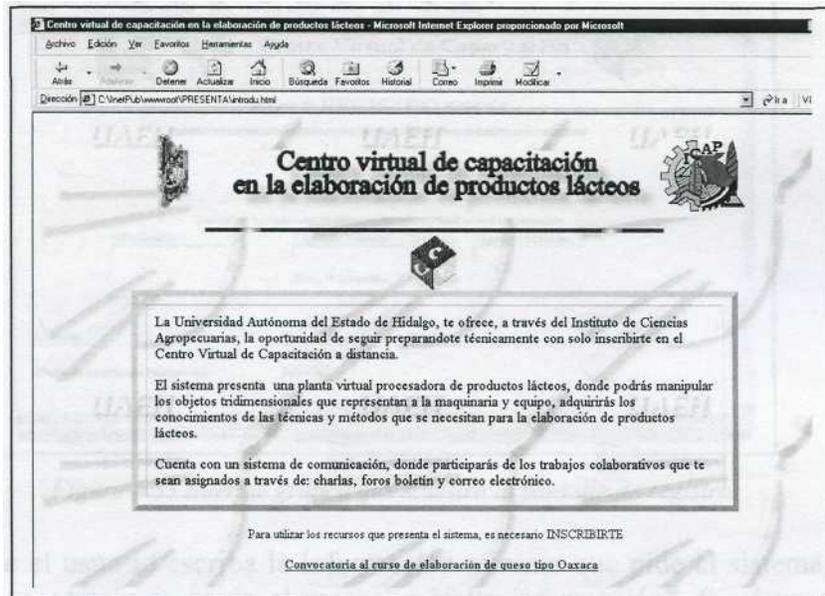


Figura 6.31 Interfaz gráfica que muestra el módulo de información.

La convocatoria muestra el objetivo del curso, a quién esta dirigido, la duración, fecha de inicio y terminación, así como una liga hacia la forma de registro para este curso.(ver figura. 6.32).



Figura 6.32 Interfaz gráfica que muestra la convocatoria al curso.

Para registrarse, la computadora tiene programado a través del lenguaje Java, un *Servlet*, que permite manipular una base de datos de Microsoft Access 97, donde almacena la información que el sistema pide al usuario (ver figura 6.33).



Figura 6.33 Interfaz gráfica que muestra la pantalla de registro.

Es necesario que el usuario escriba la información mínima que pide el sistema para poder continuar, de lo contrario se envía el mensaje: "falta información". Si el usuario ya está registrado, con solo escribir su *login* y *password*, podrá utilizar los servicios que tiene el sistema, e ingresar al curso en que se inscribió. Una vez registrado, el sistema presenta al usuario la pantalla del menú principal.

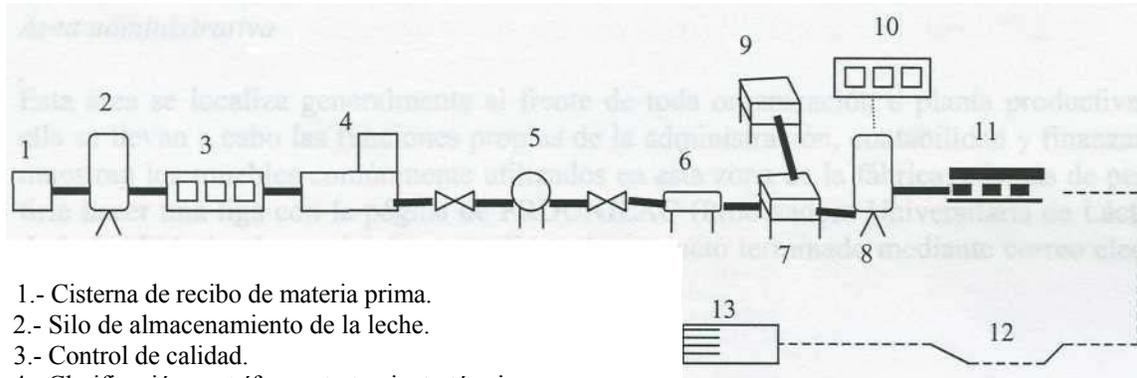
6.6.1 SISTEMA DE PRODUCCIÓN VIRTUAL

La figura 6.34 muestra la interfaz correspondiente a la opción de producción virtual con que cuenta el sistema. Está dividida en dos secciones, una para realizar el recorrido virtual por la planta y otra que ofrece el curso de elaboración de queso tipo Oaxaca. Como se observa, en esta interfaz se anulan los controles del *browser* VRML para que el usuario sólo pulse sobre una u otra opción.



Figura 6.34 Producción virtual del CVC.

En la figura 6.35 se muestra el proceso de producción general de elaboración de quesos.



- 1.- Cisterna de recibo de materia prima.
- 2.- Silo de almacenamiento de la leche.
- 3.- Control de calidad.
- 4.- Clarificación centrífuga y tratamiento térmico.
- 5.- Depósitos intermedios.
- 6.- Pasteurización de la leche.
- 7.- Cubas para la elaboración del queso

- 8.- Depósito regulador y llenado de moldes.
- 9.- Separación y refrigeración.
- 10.- Control de calidad.
- 11.- Prensado y lavado de moldes.
- 12.- Tratamiento del queso.
- 13.- Cámaras de almacenamiento de los quesos

Figura 6.35 Proceso general de elaboración de queso.

Cuando el usuario pulsa sobre la opción de recorrido por la planta virtual virtual, el sistema presenta la maquinaria y equipo que corresponde al proceso (ver figura 6.36).

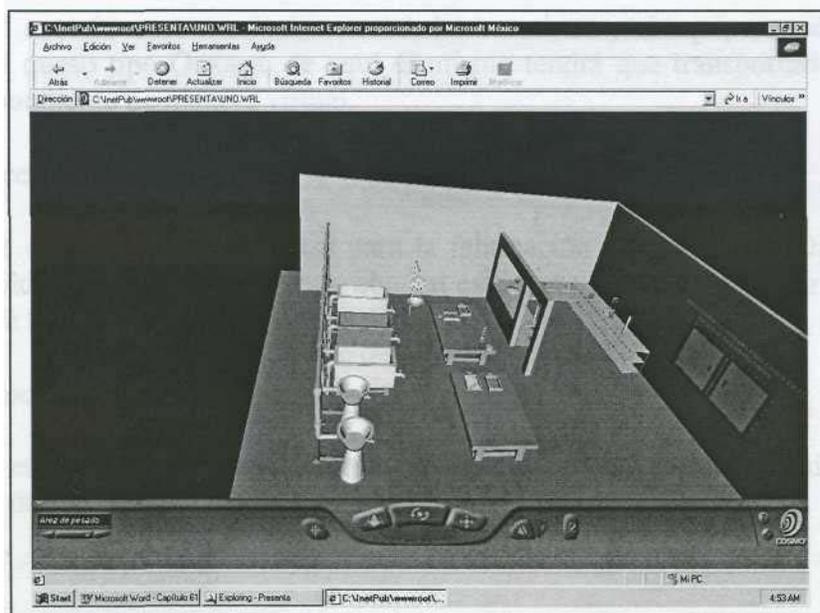


Figura 6.36 Recorrido virtual por una planta elaboradora de productos lácteos.

