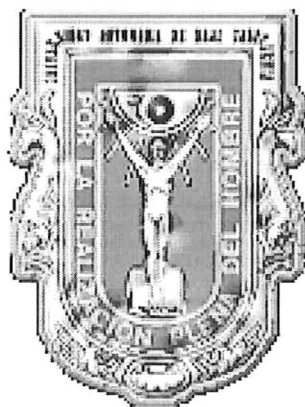


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



*Desarrollo de Material de apoyo docente en línea*

**MEMORIA DE SERVICIO SOCIAL PROFESIONAL  
QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**LICENCIADO EN CIENCIAS COMPUTACIONALES**

**PRESENTAN:**

Ericka Corrado Padilla y Elisa Beth Morán Solares

**ENSENADA, B.C.**

**JULIO 2001**

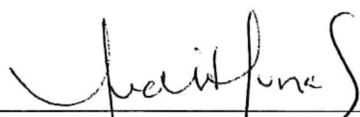
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS

*Desarrollo de material de apoyo docente en línea*

MEMORIA DE SERVICIO SOCIAL PROFESIONAL  
QUE PRESENTAN

Ericka Corrado Padilla y Elisa Beth Morán Solares

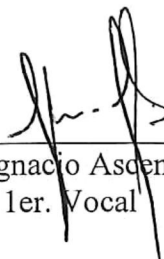
Aprobado por:



MIS. Judith Isabel Luna Serrano  
Presidente del Jurado



MC. Miguel Ángel Ibarra Rivera  
Secretario



MC. José Ignacio Ascencio López  
1er. Vocal

## DEDICATORIA

A mis padres Leopoldo y Ernestina, porque gracias a su amor, apoyo y consejos he podido lograr una meta más en mi vida.

A mis hermanos Rosa, Polo, Luz y Ana, porque en cada uno tengo un gran ejemplo a seguir.

A mis cuñados Beni, Gerardo y en especial a mi cuñada preferida Laura, por todos los momentos compartidos.

A una persona muy especial en mi vida, Raúl, por su apoyo y consejos, pero en especial por todo su Amor.

A las enanas y al Pollo por ser los duendes que alegran mi vida.

*Elisa Beth MoránSolares*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y permitirme llegar hasta aquí.

A mi directora Judith Luna Serrano por su apoyo, consejos y dedicación en el transcurso del proyecto, pero sobre todo por su amistad.

A los miembros del comité de tesis por sus valiosas aportaciones durante el desarrollo y revisión del trabajo.

A mi compañera de tesis y gran amiga Ericka, por ayudarme a terminar este trabajo, pero muy especialmente por su amistad incondicional.

A mis amigos, Mariana, Peter Pan, Judelga, Eveliux, Cynthia, Chela, Vero y Mi Chavo, con los cuales he vivido momentos inolvidables.

A nuestro diseñador y amigo Abelardo por su apoyo en el diseño de la interfase del proyecto.

A la Facultad de Ciencias de la UABC.

*Elisa Beth MoránSolares*

## DEDICATORIA

A Dios por todas las bendiciones que me ha dado y por permitirme llegar hasta aquí

A mis padres Consuelo y Leopoldo por el apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida. Y porque su amor y comprensión han sido el motivo para salir adelante y llegar a ser lo que soy

A ti mamá por estar siempre junto a mi

A ti papá por darme la oportunidad de superarme

A mis hermanos Anette y Gabriel por todo su cariño

A mi sobrino Anthuan por llenar mi vida de alegría

*Con mucho cariño,*

***Ericka Corrado Padilla***

## AGRADECIMIENTOS

A mi directora Judith Luna Serrano por brindarme su apoyo, paciencia y conocimiento en todo momento

A los miembros del comité por sus valiosas aportaciones para este trabajo

A Abelardo Osuna por su disposición y ayuda

A Zarina Talamantes por todas sus ideas

A mi compañera y gran amiga Elisa por darme su valiosa amistad y por compartir conmigo tanto en mis aciertos como en mis fracasos

A mis amigos Cynthia, Chela, Vero, Mi chavo, Peter, Julián, Abe, Zarina, Enrique por su invaluable amistad

A todos aquellos que de alguna manera contribuyeron para la elaboración de este trabajo

A la Facultad de Ciencias

*Ericka Corrado Padilla*

## Resumen

de la memoria de servicio social profesional de:  
Ericka Corrado Padilla y Elisa Beth Morán Solares  
Presentado como requisito parcial  
para la obtención del título de  
Licenciado en Ciencias Computacionales.

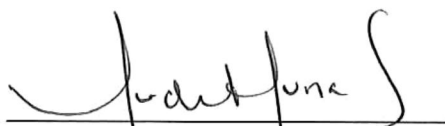
Ensenada, Baja California, México.

Julio 2001

### *Desarrollo de Material de apoyo docente en línea*

#### **Resumen aprobado:**

Los avances en la computación y las telecomunicaciones han propiciado que la sociedad se enfrente paulatinamente a una nueva forma de realizar procesos cotidianos y en la educación existe un cambio de paradigma en la enseñanza, se busca que este centrado en el estudiante y el docente sea un facilitador del conocimiento. La introducción de computadoras como medio en la formación, proporciona sin duda una oportunidad para considerar una modificación a los métodos de evaluación utilizados y uno de estos cambios se refleja en los modelos de evaluación que se aplican actualmente dentro de la educación superior. Para realizar una evaluación de conocimientos es necesario tomar en cuenta ciertos criterios, sin embargo lo primero y más importante es *definir el propósito principal* de la evaluación para así determinar de alguna forma qué es lo que queremos medir y qué tipo de evaluación necesitamos aplicar. Las evaluaciones por computadora permiten medir diferentes características del evaluado tales como aptitudes, conocimientos, habilidades. La *Evaluación Adaptativa por Computadora (CAT)* ha tomado un papel importante en la medición de habilidades y conocimientos de los individuos, se ha convertido en una herramienta que es utilizada cada vez con mayor frecuencia y en la Facultad de Ciencias se instrumentó la herramienta para apoyar el auto-aprendizaje a través de la auto-evaluación como un módulo del proyecto Material de Apoyo Docente en Línea (MADL). Para el desarrollo de la herramienta se utilizó Java, utilizando una arquitectura cliente-servidor y tecnologías como JDBC y Servlets. La aplicación ha sido probada con éxito sobre diversas plataformas como Windows NT V4.0 y Linux Red Hat v6.0.



MIS. Judith Isabel Luna Serrano  
Director del trabajo

# CONTENIDO

<b>I</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II</b>	<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>3</b>
<b>III</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>6</b>
<b>IV</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>6</b>
<b>V</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>7</b>
V.1	MODELO MATEMÁTICO .....	7
V.1.1	<i>Evaluaciones por computadora</i> .....	7
V.1.2	<i>Evaluaciones adaptativas por computadora (CAT)</i> .....	7
V.1.3	<i>Método de evaluación</i> .....	7
V.1.3.1	Teoría de la respuesta al reactivo (IRT) .....	7
V.1.3.2	La lógica de un examen adaptativo .....	9
V.1.3.3	Selección del mejor reactivo .....	10
V.1.4	<i>Metodología de ingeniería del software</i> .....	12
V.1.4.1	Técnica de Modelado de objetos .....	13
<b>VI</b>	<b>DESARROLLO</b> .....	<b>14</b>
VI.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	14
VI.2	ANÁLISIS DEL BANCO DE REACTIVOS DE EVALUACIONES ADAPTATIVAS.....	14
VI.2.1	<i>Construcción del modelo de objetos</i> .....	15
VI.2.1.1	Identificación de clases de objetos en el módulo BREA.....	15
VI.2.1.2	Diccionario de datos .....	16
VI.2.1.3	Asociaciones entre clases.....	17
VI.2.1.4	Especificación de agregación.....	21
VI.2.2	<i>Construcción del modelo dinámico</i> .....	21
VI.2.2.1	Construcción de escenarios y diagramas de trazos.....	21
VI.2.2.2	Diagramas de estados.....	31
VI.2.3	<i>Construcción del modelo funcional</i> .....	34
VI.2.3.1	Identificación de los valores de entradas y salidas .....	35
VI.3	DISEÑO .....	38
VI.3.4	<i>Diseño de la base de datos</i> .....	39
VI.3.4.1	Especificación de las tablas.....	39
VI.3.5	<i>Modelo Entidad-Relación</i> .....	43
VI.3.5.2	Especificación del modelo Entidad-Relación para el sistema BREA.....	43
VI.3.5.3	Especificación de relaciones entre entidades .....	46
<b>VII</b>	<b>INSTRUMENTACIÓN</b> .....	<b>51</b>
VII.1	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR.....	51
VII.2	INSTRUMENTACIÓN DE LA INTERFAZ .....	51
VII.3	INSTRUMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS .....	52
VII.4	INSTRUMENTACIÓN DEL BANCO DE REACTIVOS .....	52
<b>VIII</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>54</b>
<b>IX</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>60</b>
<b>X</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>62</b>

## I INTRODUCCIÓN

Los avances en la Computación y en las Telecomunicaciones han propiciado que los seres humanos tengan que enfrentarse paulatinamente a una nueva forma de realizar los procesos cotidianos. Así mismo la educación superior no es la excepción, Gagne 1979; Aronson 1983 establecen los primeros lineamientos para el desarrollo de modelos de instrucción automatizada. A partir de 1991 se presenta un nuevo paradigma en la educación como son la Tele-Educación, Educación a Distancia y en 1996 las Universidades Virtuales, entre otros. La generación actual de herramientas y servidores de www fue diseñada para la navegación y recopilación de información y no como componentes de un sistema activo de aprendizaje. A partir de 1998 la red se ha transformado en un medio de cursos "courseware" que no necesariamente cuida la calidad de la instrucción. (Gibson, 1998).

Steinberg 1991 menciona que los cursos en línea deben seguir teorías de aprendizaje bien establecidas, y cualquier lección en la red debe incorporar alguna forma de evaluación de conocimientos. Esto ha motivado a algunos investigadores a discutir y desarrollar sistemas que soportan el desarrollo de cursos basados en la red y/o paquetes de evaluación como una oposición a otros cursos que aparecen sin una estructura en la Red. (Gibson op cit.).

En México a partir de 1993 se busca desarrollar la educación a distancia, a través de teleconferencias en tiempo real, sin embargo los exámenes son enviados por medio del correo. La UABC 1991 a la fecha ha tenido cursos de "Calidad" que son impartidos por

expositores de San Diego State University, y los exámenes son en papel, remitidos por paquetería. (Palacios Rene; 1998 Comunicación personal).

La Universidad Autónoma de Baja California en 1994 generó el primer examen de admisión automatizado, este ha sido patentado por la Universidad (Ibarra, 1999).

La Facultad de Ciencias propone, a través de este programa de Servicio Social, el desarrollo de Material de Apoyo Docente en Línea (MADL) como una forma alterna de introducir estos modelos en los cursos de la Lic. en Ciencias Computacionales.

## II ANTECEDENTES

El material de apoyo docente es importante en el proceso enseñanza-aprendizaje en los diversos cursos que se imparten en las diferentes carreras de la Facultad de Ciencias de la UABC. Las modalidades en que se prepara y presenta el material varía de curso en curso dependiendo de la carrera a la que pertenezca, si éste es teórico, práctico o ambos. La modalidad tradicional es la presentación en formas de “notas del curso”, las cuales forman un paquete, generalmente en papel, y que se distribuyen en forma de copias a los participantes del curso.

En 1997, como parte de los trabajos del Sistema Global de Información Académica y de Apoyo (SGIAA) y con apoyo de integrantes de la XV generación de L.C.C. y algunos de sus maestros, se formó un grupo de trabajo para desarrollar las notas de los cursos que llevaron durante el semestre 97-1, lo anterior resultó en un banco de notas de cursos en forma de documentos HTML, los cuales pueden ser accedidos por los estudiantes a través de Internet :

[http://ciencias.ens.uabc.mx/notas\\_cursos](http://ciencias.ens.uabc.mx/notas_cursos)

En esta liga se puede encontrar un tutorial para la elaboración de evaluaciones adaptativas hecho por el instituto ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation

<http://ericae.net/scripts/cat/startcat.htm>

Algunas universidades extranjeras que están trabajando con este tipo de evaluaciones incluyen:

En esta universidad se utilizan evaluaciones adaptativas para aplicar exámenes de inglés como segunda lengua:

<http://langue.hyper.chubu.ac.jp/jalt/pub/tlt/97/oct/dunkel.html>

Richardson GMAT CAT es un instituto canadiense que ofrece exámenes para preparación de admisión a la universidad utilizando evaluaciones adaptativas

<http://www.prep.com/gmat/cat/report.html>

Universidad de Cerro Coso, E.U.

<http://www.cc.cc.ca.us/cconline/>

Esta universidad ofrece a través del WWW la oportunidad de cursar diferentes materias en diferentes áreas tales como economía, historia, negocios, etc.

Universidad de Hawaii

<http://leahi.kcc.hawaii.edu/org/occ>

On-Line College Classroom es un sistema que simula las actividades que se llevan a cabo en un salón de clases, como por ejemplo: consultar notas, resolver exámenes, aclarar

dudas, etc., sin embargo no es necesario que el usuario se encuentre físicamente en el aula sino que lo hace a través de Internet.

Dentro de la República Mexicana existen Universidades que se encuentran realizando aplicaciones similares , tales como:

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

<http://www.ruv.itesm.mx/programas/ave/>

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey(ITESM) ofrece diferentes sistemas como el de Universidad Virtual(UV) y el de Aula Virtual Empresarial(AVE) en los cuales se producen cursos y programas educativos por medios electrónicos con la intervención de equipos multidisciplinarios integrados por expertos instructores, diseñadores instruccionales, coordinadores de programas y productores.

En este trabajo se propone ir más allá de los esquemas tradicionales de material de apoyo docente, incluyendo diferentes medios, tales como: html, audio, video, pizarra electrónica de boletines (“bulletin board system”), videoconferencia de escritorio en línea, etc.

### **III OBJETIVO GENERAL**

Analizar, diseñar y desarrollar una herramienta para la aplicación de evaluaciones adaptativas que permita al alumno autoevaluarse sobre alguna materia.

### **IV OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Que el usuario pueda reafirmar sus conocimientos en la materia a través de las evaluaciones.
- Presentar al usuario una puntuación que le permita conocer su calificación
- Que el usuario pueda utilizar la herramienta en el momento en que éste lo considere conveniente.

## **V METODOLOGÍA**

### **V.1 MODELO MATEMÁTICO**

#### **V.1.1 Evaluaciones por computadora**

Es un tipo de evaluación formada por un número de preguntas que permiten determinar el nivel de aprendizaje o conocimientos adquiridos. Este tipo de evaluación requiere de una cantidad considerable de preguntas para obtener un resultado real y consistente, debido a que el grado de dificultad no aumenta de una pregunta a otra sino va aumentando paulatinamente(Linn,1993).

#### **V.1.2 Evaluaciones adaptativas por computadora (CAT)**

Es un tipo de evaluaciones por computadora que requiere un menor número de preguntas que los exámenes tradicionales, debido a que la presentación de las preguntas o la decisión de terminar es adaptativa, esto es, la representación de la evaluación depende de cálculos basados en el desempeño del evaluado en preguntas anteriores, por ejemplo, si el evaluado contesta de manera correcta una pregunta, la siguiente pregunta se le agregará un mayor grado de dificultad, por el contrario, si el evaluado contesta incorrectamente la pregunta, se le presentará una con un grado menor de dificultad(Linn,1993).

#### **V.1.3 Método de evaluación**

##### **V.1.3.1 Teoría de la respuesta al reactivo (IRT)**

El IRT es un marco estadístico en el cual se mide uno a más habilidades de los evaluados se describen como un conjunto de una o más puntuaciones de habilidad que se

predicen a través de modelos matemáticos que relacionan el desempeño actual en los reactivos de un examen, estadísticas del reactivo, y las habilidades del evaluado.

En este sistema se utilizó el modelo de los 3 parámetros de la teoría de la respuesta al reactivo (IRT) descritos por (Birnbaum, 1968), el cual establece que la probabilidad de obtener una respuesta correcta, dado un reactivo  $i$ , está en función de la habilidad del evaluado y 3 parámetros del reactivo.

El parámetro  $a_i$  o discriminante del reactivo

El parámetro  $b_i$  o dificultad del reactivo.

El parámetro  $c_i$  o oportunidad de adivinación.

donde la probabilidad de una respuesta correcta para el reactivo  $i$  se da en función de estos parámetros y la habilidad del evaluado

$$P(u_i=1 | \theta_j, a_i, b_i, c_i) = c_i + (1-c_i) / [1 + \exp(-1.7 a_i(\theta_j - b_i))]$$

Cada reactivo  $i$  tiene un conjunto de valores diferentes para estos 3 parámetros, los cuales usualmente son calculados en base a administraciones previas del reactivo.