A continuación se describen cada una de las áreas que integran esta parte del sistema.

Área administrativa

Esta área se localiza generalmente al frente de toda organización o planta productiva, en ella se llevan a cabo las funciones propias de la administración, contabilidad y finanzas, se muestran los muebles comúnmente utilizados en esta zona de la fábrica, además de permitirle hacer una liga con la página de PROUNILAC (Procesadora Universitaria de Lácteos) de la UAEH, donde pueden hacer pedidos de producto terminado mediante correo electrónico.

Área de recepción de materia prima

En esta área es donde llegan las pipas cargadas de leche, de las cuales se extrae la muestra para realizar las pruebas correspondientes de control de calidad. Si pasan se procede a la descarga, sino, se devuelve la pipa; a través de esta área y el laboratorio de control de calidad se realizan las pruebas virtuales de control de la calidad.

Laboratorio de control de la calidad

Este laboratorio virtual permite realizar las pruebas correspondientes de control de calidad (ya sea en la materia prima, durante el proceso, o al producto terminado), aquí el usuario adquirirá los conocimientos y técnicas para enfrentarse posteriormente a la vida real.

Almacén de reactivos, material y equipo

En esta área el usuario encontrará el material, los reactivos y el equipo necesario para la fabricación del queso tipo Oaxaca, de aquí él mismo tendrá que transportarlos al área de trabajo correspondiente de manera virtual.

Área de producción

Esta área tiene el equipo que se utiliza para la fabricación de queso tipo Oaxaca: Tinas, cernidores, moldes, cámaras frigoríficas, etc. En esta parte es donde el usuario de manera virtual simulará todo el proceso de fabricación.

Almacén de producto terminado.

Generalmente esta área corresponde a una cámara frigorífica, la cual se utiliza para aumentar la vida útil de anaquel del producto.

6.6.2 CURSO: ELABORACIÓN DE QUESO TIPO OAXACA

El diagrama del proceso de elaboración de queso tipo Oaxaca, es el que se muestra en la figura 6.37, el cual se desarrolló totalmente con lenguaje de programación HTML.

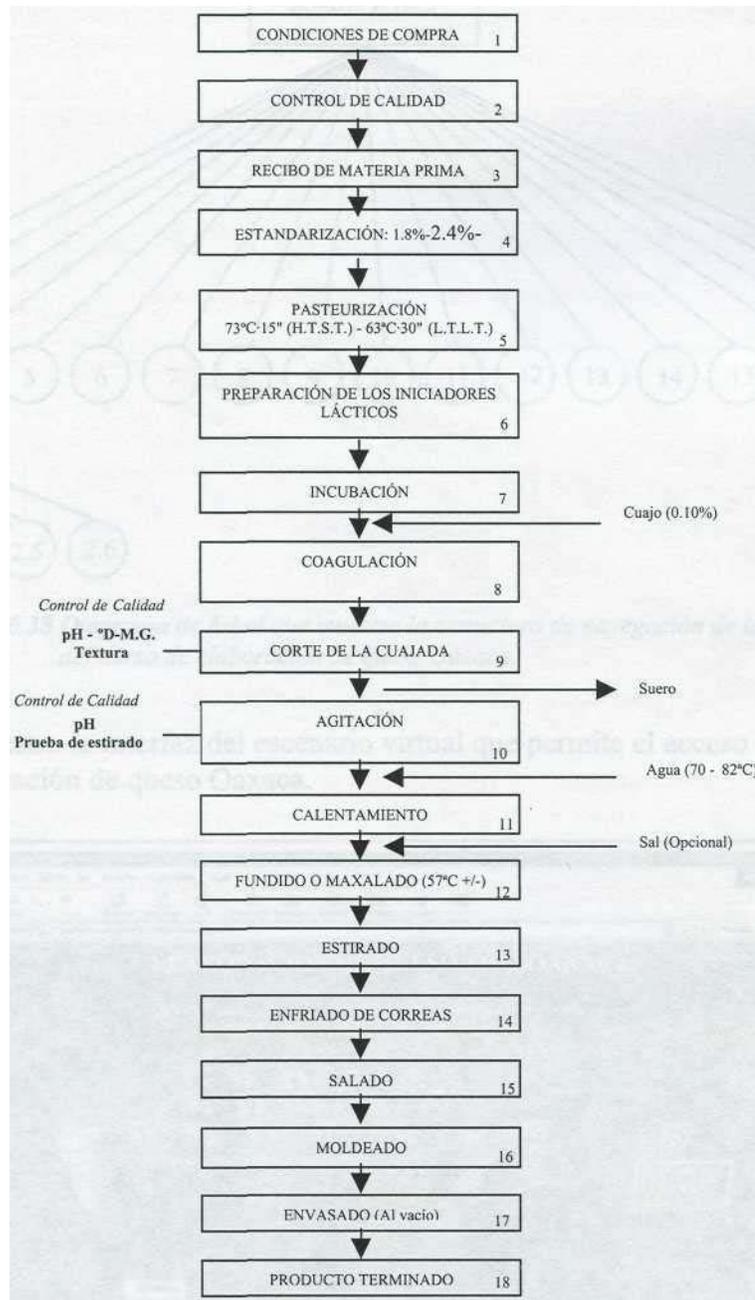


Figura 6.37 Diagrama de fabricación de queso Oaxaca con leche pasteurizada.

Cada rectángulo corresponde a una lección mostrada en el diagrama de árbol de navegación del curso.

La figura 6.38 muestra en un diagrama de árbol, la estructura de las lecciones que se desarrollaron en el sistema, las cuales corresponden al curso de elaboración de queso tipo Oaxaca.