Una de las principales ventajas de IRT es que las suposiciones sobre la distribución de la habilidad no necesariamente tienen que ser hechas y la escala de habilidad es arbitraria.

En el algoritmo implementado se utiliza una media=0 y una desviación estandar=1.

### **V.1.3.2 La lógica de un examen adaptativo**

Para realizar una evaluación adaptativa es necesario cumplir con las siguientes condiciones:

- Tener un banco de reactivos con sus respectivos parámetros  $a, b, c$  estimados.
- Además se debe tener un procedimiento ya seleccionado, para obtener los estimados de la habilidad, basándose en el desempeño del evaluado dado un reactivo, y
- Seleccionar un algoritmo para ordenar el conjunto de reactivos de la evaluación que será administrado a los candidatos.

El algoritmo CAT comúnmente es un proceso iterativo con los siguientes pasos:

1. Todos los reactivos que no han sido aplicados, son evaluados para determinar cual es el mejor reactivo a aplicar dado el nivel de habilidad estimado hasta ese momento.
2. Se aplica el siguiente “mejor” reactivo y el evaluado responde.
3. Se calcula una nueva habilidad basándose en las respuestas a todos los reactivos aplicados.
4. Se repiten los pasos del 1 al 3 hasta que se encuentra la condición de paro.

### V.1.3.3 Selección del mejor reactivo

No todos los reactivos proporcionan la misma información para todos los evaluados, por lo cual se debe de seleccionar reactivos que tengan niveles de dificultad cercanos a los niveles de habilidad del evaluado, por consiguiente, es necesario estimar el valor de la habilidad del evaluado. La estimación de la habilidad (también llamada theta) se calcula con la estimación posterior bayesiana la cual se describe a continuación:

- 1.- Se inicia la evaluación con la estimación del nivel de theta del evaluado y su varianza
- 2.- Se aplica un reactivo a un evaluado y se verifica si contesto de manera correcta o no
- 3.- Se determina la distribución posterior de theta y la varianza de la distribución al usar formulas desarrolladas por Owen(1975).

La estimación posterior de theta dada una respuesta correcta al reactivo actual es:

$$E(\underline{\theta} | C) = \frac{\mu_0 + \{ [(1 - c_1) v_0 / W] [ \text{gau}(X) ] \}}{Y}$$

donde:

$\mu_0$  = estimación anterior de  $\underline{\theta}$ ,

$v_0$  = estimación de la varianza anterior de  $\underline{\theta}$

$$W = [ (1 / a_1^2) + v_0 ]^{1/2}$$

$$X = (b_1 - \mu_0) / W$$

$$\text{gau}(X) = \frac{1}{[2\pi]^{1/2}} [\exp(-(X^2)/2)]$$

$$Y = c_1 + (1 - c_1) [\text{logist}(-1.7X)]$$

donde:

$$\text{logist}(Z) = \frac{\exp(Z)}{1 + \exp(Z)}$$

La estimación de  $\theta$  dada una respuesta incorrecta a un reactivo  $i$  se define por:

$$E(\theta | \sim C) = \mu_0 - \left( \frac{[v_0/W][\text{gau}(X)]}{\text{logist}(1.7X)} \right)$$

La estimación de la varianza de  $\theta$  dada una respuesta correcta esta definida por:

$$v(\theta | C) = v_0 \left[ 1 - \left\{ \frac{(1 - c_i)[\text{gau}(X)]}{U} \right\} \left\{ \frac{\left\{ \frac{(1 - c_i)[\text{gau}(X)]}{Y} \right\} - X}{Y} \right\} \right]$$

donde:

$$U = 1 + [1/(a_i^2 v_0)]$$

El estimado de la varianza de  $\theta$  dado una respuesta incorrecta se define por:

$$v(\theta | \sim C) = v_0 \left[ 1 - \left\{ \frac{\text{gau}(X)}{U} \right\} \left\{ \frac{\left\{ \frac{\text{gau}(X)}{\text{logist}(1.7X)} \right\} + X}{\text{logist}(1.7X)} \right\} \right]$$

#### V.1.4 Metodología de ingeniería del software

Una metodología de ingeniería del software es un proceso para producir software de forma organizada, empleando una colección de técnicas y convenciones de notación predefinidas. La metodología suele presentarse como una serie de pasos, con técnicas y notaciones asociadas a cada paso. El ciclo de vida completo del software abarca desde la formulación inicial del problema, pasando por el análisis, diseño, instrumentación, pruebas y mantenimiento.

Para el BREA se utilizó el modelo de cascada cuyas etapas se mencionan a continuación:

1. *Análisis*. En esta etapa se recopilan los requisitos y toda la información necesaria para el desarrollo del sistema.
2. *Diseño*. Aquí se desarrolla un proceso que se enfoca principalmente a la estructura de los datos, la arquitectura del software, los procedimientos y la interfaz.
3. *Instrumentación*. En esta etapa es donde se traduce el diseño en una forma legible para la máquina.
4. *Pruebas*. En esta etapa se realizan pruebas que aseguran que la entrada de los datos produzca los resultados que se requieren.
5. *Mantenimiento*. En esta etapa se establecen los cambios que el sistema indudablemente sufrirá después de ser entregado al cliente.

En la figura 1 se observa el esquema del modelo de cascada:

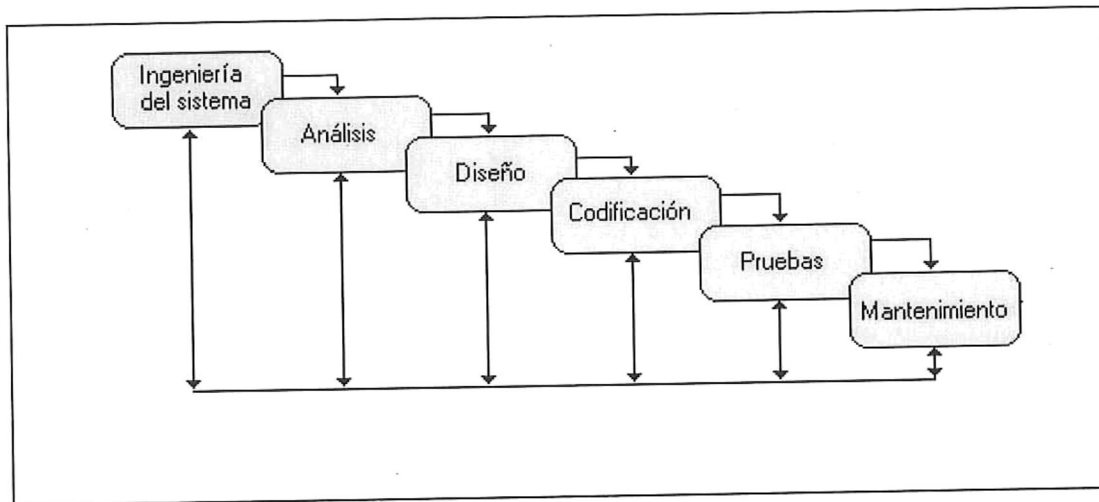


Figura 1. Modelo de cascada

#### V.1.4.1 Técnica de Modelado de objetos

La metodología OMT (Técnica de modelado de objetos) presta su apoyo a todo el ciclo de vida completo del software. Rumbaugh, et al, 1996.

La técnica de modelado de objetos consta de tres clases de modelos: el modelo de objetos consta de un sistema en términos de objetos y de relaciones que se corresponden con entidades del mundo real. El modelo dinámico describe la estructura de control de sistema en términos de sucesos y estados. El modelo funcional describe la estructura computacional del sistema en términos de valores y funciones. Los distintos problemas hacen diferentes grados de hincapié en las tres clases de modelos, pero las tres son necesarias para cualquier sistema extenso.

## **VI DESARROLLO**

Para el desarrollo se utilizó la Técnica de Modelado de Objetos de Rumbaugh, 1996.

### **VI.1 Definición del problema**

Analizar, diseñar y desarrollar una herramienta que permita evaluar el grado de conocimiento del usuario sobre la materia de Sistemas Operativos. Para cada materia, se elaborará una evaluación con preguntas relacionadas a esta, la cual servirá para que el alumno pueda realizar autoevaluaciones.

### **VI.2 Análisis del Banco de Reactivos de Evaluaciones Adaptativas**

En la etapa de análisis se abstraen las características principales del sistema.