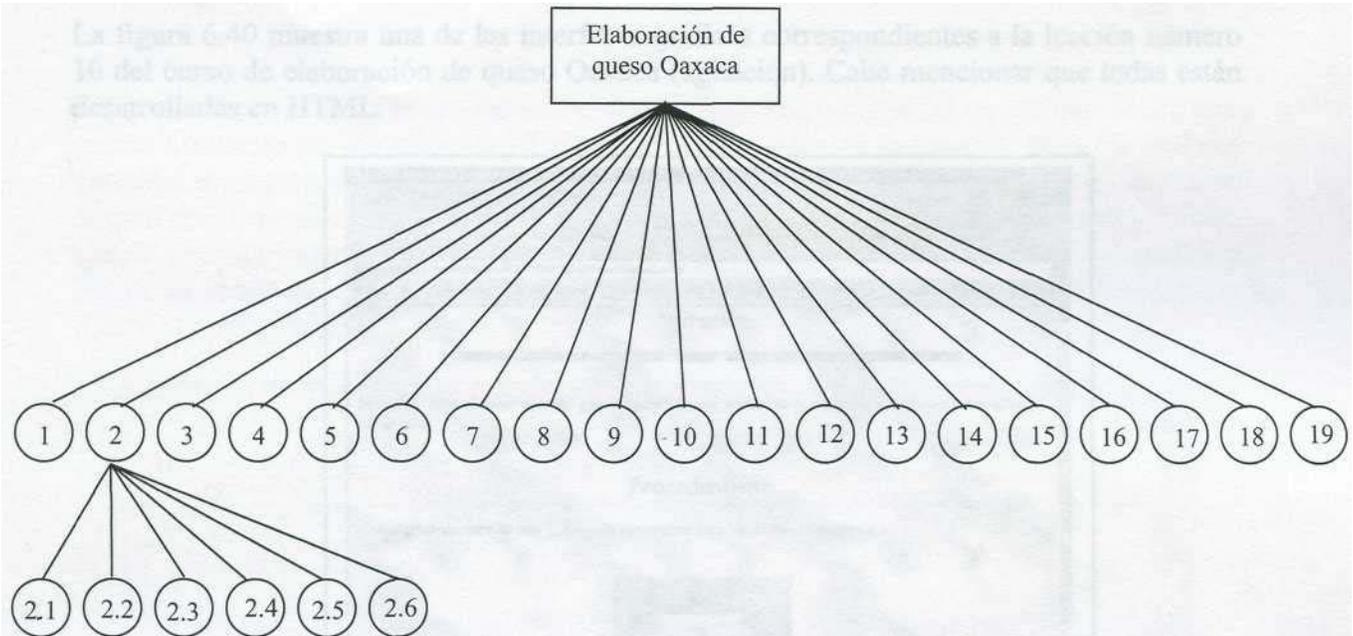


Figura 6.38 Diagrama de árbol que muestra la estructura de navegación de las lecciones del curso de elaboración de queso Oaxaca.

La figura 6.39 muestra la interfaz del escenario virtual que permite el acceso a las lecciones del curso de elaboración de queso Oaxaca.



Figura 6.39 Curso: Elaboración de queso tipo Oaxaca.

Para realizar cualquiera de las lecciones, sólo deberá utilizar los controles o hacer *click* con el ratón sobre los objetos que aparecen en el mundo virtual, y acceder a la sección correspondiente al curso.

La figura 6.40 muestra una de las interfaces gráficas correspondientes a la lección número 10 del curso de elaboración de queso Oaxaca (agitación). Cabe mencionar que todas están desarrolladas en HTML.

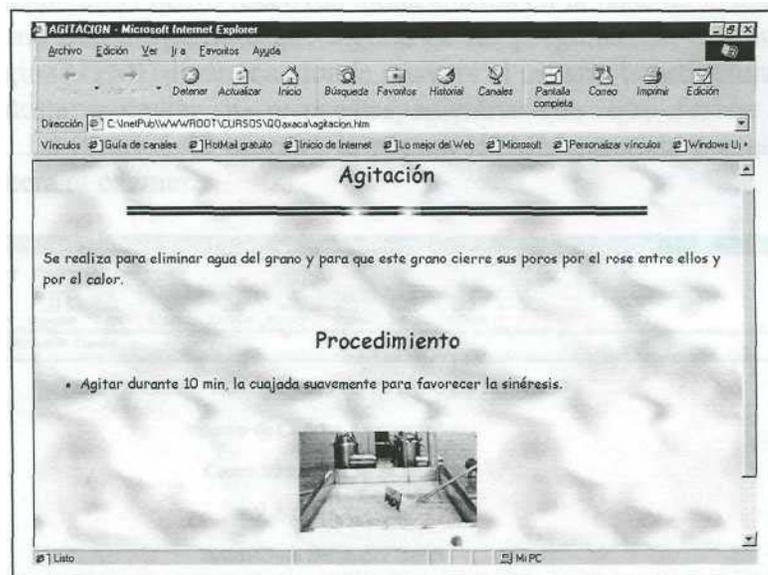


Figura 6.40 Interfaz gráfica correspondiente a la Lección 10: Agitación.

Como una demo práctica correspondiente a
vés de ella, el usuario manipula los objetos que le permiten realizarla.

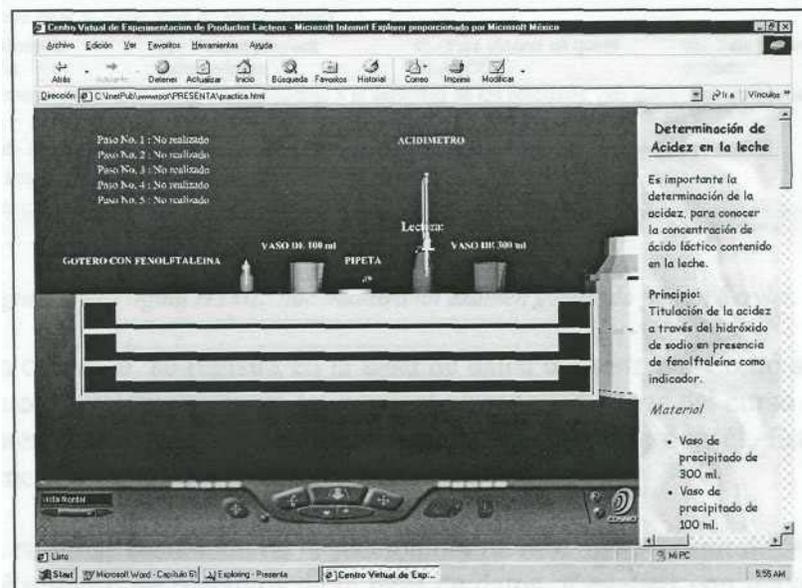


Figura 6.41 Presentación de la práctica "Determinación de acidez en la leche", en un mundo virtual.

Al presentar una interfaz de Realidad Virtual con capacidad de experimentación, el usuario adquiere los conocimientos y técnicas para la elaboración de productos lácteos, en el caso particular de este trabajo, determinar la acidez en la leche.

Evaluación

Esta se realiza mediante la programación de dos *Servlets*, uno genera un examen de 10 preguntas aleatorias de una tabla de 30 reactivos almacenados en la base de datos del sistema, contiene un algoritmo que no permite que alguna de las preguntas se repitan, el mismo *Servlet* crea una página HTML dinámica, donde muestra al usuario la estructura del examen que le permite contestar y enviar sus respuestas, mientras que otro *Servlet* lo califica e indica su resultado. La figura 6.42 muestra la página HTML generada por el *Servlet* mediante el cual se genera el examen.