- Una arquitectura cliente-servidor
- El sistema tendrá opciones para realizar evaluaciones y para consultar los resultados
- Contará con un banco de reactivos
- Las preguntas serán de opción múltiple
- Se tendrá un mecanismo de selección de preguntas
- Se contará con un método de evaluación para los reactivos

### **VI.2.1 Construcción del modelo de objetos**

El propósito del análisis orientado a objetos es modelar el sistema del mundo real para que sea posible entenderlo para hacer esto, es preciso, examinar los requisitos, analizar sus aplicaciones y volver a plantearlos rigurosamente. El modelo de objetos precede al dinámico y al funcional por que las estructuras estáticas suelen estar mejor definidas, siendo menos dependientes de los detalles de la aplicación. Para construir un modelo de objetos se llevan a cabo los siguientes pasos:

- Identificar los objetos y las clases
- Preparar un diccionario de datos
- Identificar las asociaciones entre objetos (incluyendo agregaciones)
- Identificar atributos de objetos
- Simplificar las clases de objetos empleando la herencia

#### **VI.2.1.1 Identificación de clases de objetos en el módulo BREA**

En la figura 2, se muestran las clases Evaluacion, Interfaz, Resultados, Metodo de Evaluacion que conforman el sistema BREA, el cual se modela por medio de una clase con el nombre BREA.

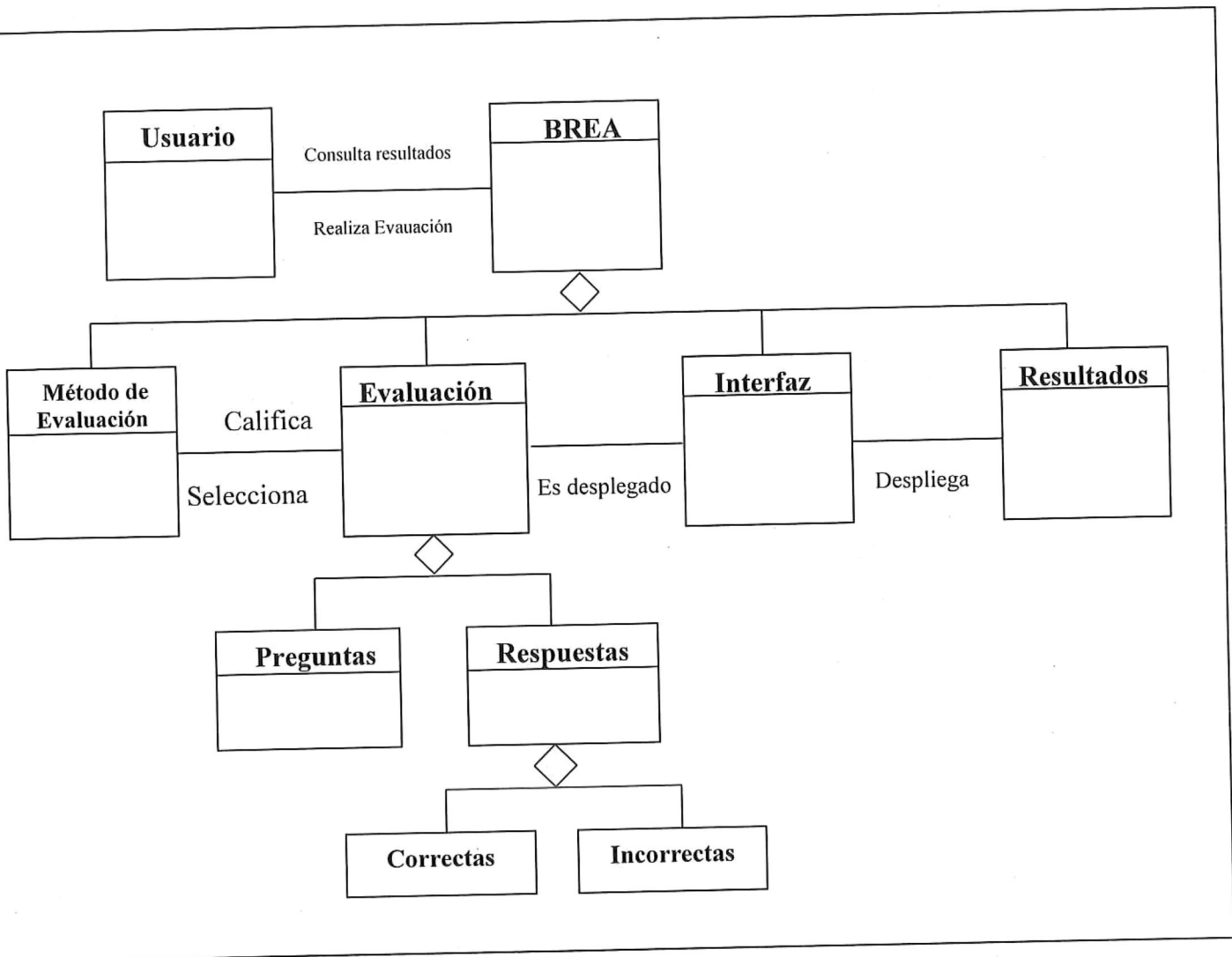


Figura 2. Diagrama de clases para BREA

### VI.2.1.2 Diccionario de datos

El diccionario de datos de este sistema se describe a continuación:

**BREA:** Clase que representa el módulo de *Banco de Reactivos de evaluaciones adaptativas*

y que esta formada por:

**USUARIO:** La clase usuario es aquella formada por las personas que utilizarán este módulo (*alumno, maestro*).

**INTERFAZ:** Clase que será encargada de permitir al usuario interactuar con el sistema por medio de pantallas y formas creadas en HTML.

**RESULTADOS:** Esta clase es dónde se guardan los datos de cada usuario, tales como su calificación, nombre de la evaluación, etc.

**EVALUACIONES:** Es la clase que representa la base de datos que contiene los reactivos que sirven para la elaboración de la evaluación.

**METODOS DE EVALUACIÓN:** Esta clase se encarga de seleccionar los reactivos que se aplicarán al usuario, además de calificar cada una de sus respuestas.

### VI.2.1.3 Asociaciones entre clases

Los enlaces y asociaciones son los medios para establecer relaciones entre objetos y clases.

Un enlace es una conexión física o conceptual entre instancias de objetos.

Una asociación describe un grupo de enlaces con estructura y semántica común. Las asociaciones describen y los enlaces suelen aparecer como verbos en la definición del problema.

Las clases Evaluacion, Interfaz, Resultados y Metodo de Evaluacion forman lo que es el sistema BRETA, el cual se modela por medio de una clase con el nombre de BREA. También se tiene una clase llamado USUARIO, la cual nos sirve para representar a las personas que utilizarán al sistema. El usuario se relaciona con el sistema BREA por medio de dos asociaciones, *Consulta\_resultados* y *Resuelve\_evaluacion*.

Una EVALUACION esta formada por preguntas y respuestas, lo cual se modela mediante una agregación entre clases.

La clase METODO\_EVALUACION es la responsable de calificar cada pregunta que se aplica al USUARIO, por lo tanto definimos una asociación llamada *califica* la cual se relaciona con la clase EVALUACION debido a que esta es la que contiene las respuestas de dichas preguntas. Otra relación que se necesito modelar dentro del sistema, es la de *seleccionar\_pregunta*, la cual es la que se encarga de seleccionar la siguiente pregunta que será aplicada al usuario.

Para que un usuario pueda consultar sus resultados, es necesario que estos sean desplegados en la pantalla (INTERFAZ), de la misma manera, si este desee resolver una EVALUACION, es necesario que las preguntas se desplieguen en la pantalla. Por lo tanto

se decidió modelar esto mediante otras dos asociaciones mas: *Es\_desplegado* la cual es una asociación entre las clases EVALUACION e INTERFAZ y *Despliega* entre INTERFAZ y RESULTADOS.

Las asociaciones detectadas para el sistema son: El usuario interactúa con el sistema(BREA) por medio de dos asociaciones, *Consulta\_resultados* y *Resuelve\_Evaluación*. En el modelo la clase METODO\_EVALUACION es la que se encarga de calificar cada uno de los reactivos que se aplican al USUARIO, por lo tanto se definió una asociación llamada *califica* la cual se relaciona con la clase EVALUACION. Otra relación que se necesitó modelar dentro del sistema, es la de *seleccionar\_reactivo*, la cual es la que se encarga de seleccionar el siguiente reactivo que será aplicado al usuario, dependiendo de sí responde correctamente o no. Para que un usuario pueda consultar sus resultados, es necesario que estos sean desplegados en pantalla (INTERFAZ), de la misma manera, si este desea resolver una **EVLUACION**, es necesario que las preguntas se desplieguen en la pantalla. Por lo tanto, se decidió modelar esto mediante dos asociaciones mas, las cuales son las siguientes: *Es\_desplegado* la cual es una asociación entre las clases EVALUACION e INTERFAZ y *Despliega* entre INTERFAZ y RESULTADOS.