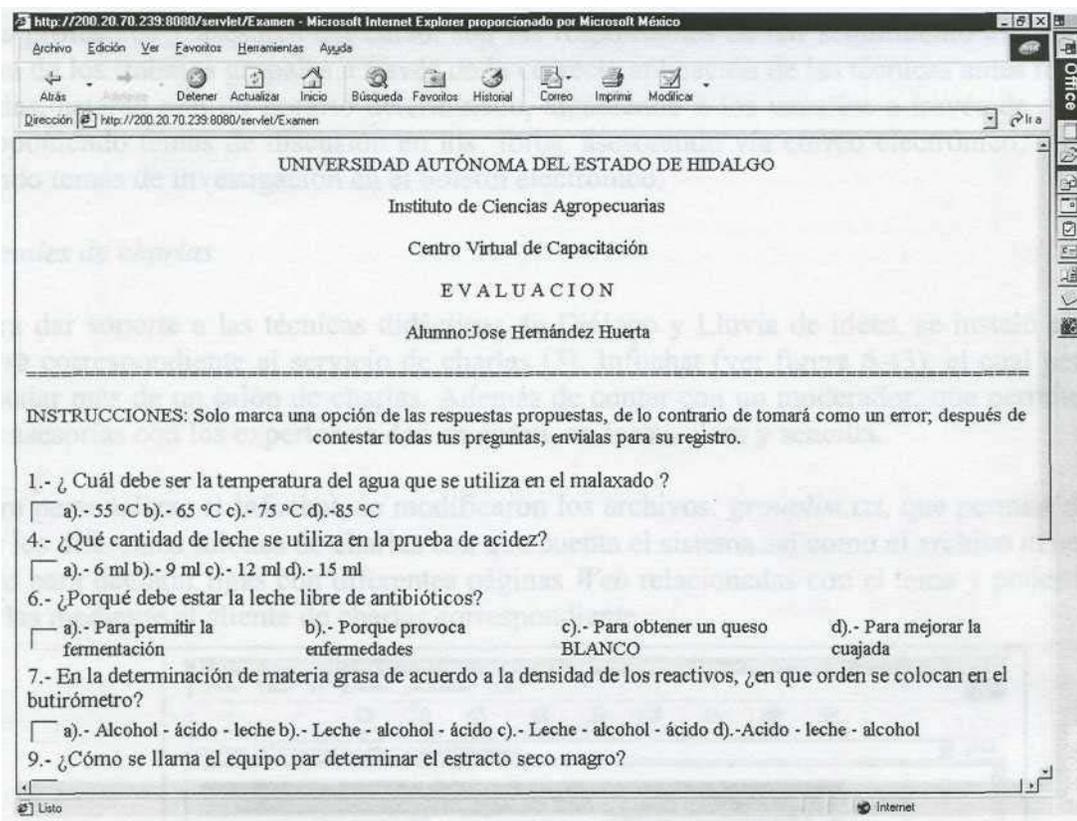


Figura 6.42 Página HTML que muestra un examen generado por un *Servlet*.

La calificación obtenida se registra en la base de datos del sistema. Como se mencionó en el capítulo cinco, el sistema también le indica al alumno los temas del curso que debe repetir por no contestar correctamente a las preguntas relacionadas con él. Esto permite que exista retroalimentación en la adquisición del conocimiento.

Por otra parte, como se mencionó en la sección 6.4 de este mismo capítulo, el profesor puede aumentar el número de reactivos de la base de datos, y evaluar con mayor profundidad las lecciones del curso, para lo cual debe de escribir la pregunta con sus cuatro posibles

respuestas e indicar cual es la opción correcta, para que el sistema elabore y califique los exámenes correctamente.

6.6.3 SISTEMA DE COMUNICACIÓN

Como se mencionó en la sección 6.1 de este mismo capítulo, al incorporar la realización de trabajos grupales por parte de los alumnos, aplicando técnicas didácticas como Círculos de calidad, Esquemas conceptuales, Estudio de casos, Lluvias de ideas y Diálogo, fue necesario instalar un sistema de comunicación síncrono y asíncrono, que permitiera a los usuarios la posibilidad de cumplir con los trabajos asignados al curso, intercambiar opiniones, proponer soluciones a problemas de elaboración de productos lácteos, innovación de productos, realizar intercambio de experiencias, etc., a través de la utilización de las herramientas de: correo electrónico, *chats*, boletines informativos y foros.

Los profesores y asesores del curso, son los responsables de dar seguimiento a la realización de los trabajos grupales a través de la correcta aplicación de las técnicas antes mencionadas, estarán con un horario determinado, atendiendo a los usuarios a través de charlas; proponiendo temas de discusión en los foros, asesorando vía correo electrónico, o publicando temas de investigación en el boletín electrónico.

Canales de charlas

Para dar soporte a las técnicas didácticas de Diálogo y Lluvia de ideas, se instaló el *software* correspondiente al servicio de charlas [3], Infochat (ver figura 6.43), el cual permite instalar más de un salón de charlas. Además de contar con un moderador, que permite que las asesorías con los expertos se den en orden, en forma clara y sencilla.

Para personalizar el Infochat, se modificaron los archivos: *grouplist.txt*, que permite declarar los diferentes salones de charlas con que cuenta el sistema así como el archivo *newst.txt*, esto para declarar ligas con diferentes páginas *Web* relacionadas con el tema y poder accederlas mediante el cliente de charlas correspondiente.

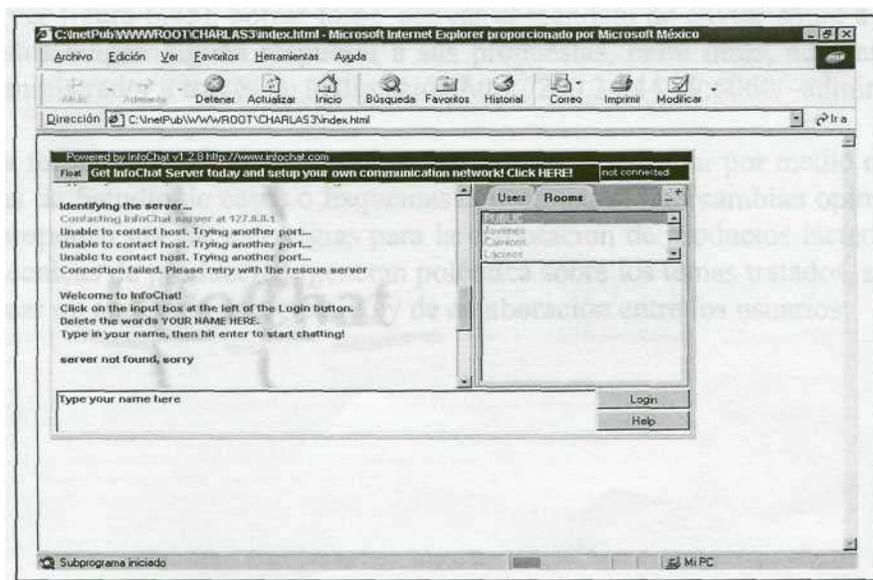


Fig.6.43 Chat Server: Infochat

Foros

Para dar soporte a las técnicas didácticas de Estudio de casos y Esquemas, se integra al Centro Virtual de Capacitación, el sistema de foros *WebBoard* [7]. A través de este servicio los usuarios participan de manera diferida, en las conferencias propuestas por los maestros y asesores del sistema (ver figura 6.44), contando con la posibilidad de proponer alguna nueva.

El usuario participa en los temas propuestos, enviando sus comentarios o dudas acerca de algún tópico en particular, contribuyendo de esta manera, a formar un esquema conceptual de información, que enriquece los conocimientos de los participantes, o participando en la solución de algún problema propuesto por el profesor o por algún compañero de curso.

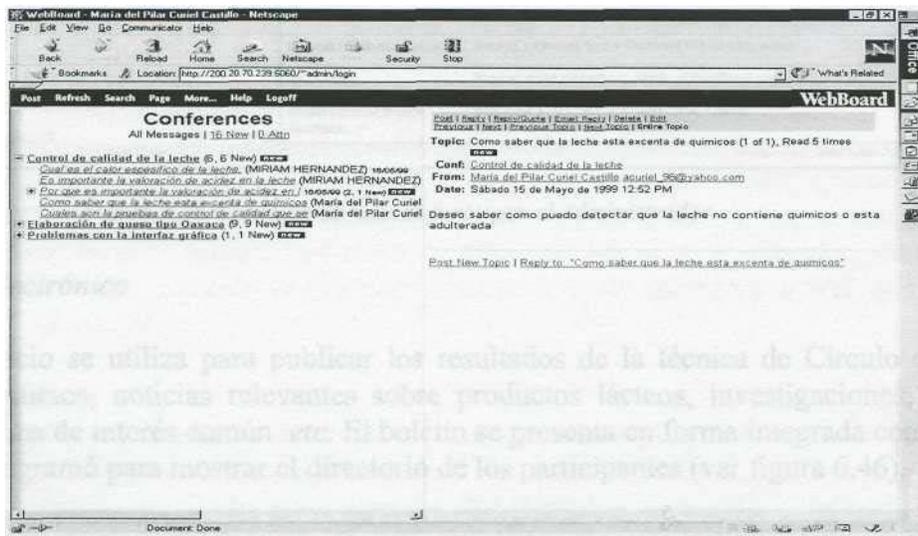


Figura 6.44 Conferencias a través de WebBoard.

El sistema de foros *Webboard*, permite a los profesores y asesores la capacidad de crear nuevos foros (ver figura 6.45), borrar foros, activar el mandato de enviar email a los usuarios cuando estos tengan alguna respuesta a sus propuestas, entre otras, accedendo a los foros como administrador a través de la dirección <http://200.34.44.99:6060/~admin>.

A través de los foros, los profesores describen los temas a desarrollar por medio de las técnicas didácticas de Estudio de casos o Esquemas conceptuales, intercambian opiniones con los usuarios, proponen nuevas estrategias para la elaboración de productos lácteos, opinan sobre nuevas técnicas de producción, generan polémica sobre los temas tratados, su responsabilidad es crear un ambiente participativo y de colaboración entre los usuarios.

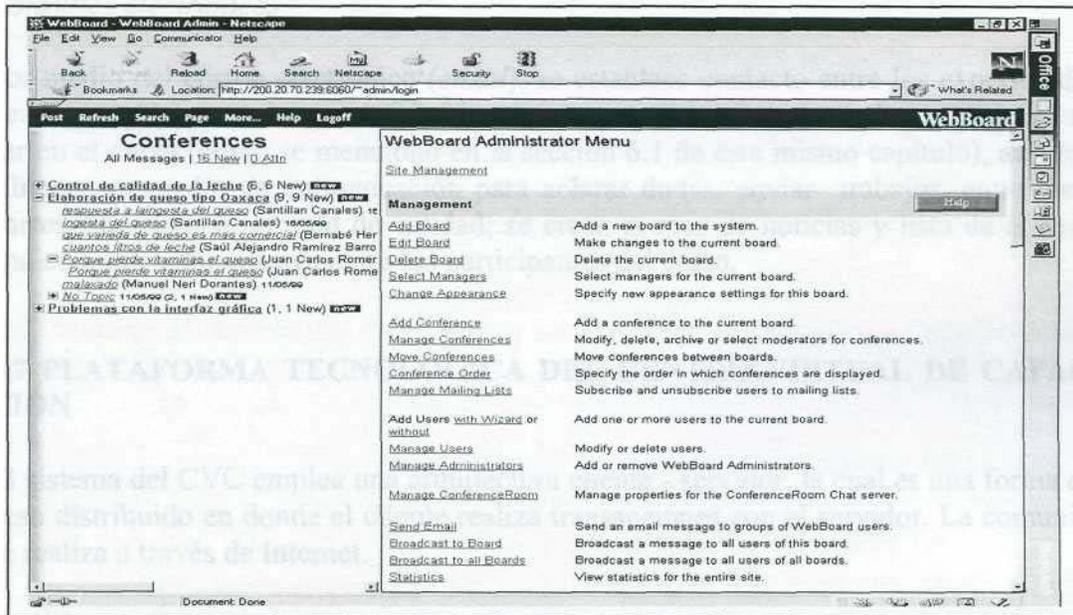


Figura 6.45 Creación de nuevos foros por el administrador.

Boletín electrónico

Este servicio se utiliza para publicar los resultados de la técnica de Círculo de calidad, eventos, cursos, noticias relevantes sobre productos lácteos, investigaciones, contactos, ligas a sitios de interés común etc. El boletín se presenta en forma integrada con un *Servlet* que se programó para mostrar el directorio de los participantes (ver figura 6.46).

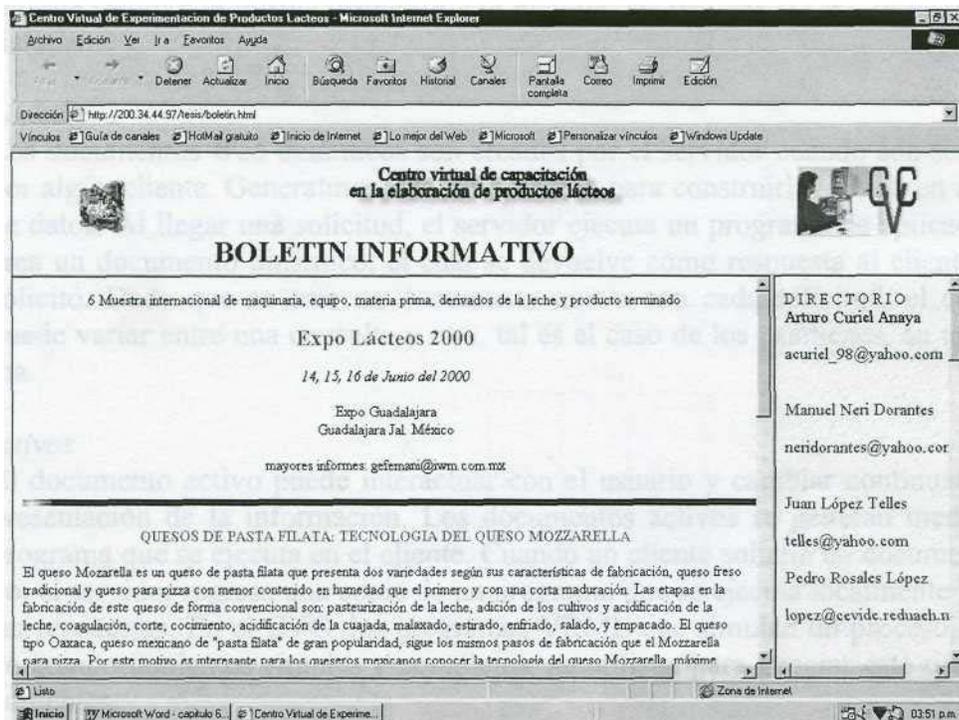


Figura 6.46 Interfaz gráfica del boletín electrónico.