Nombre de la clase	Atributos de los objetos
Usuario	nombre, apellido, matrícula, clave, semestre, derechos
Evaluación	nombre, id_evaluación
Metodo_de_evaluación	miu, theta, varianza, probabilidad de responder correctamente, discriminante, nivel de adivinación
Interfaz	nombre_ventana, opción, color, tamaño
Resultados	numero_aciertos, numero_errores, puntuacion, total_preguntas
Reactivos	grado_de_dificultad, numero_de_reactivos
Respuestas	tipo_de_respuesta

#### **VI.2.1.4 Especificación de agregación**

Una EVALUACION esta formada por preguntas y respuestas, lo cual se modela mediante una agregación entre estas clases.

### **VI.2.2 Construcción del modelo dinámico**

El modelo dinámico muestra la forma en que el comportamiento del sistema y el de los objetos que lo componen varían con el tiempo. Se comienza el análisis dinámico buscando los sucesos que son estímulos y respuestas visibles externamente. Después hay que resumir la secuencia de sucesos admisibles para todos los objetos que tengan un diagrama de estado. Para construir un modelo dinámico se llevan a cabo los siguientes pasos:

- Se preparan escenarios de secuencias típicas de interacción
- Se identifican sucesos que actúan entre objetos
- Se prepara un seguimiento de sucesos para cada escenario
- Se construye un diagrama de estados

#### **VI.2.2.1 Construcción de escenarios y diagramas de trazos**

A continuación se muestran los escenarios detectados para este sistema y sus diagramas de trazos correspondiente:

1. Elaboración de evaluación
2. Entrar al BREA
3. Calificar evaluación

4. Realizar evaluación
5. Consultar resultados
6. Seleccionar materia

### **Escenario 1. Seleccionar la opción Elaboración de evaluación**

En este escenario se muestran los pasos necesarios que ejecuta el sistema para elaborar una evaluación: Primero se pide al usuario que seleccione una materia, con este valor el método de evaluación selecciona un reactivo y enseguida este se despliega al usuario. El usuario responde y se envía la respuesta al método de evaluación, el cual se encargará de calificarla y dependiendo de si se cumple o no la condición de paro, seleccionar el siguiente reactivo. Por último se obtienen los resultados y se termina.

1. Seleccionar materia
2. Leer valor de materia
3. Seleccionar reactivo a desplegar
4. Desplegar reactivo
5. Responder reactivo
6. Leer respuesta
7. Calificar reactivo
8. Verificar condición de paro
9. Calcular resultados
10. Presentar resultados
11. Terminar evaluación

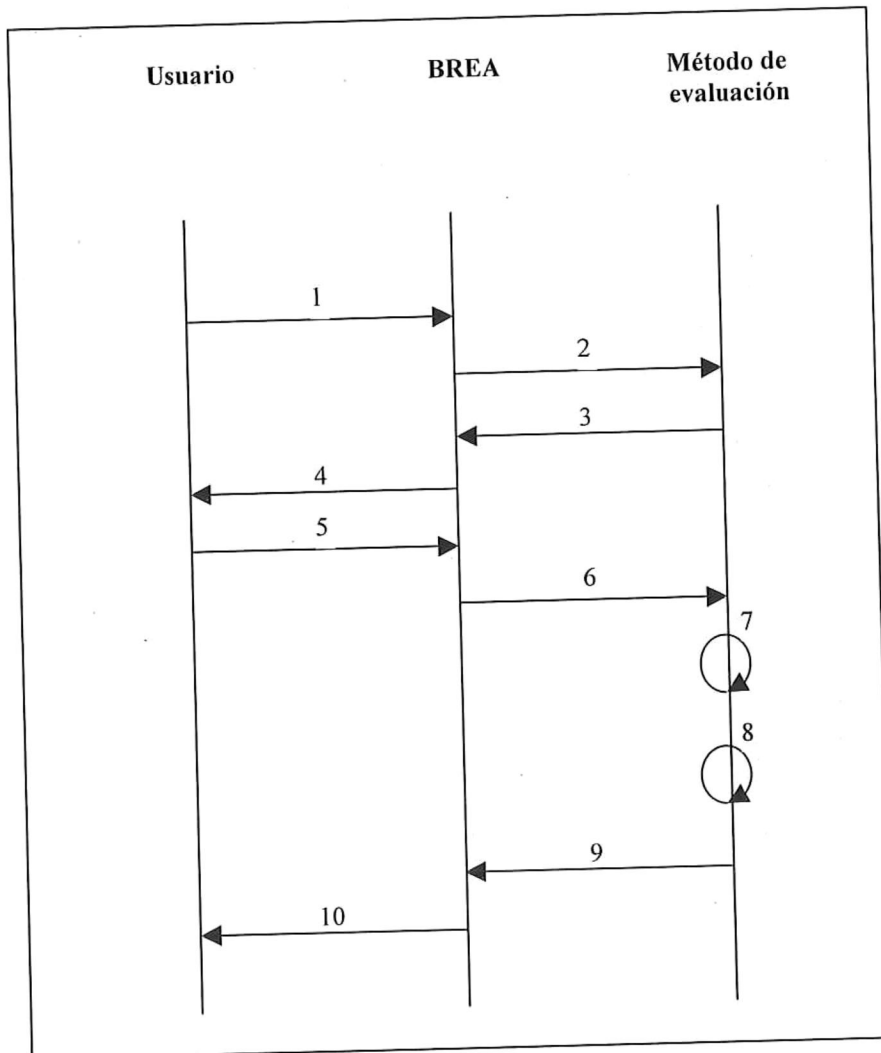


Figura 3. Diagrama de trazo para el escenario 1

## Escenario 2. Seleccionar opción entrar al BREA

Los pasos que se listan a continuación son los necesarios para cuando el usuario desea realizar una evaluación y selecciona la opción de entrar a BREA, un paso importante en este escenario es la verificación de los datos del usuario por medio de una cuenta y su clave de acceso, en caso de que los datos no sean válidos, se niega la entrada al usuario.

1. Seleccionar opción entrar BREA
2. Se despliega pantalla de entrada
3. Se introducen los datos del usuario
4. Se verifican datos
5. Se presentan opciones de menú

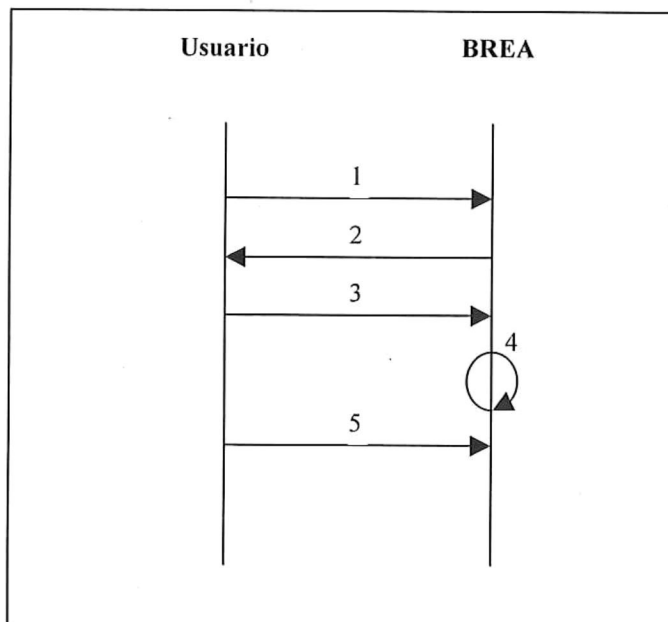


Figura 4. Diagrama de trazo para el escenario 2

### Escenario 3. Calificar evaluación

Este escenario muestra uno de los procesos principales que realiza el algoritmo de evaluaciones adaptativas utilizado, que es el Calificar Evaluación, como primer paso se calcula la habilidad del evaluado, enseguida se obtienen los parámetros de discriminación(a), dificultad(b) y adivinación(c), con estos valores se selecciona el "mejor" reactivo y se despliega para que el usuario responda. Una vez contestado el reactivo se califica y se calcula un nuevo valor de theta. Por último se verifica si se ha cumplido la condición de paro y se despliegan los resultados.

1. Calcular habilidad inicial
2. Calcular parámetros a,b,c
3. Seleccionar el mejor reactivo a desplegar
4. Desplegar reactivo
5. Contestar pregunta
6. Leer respuesta
7. Calificar reactivo
8. Calcular nueva theta
9. Verificar condición de paro
10. Presentar resultados
11. Terminar calificación

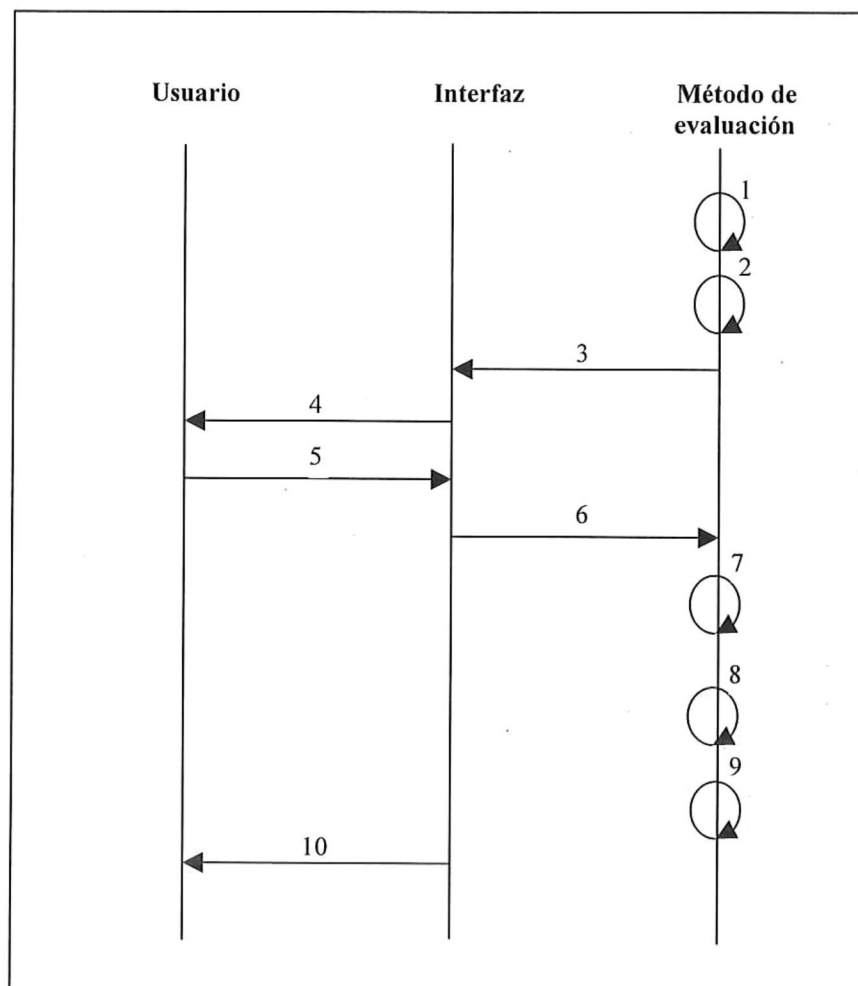


Figura 5. Diagrama de trazo para el escenario 3

#### Escenario 4. Seleccionar la opción realizar evaluación

Este escenario muestra los pasos que se ejecutan cuando el usuario selecciona la opción de realizar evaluación. Como primer paso el usuario selecciona esta opción, se despliegan las materias disponibles y se selecciona la materia de la cual se desea realizar la evaluación, el Método de Evaluación se encarga de seleccionar los reactivos a desplegar dependiendo de cómo conteste el usuario. Por último se envían los resultados al usuario y termina.

1. Seleccionar opción realizar\_evaluación
2. Desplegar pantalla de materias disponibles
3. Seleccionar materia
4. Solicitar elaboración de evaluación
5. Seleccionar reactivo
6. Enviar reactivo seleccionado
7. Desplegar reactivo
8. Resolver reactivo
9. Enviar respuesta
10. Evaluar reactivo
11. Enviar resultados obtenidos
12. Desplegar resultados
13. Desplegar menú
14. Seleccionar nueva opción

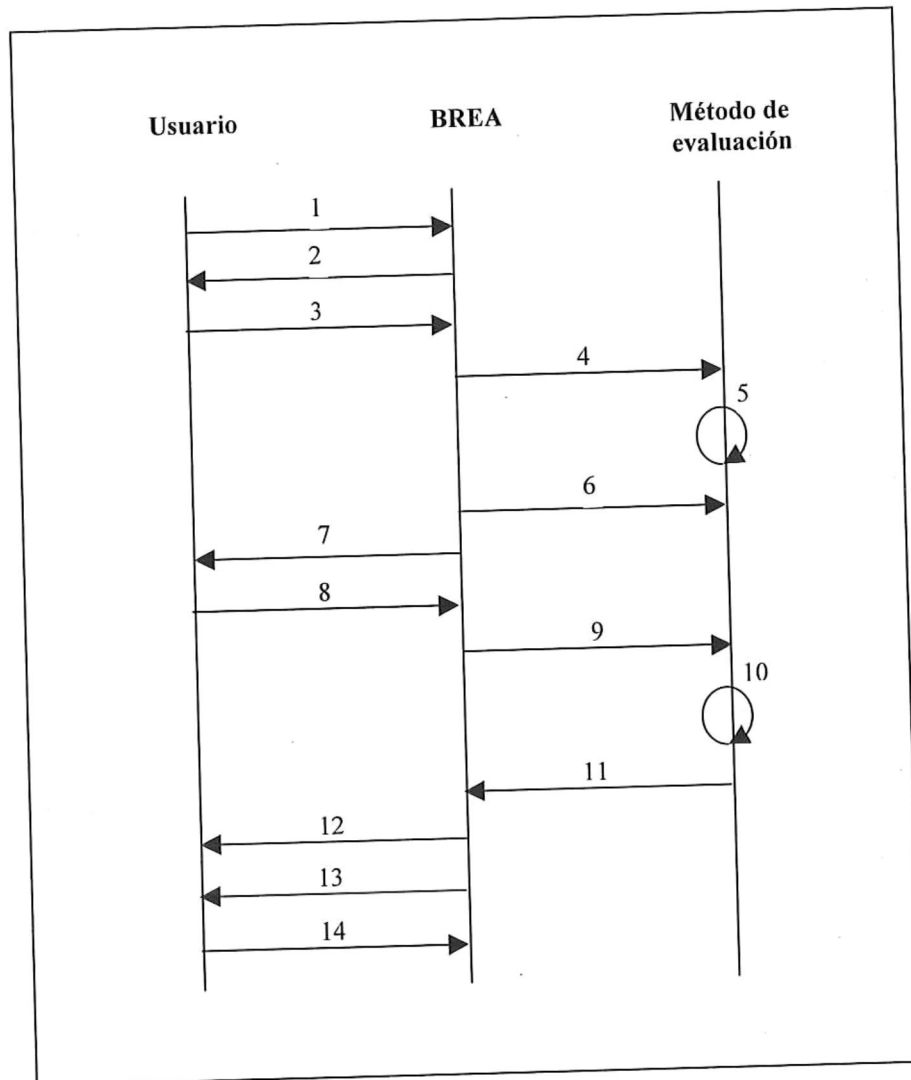


Figura 6. Diagrama de trazo para el escenario 4

### Escenario 5. Seleccionar opción consultar resultados

Los pasos que se listan a continuación son aquellos que se llevan a cabo cuando se selecciona la opción de Consultar resultados. Como primer paso se selecciona la materia de la evaluación de la cual quiere ver sus resultados, el sistema captura el valor de la materia, se buscan los datos, se despliegan y termina.