Consultas electrónicas

Por medio del correo electrónico (*email*), se establece contacto entre los expertos del área de lácteos y los usuarios, con el fin dar a conocer previamente los trabajos grupales a realizar en el curso (como se mencionó en la sección 6.1 de este mismo capítulo), así como establecer un medio de comunicación para aclarar dudas, enviar trabajos, entre otros, los correspondientes al círculo de calidad; se crean grupos de noticias y lista de correo, para una comunicación masiva entre los participantes del curso.

6.7 PLATAFORMA TECNOLÓGICA DEL CENTRO VIRTUAL DE CAPACITACIÓN

El sistema del CVC emplea una arquitectura cliente - servidor, la cual es una forma de proceso distribuido en donde el cliente realiza transacciones con el servidor. La comunicación se realiza a través de Internet.

La información de registro, acceso, evaluación y asignación de trabajo grupal del CVC, se almacena en una base de datos, la captura y consulta de información se realiza mediante páginas *Web*, lo que requiere que tanto en el cliente como en el servidor, manejen documentos *Web*. A continuación se describen los tres tipos de documentos Web que se emplearon en el sistema:

- *Estáticos*
La información de los documentos estáticos *Web* reside en el servidor, generalmente son documentos desarrollados con HTML. Una solicitud a un documento estático entrega siempre la misma respuesta. Por ejemplo las páginas HTML que utiliza este sistema.
- *Dinámicos*
Los documentos *Web* dinámicos son creados por el servidor cuando son solicitados por algún cliente. Generalmente la información para construirlas reside en una base de datos. Al llegar una solicitud, el servidor ejecuta un programa de aplicación que crea un documento dinámico, el cual se devuelve como respuesta al cliente que lo solicitó. Dado que se crea un documento nuevo con cada solicitud, el contenido puede variar entre una consulta y otra, tal es el caso de los exámenes, en este sistema.
- *Activos*
El documento activo puede interactuar con el usuario y cambiar continuamente la presentación de la información. Los documentos activos se generan mediante un programa que se ejecuta en el cliente. Cuando un cliente solicita un documento activo, el servidor regresa una copia de un programa que se ejecuta localmente y genera las respuestas. En el CVC, los programas VRML que simulan un proceso, a través de comportamientos simples y complejos, se utilizan para generar este tipo de documentos.

Arquitectura del Centro Virtual de Capacitación orientado a Web.

La arquitectura del sistema del CVC se muestra en la figura 6.47, los servidores emplean el sistema operativo Windows NT. Se utilizó este sistema operativo, por ser el que venía instalado en el servidor HP Server E 50 y por contar con los discos originales para su instalación, además de soportar la instalación de *Internet Information Server* y *Java Web Server*, como servidores de Internet.

Para mejorar el desempeño del sistema , se utilizaron tres servidores como lo muestra la figura 6.47.

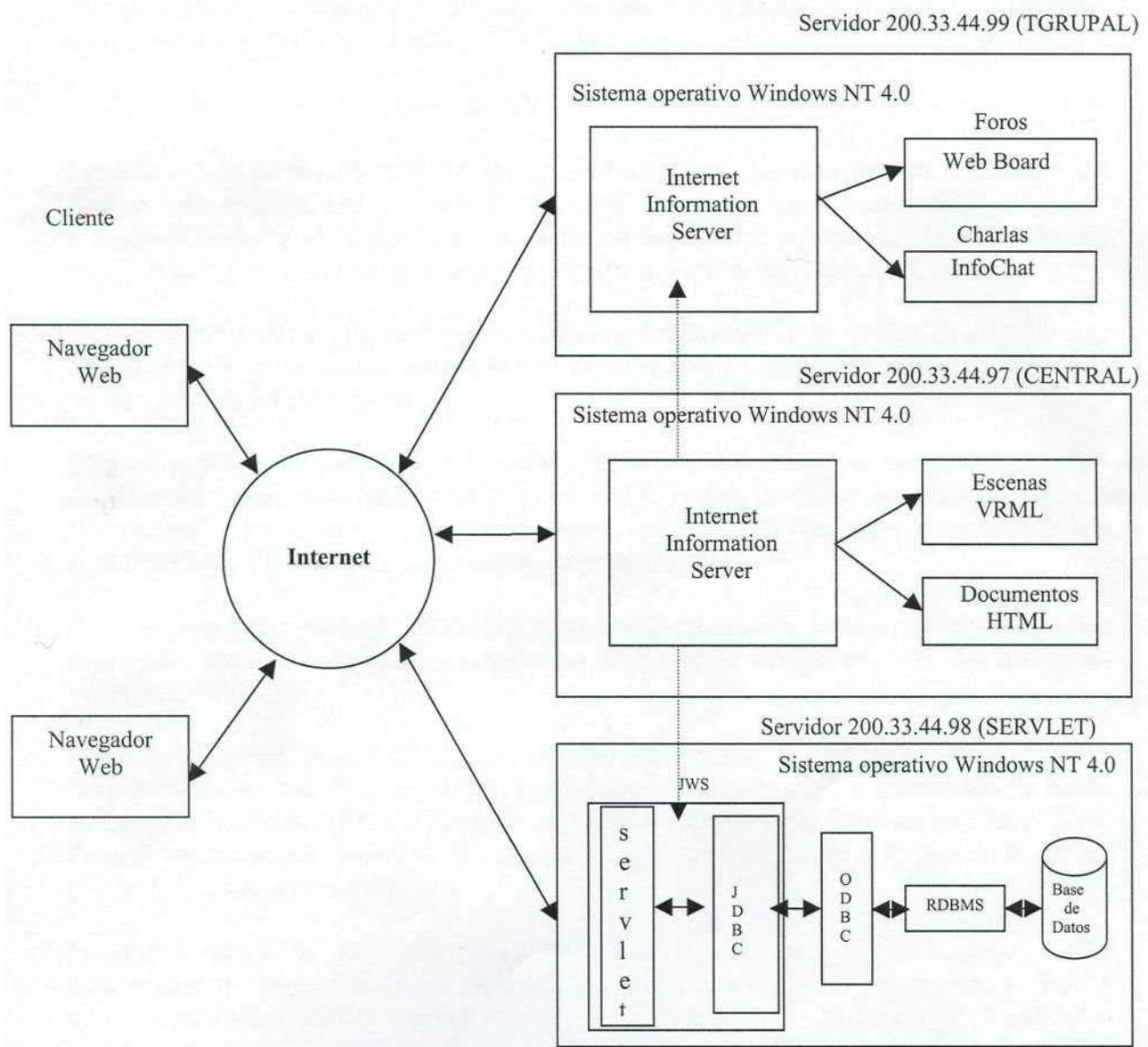


Figura 6.47 Arquitectura del Sistema Computacional del CVC.