1. Se despliega opciones de menú
2. Seleccionar materia a consultar
3. Enviar materia
4. Se buscan resultados
5. Resultados encontrados
6. Se despliegan resultados
7. Se despliegan opciones de menú

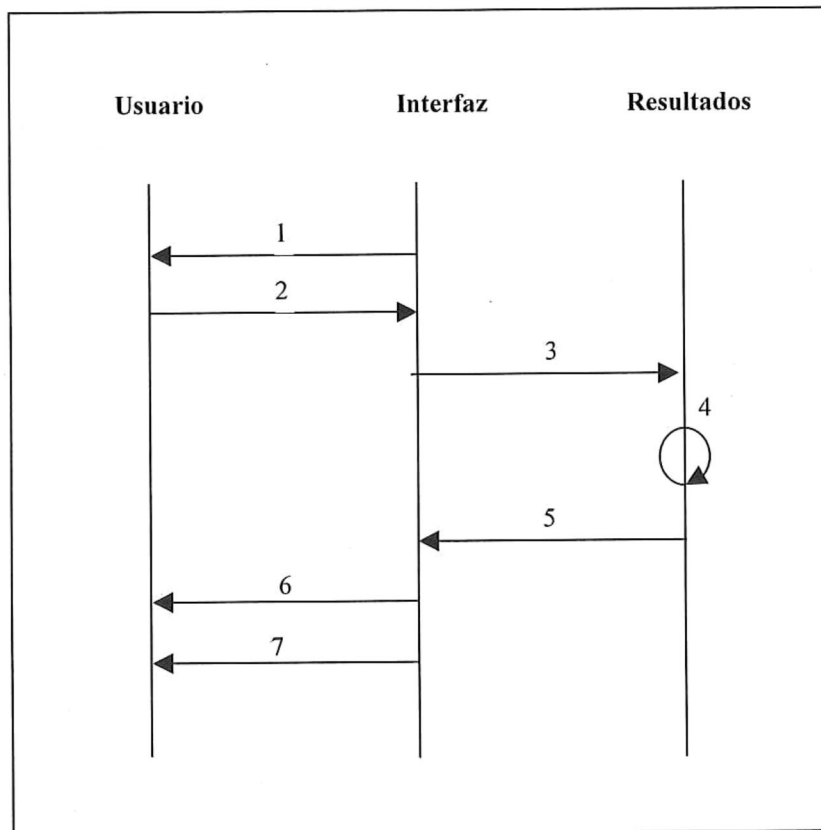


Figura 7. Diagrama de trazo para el escenario 5

### **Escenario 6. Seleccionar opción guardar resultados**

Este escenario ilustra los pasos a ejecutar cuando se selecciona la opción de Guardar resultados. Inicialmente el usuario selecciona la opción de guardar resultados, enseguida se despliega la forma de captura, el usuario introduce los datos, se envían los datos a la base de datos, se actualiza la información y termina.

1. Seleccionar la opción de *guardar resultados*
2. Desplegar forma de captura de datos del usuario
3. Introducir datos: *nombre, apellido, matrícula, etc.*
4. Enviar datos
5. Actualizar información en la base de datos
6. Desplegar pantalla de opciones
7. Seleccionar nueva opción

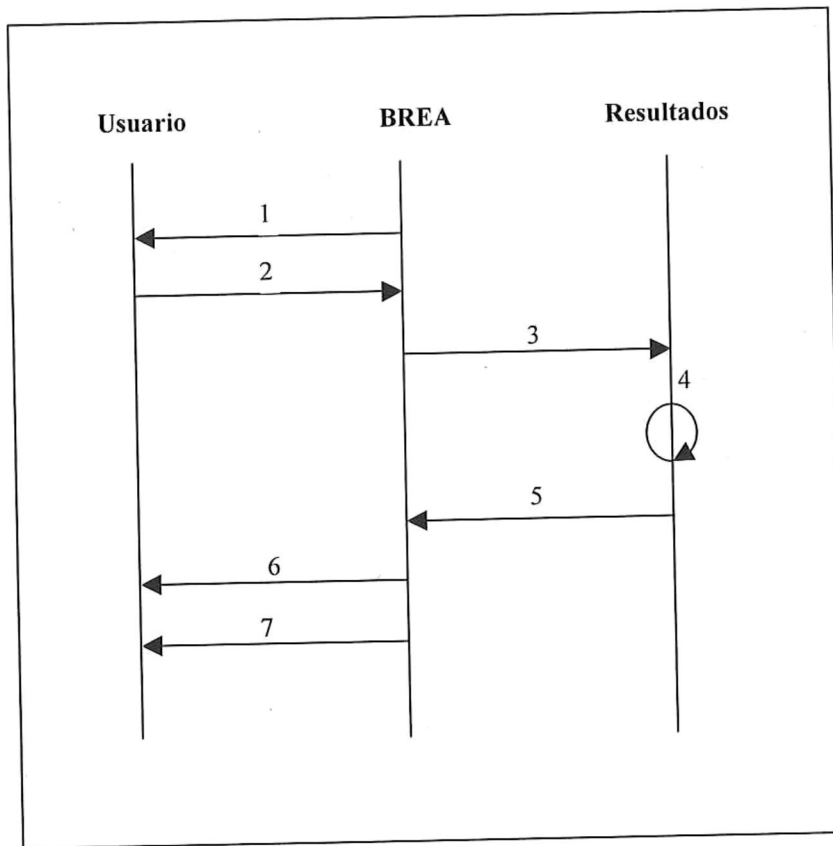


Figura 8. Diagrama de trazo para el escenario 6

### VI.2.2.2 Diagramas de estados

Este diagrama muestra los estados del sistema durante el proceso de entrada al sistema, después del proceso de validación del usuario se escoge una opción del menú. En los diagramas 11 y 12 se muestran los estados en los que entra el sistema una vez seleccionada una opción.

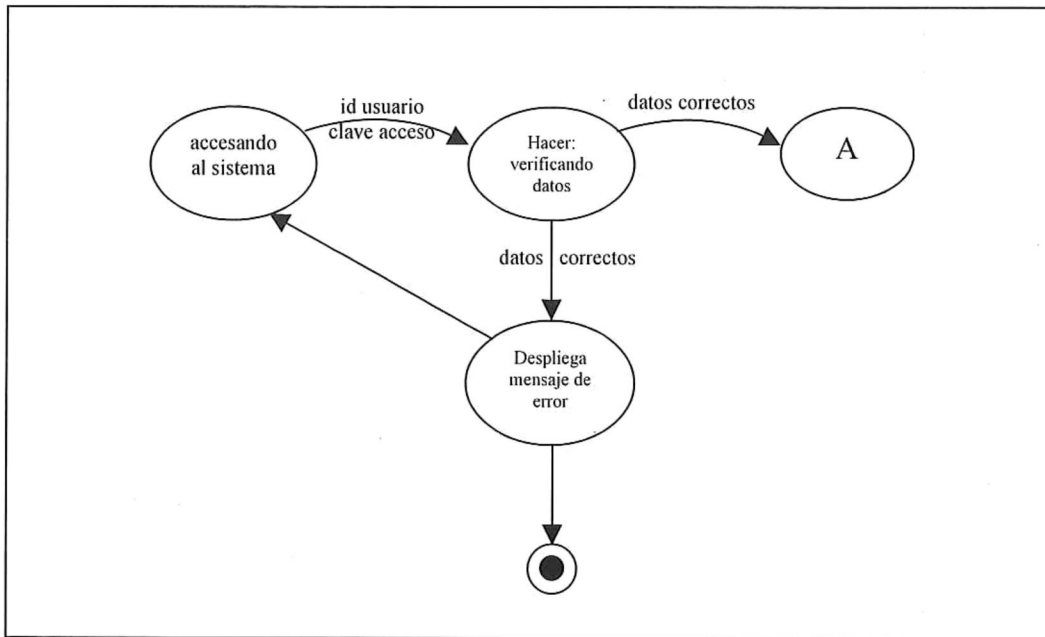


Figura 9. Diagrama de estados y eventos para la entrada al sistema

En el diagrama 10 se observan los estados por los que pasa el sistema cuando elabora una evaluación. El usuario debe escoger una materia para la cual resolverá la evaluación, posteriormente el método de evaluación seleccionará y evaluará los reactivos que sean presentados al usuario, desplegando una calificación al final de la evaluación.