- *Servidor CENTRAL (200.34.44.97)*

Utiliza un Servidor *Web Internet Information Server (US)*, instalado en una computadora PC con microprocesador Pentium II a 400 MHz, en donde se maneja la información estática y activa del sistema relacionada con el material educativo. El acceso al sistema se realiza solamente en este servidor.

- *Servidor TGRUPAL (200.34.44.99)*

Emplea un Servidor *Internet Informatio Server(IIS)*, instalado en un servidor HP E50, con microprocesador Pentium II a 330 MHz. Se dedica a almacenar la información relacionada con los foros de discusión, y la comunicación síncrona (*Chats*). El manejo de la información se realiza a través del Servidor CENTRAL.

- *Servidor de SER VLET (200.34.44.98)*

Tiene Instalado un Servidor Java *Web Server (JWS)*, dedicado al manejo de la información dinámica del sistema, está instalado en una computadora PC con microprocesador Pentium II a 266 MHz. La base de datos para la operación del sistema se encuentra instalada en este servidor. Las consultas a la base de datos se realizan a través del Servidor CVC.

Debido al rendimiento mostrado por la configuración de los tres servidores, se optó por esta opción, pues se observó que utilizando más de un servidor el rendimiento del sistema mejora, al repartir la carga de trabajo.

Para la operación del sistema se requiere utilizar la información que se encuentra en la base de datos del Servidor de SERVLET. La consulta se realiza mediante el manejo de páginas *Web*, lo que requiere que en cada uno de los navegadores de los clientes, y en los Servidores CENTRAL y SERVLET, se manejen documentos *Web*.

En el sistema computacional del Centro Virtual de Capacitación, los documentos dinámicos se generan empleando *Servlets* por medio del *Java Web Server (JWS)*, instalado en el Servidor de SERVLETS.

Como se mencionó en este mismo capítulo, para la consulta, registro y modificación en la base de datos, se instaló Microsoft Access 97, como Sistema de Administración de Bases de Datos Relacionales (RDBMS), que se encuentra instalado en el Servidor de SERVLETS. Para la operación del RDBMS se emplea, en una primera etapa, el controlador ODBC (*Open Data Base Connectivity*).

El controlador ODBC fue desarrollado por Microsoft y es una interfaz de comunicación común para los clientes de bases de datos. Dado que los *Servlets* se programan en Java y que el controlador ODBC emplea lenguaje C, se requiere que se emplee un controlador puente entre Java y ODBC. El Servidor JWS, proporciona este puente a través del JDBC (*Java Data Base Connectivity*), el cual se comunica con las bases de datos mediante el

lenguaje SQL (*Structured Query Language*) y genera una página de respuesta en el navegador del cliente.

Referencias

- [1] Ames, A., Nadeau, D. & Moreland, J., (1996), " *VRML 2.0 Sourcebook*", John Wiley & Sons Inc.
- [2] *IdefMethods*,
URL: <http://www.idef.com/overviews/idefD.htm>
- [3] *InfoChatServer*,
URL: <http://www.InfoChat.com>
- [4] *ISO/IEC 14772-1:1997 "Virtual Reality Modeling Language (VRML97) "*,
URL: <http://vrml.org/Specifications/VRML97>
- [5] *Logic Work Bpwin 2.0*,
URL: <http://www.logicwork.com>
- [6] Rodríguez, J.,(1999), "*Modelo de Trabajo Grupal y Evaluación en Aprendizaje Colaborativo Personalizado Asistido por Computadora*", Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional.
- [7] *WebBoard Software*,
URL: <http://www.oreilly.com>

CAPÍTULO 7

Conclusiones y trabajo futuro

Resumen

En este capítulo se presentan las conclusiones de esta tesis y las propuestas del trabajo futuro que se sugiere realizar para generar un sistema más amplio. Además, se discute, brevemente, la problemática inherente a la implantación del sistema que se ha desarrollado.

Objetivos

- Presentar las conclusiones obtenidas.
- Presentar las propuestas para posibles trabajos futuros.

7.1 CONCLUSIONES

El sistema computacional desarrollado en este trabajo, utiliza Realidad Virtual para desarrollar un curso con una práctica interactiva, un diseño instruccional, técnicas de trabajo en grupo y evaluación; lo cual no es usual encontrar en Internet.

Además, el sistema se ha diseñado para incorporarle cursos con estructuras similares, que utilicen las mismas interfaces de registro, acceso y evaluación, así como las mismas técnicas de trabajo grupal.

En el diseño, desarrollo e implementación del sistema, se crearon ambientes virtuales tridimensionales elaborados con VRML, los cuales constituyen un modelo de una planta elaboradora de productos lácteos, que muestran la representación de la maquinaria y equipo de laboratorio utilizado en esta clase de sitios. Este modelo puede ser utilizado también como material de apoyo, para el desarrollo de otros cursos del área de lácteos.

Las prácticas interactivas proporcionan realismo al trabajo experimental; sin embargo estas no se pueden desarrollar únicamente con VRML, debido a que, generalmente, implican la programación de movimientos complejos que no se pueden realizar en este lenguaje. Por ello, se utilizó JavaScript, para realizar los cálculos matemáticos necesarios y determinar las trayectorias y fronteras de movimiento de los objetos que se utilizaron en la práctica que se desarrolló. Los resultados de estos cálculos se pasaron como mensajes a los objetos de la escena tridimensional.

Otro aspecto que se observó en el desarrollo de este trabajo, fue que las herramientas *authoring* existentes son muy poderosas, en cuanto a la descripción de la geometría de los escenarios virtuales, pero son de muy poca ayuda cuando se desea crear escenarios con comportamientos complejos, como el desarrollado en este trabajo.

El modelo de trabajo grupal que se desarrolló, se implementó mediante las herramientas de comunicación disponibles en Internet (foros, charlas, correo y boletín electrónico). Se mostró que éstas son adecuadas para soportar la implementación, en una forma básica, de las técnicas didácticas clásicas para trabajo en grupo (esquemas conceptuales, estudio de casos, lluvia de ideas, diálogo y círculos de calidad). En esta parte, la tecnología de los Servlets, permitieron desarrollar, en forma eficiente y estándar, los procesos para asignar trabajo grupal, anexar preguntas al banco de reactivos, y publicar nuevas técnicas y herramientas de trabajo. Los Servlets también se utilizaron para el registro de usuarios, control de acceso y para la evaluación del curso que se desarrolló.

Aunque no se realizó una evaluación formal del sistema, se realizaron pruebas con 90 usuarios, 10 profesores y los directivos del Instituto de Ciencias Agropecuarias, con la finalidad de conocer su opinión sobre el mismo. De acuerdo a sus apreciaciones, la impartición de cursos utilizando sistemas como el propuesto, es un buen apoyo para la asimilación de las técnicas y conocimientos involucradas en los mismos. También comentaron que la realización de la práctica interactiva en el sistema, permite repetirlo en el mundo real con más posibilidades de éxito que los que no la realizaron.

En opinión de los directivos del ICAP, la implementación de ambientes como el desarrollado en este trabajo, permitirá diversificar y ampliar la oferta educativa de la Universidad, reforzar la educación y capacitación presencial en todas sus escuelas e institutos, así como la creación de nuevos espacios interactivos de enseñanza - aprendizaje.

Cabe mencionar que en la actualidad, implementar ambientes virtuales como el propuesto, en el Instituto de Ciencias Agropecuarias, tiene ciertas limitaciones, tanto tecnológica como de organización. Desde el punto de vista tecnológico, se debe contar con un servicio de Internet más rápido que el actual, cambiar los servidores existentes por otros más potentes, analizar la forma de estructurar los archivos, compactarlos para obtener un mejor rendimiento. Además, del lado del cliente, es necesario que se cuente también con un equipo potente y conexión rápida a Internet.

Una manera de "superar" las limitaciones de la infraestructura tecnológica actual con que cuenta el ICAP, sería la distribución a los alumnos de los archivos VRML, a través del servicio FTP antes de iniciar el curso, para que se trabaje en forma local el ambiente virtual y el trabajo grupal se realice vía Internet, a través de los servidores del ICAP. También podría enviársele a los alumnos, un CD que contenga los ambientes virtuales, para que los ejecuten en forma local.

Desde el punto de vista organizacional, la puesta en marcha de este tipo de sistemas, implica un cambio a fondo del proceso tradicional de enseñanza aprendizaje. Los profesores deben adoptar nuevas técnicas didácticas, y capacitarse para desarrollar material didáctico adecuado para esta forma de enseñanza. Los alumnos deben desarrollar los valores de responsabilidad, puntualidad, servicio y colaboración, entre otros; con el fin de tener éxito en los trabajos, individuales y grupales, que se requieren en este tipo de capacitación..

7.2 TRABAJO FUTURO

A continuación se describen algunas de las actividades a desarrollar, para complementar el sistema que se presenta en este trabajo.

- Crear un Ambiente Virtual Colaborativo con escenas tridimensionales, audio y vídeo, donde los usuarios, situados en lugares geográficos diferentes, participen simultáneamente en la misma escena.
- Crear un modelo de evaluación y desarrollar el sistema correspondiente, que tome en cuenta la participación de los usuarios en cada una de las partes del sistema (foros, charlas, boletín de noticias, prácticas, etc.).
- Diseñar, desarrollar, e integrar al sistema:
 - Un módulo que permita al profesor depositar y actualizar los cursos, vía Internet.
 - Un boletín electrónico generado con Servlets.
 - Un sistema de seguridad, para proteger la información contenida en la base de datos del sistema.

- Desarrollar todas las prácticas virtuales del curso de elaboración del queso tipo Oaxaca, así como otros cursos de elaboración de productos lácteos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

3D	Tres dimensiones (x,y,z). Se refiere a las que un objeto tiene largo, ancho y alto.
API	<i>Application Program Interface</i> . Interfaz de Programas de Aplicación.
Herramienta Authoring	Herramienta que sirve para crear elementos artísticos o arquitectónicos. Este tipo de herramientas son, por lo general <i>CAD</i> { <i>Computer Aided Design</i>).
Avatar	Representación gráfica de un usuario dentro de un ambiente virtual.
Browser	Es un programa que sirve para buscar y visualizar información en la WWW (Los <i>browser</i> de VRML, son programas que interpretan el contenido de un programa en este lenguaje y muestran en pantalla el escenario virtual descrito por ese programa).
Cliente	Es un programa de computadora que se conecta a otro programa (llamado servidor) para que le brinde algún servicio. Los <i>browser</i> de <i>WEB</i> , como Explorer o Netscape, son ejemplos de programas cliente.
CGI	<i>Common Gateway Interface</i> . Interface Común de Entrada.
Comportamiento	Es el cambio de estado de algún objeto en un escenario virtual. El cambio de estado se refiere a las características del objeto (posición, tamaño, color, <i>etc.</i>).
CVC	Centro Virtual de Capacitación.
Escenario	Es un espacio en el cual se colocan elementos virtuales, los cuales componen la escena virtual.
Hipervínculo	Es una referencia a una página <i>WEB</i> , desde otra página. Los <i>browser</i> de <i>WEB</i> y VRML interpretan estas referencias y cuando el usuario presiona el ratón sobre ellas, se carga la nueva página.
HTTP	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i> . Protocolo de Transferencia de Hipertexto.
ICOM	<i>Input-Control-Output-Mechanics</i> . Entrada, Control, Salida, Mecanismos.
JODBC	Java Data Base Connectivity. Controlador que se utiliza como interfaz de comunicación con base de datos relacionales a través de lenguaje Java.
JWS	<i>Java Web Server</i> . Servidor Web de Java.

ODBC	<i>Open Data Base Connectivity</i> . Controlador que se utiliza como interfaz de comunicación con base de datos relacionales a través de lenguaje C.
PLUG-IN	Es un programa que se conecta a un programa anfitrión para extender la funcionalidad de este último. El programa huésped tiene ciertas capacidades que el anfitrión no tiene. Cosmo Player, es un <i>Plug-In</i> , que permite a <i>browser</i> de <i>WEB</i> , como Explorer, presentar al usuario escenas VRML.
RDBMS	<i>Relational Data Base Manager System</i> . Sistema Administrador de Base de Datos Relacionales.
RV	Realidad Virtual.
Script	Es un sub-programa que está incrustado dentro de otro. Por lo general está escrito en otro lenguaje de programación, distinto al lenguaje en el que está incrustado.
Servidor	Es un programa de computadora cuya labor es brindar servicios a otros programas que se lo soliciten, llamados clientes. Los servicios que puede dar son variados. Por ejemplo, imprimir o leer un archivo. Los programas Servidores de <i>WEB</i> como IIS (<i>Internet Information Server</i>) JWS (<i>Java Web Server</i>), son ejemplo de servidores.
SQL	<i>Structured Query Language</i> . Lenguaje de Consulta Estructurada.
Stand-alone	Una aplicación que se puede ejecutar sin necesidad de una aplicación anfitriona. Ejemplo de aplicaciones <i>Stand-alone</i> son: Internet Explorer y NetScape Navigator.
VRML	<i>Virtual Reality Modeling Language</i> . Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual.
WWW	<i>World Wide Web</i> . Es la colección mundial de sitios WEB, los cuales se comunican a través de Internet.