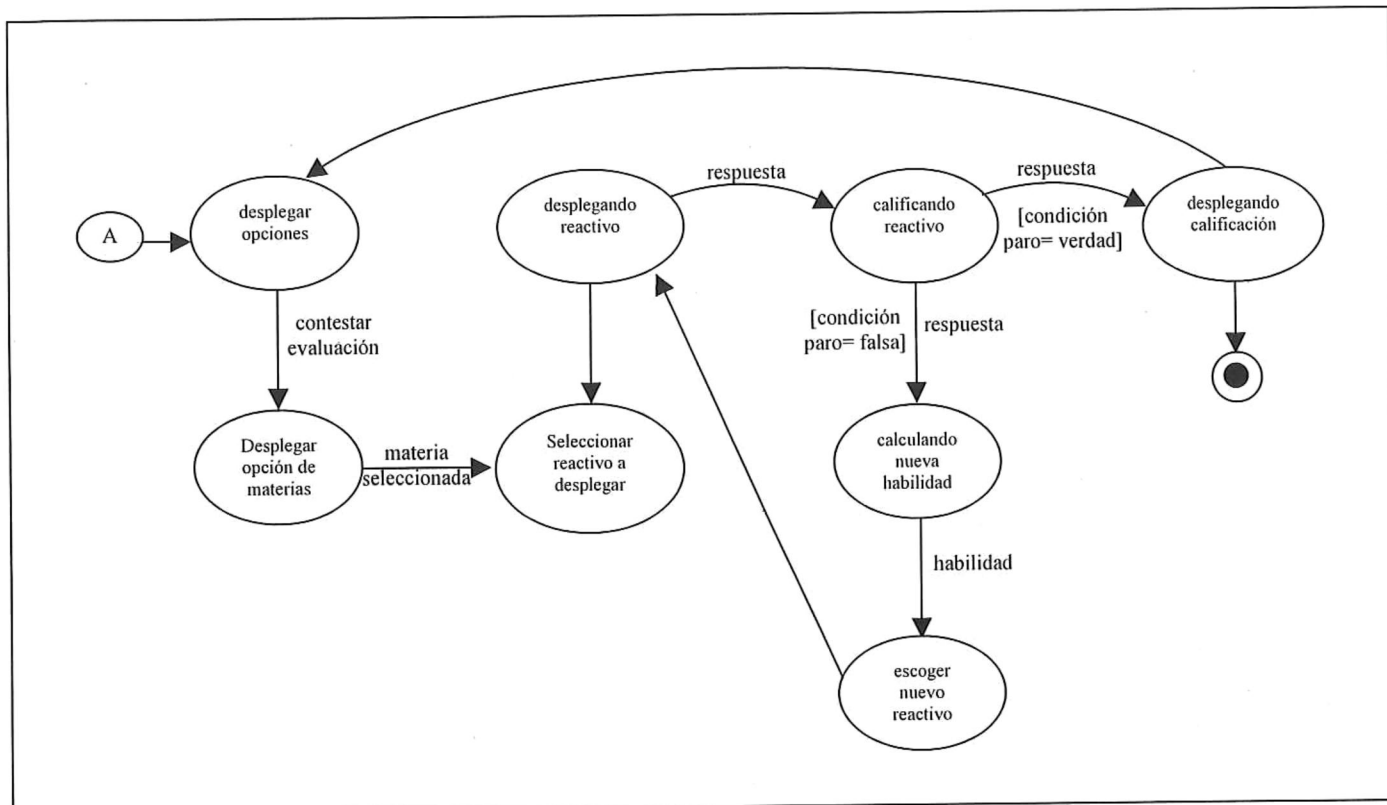


Figura 10. Diagrama de estados y eventos para realizar una evaluación

En el diagrama que se muestra a continuación se puede observar como una vez que el usuario accesa al sistema, puede consultar resultados que han sido generados previamente.

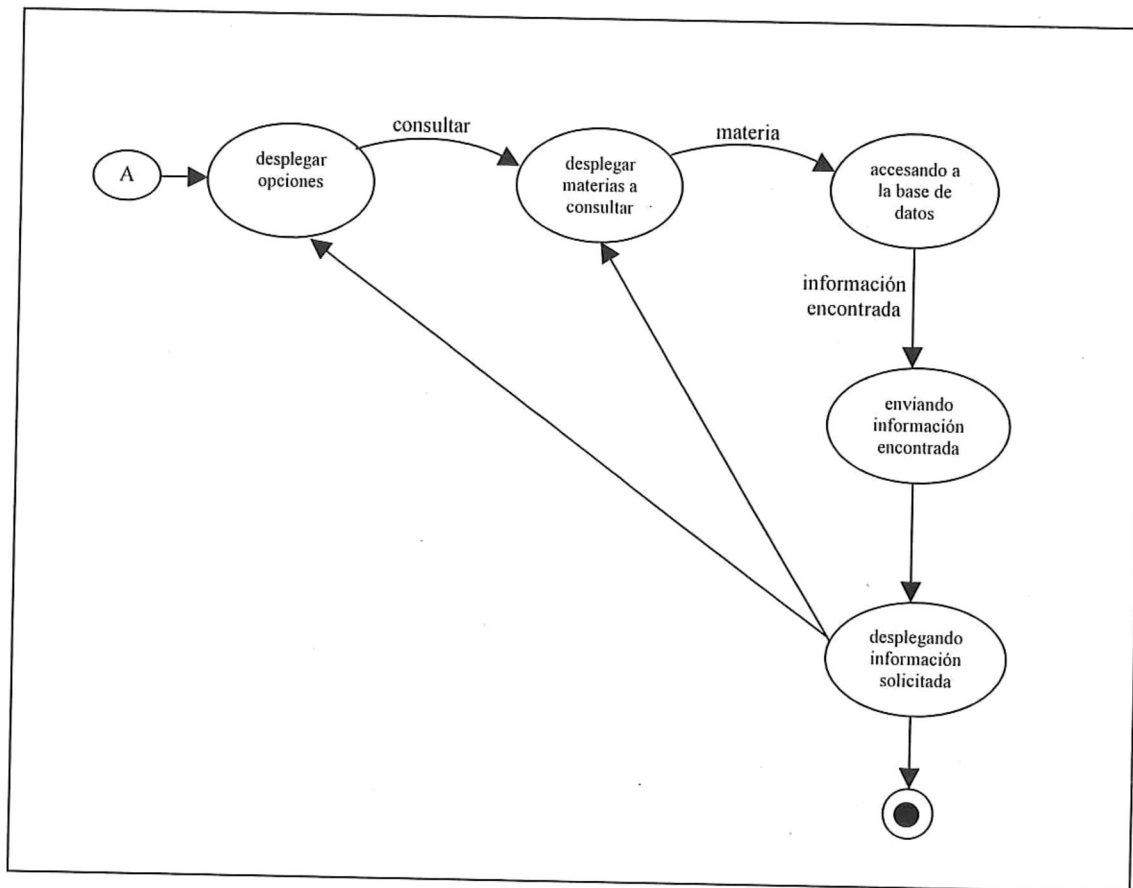


Figura 11. Diagrama de estados y eventos para la consulta de resultados

### VI.2.3 Construcción del modelo funcional

Este modelo muestra la forma en que se calculan los valores, sin tener en cuenta las secuencias, decisiones o estructuras de los objetos. El modelo funcional muestra que valores dependen de que otros valores, y las funciones que los relacionan. En este modelo se elaboran diagramas de flujo de datos (DFD), los cuales resultan útiles para mostrar dependencias funcionales. Para construir un modelo funcional hay que realizar los siguientes pasos:

- Identificar los valores de entrada y de salida
- Construir diagramas de flujos de datos que muestren las dependencias funcionales
- Identificar las restricciones

### VI.2.3.1 Identificación de los valores de entradas y salidas

El primer paso en la construcción de un modelo funcional consiste en identificar los valores de entrada y de salida. Los valores identificados son:

- *Entradas*: Son aquellos datos que son proporcionados, a través de eventos, al programa desde el exterior. Aquí los valores de entrada identificados son:

- Datos del usuario
- Indice\_reactivo
- Parámetros a,b,c
- Habilidad inicial
- Probabilidad de responder correctamente.

- *Salidas*: Son los valores finales del programa. Las salidas identificadas para este sistema son:

- Puntuación final del evaluado
- Total de respuestas correctas e incorrectas

- *Diagramas de flujo de datos*

Los diagramas de flujos de datos muestran cómo los valores de salida se calculan a partir de los valores de entrada, un DFD contiene procesos que transforman datos, flujos de datos que los trasladan, objetos actores que producen y consumen datos y almacén de datos que los almacenan de forma pasiva. Los procesos detectados son los siguientes:

- Calificar reactivo
- Calcular valor de theta
- Encontrar número de reactivo

La figura 12 corresponde al diagrama funcional para BREA, donde se muestra como es la transformación de los datos durante el proceso de elaboración de una evaluación, se puede observar como el método de evaluación del algoritmo determina los reactivos que formarán parte de la evaluación. De este diagrama se extraen tres procesos: *calcular reactivo*, *calcular valor de  $\theta$*  y *seleccionar reactivo*, estos procesos se especifican a más detalle en las figuras 13, 14 y 15.

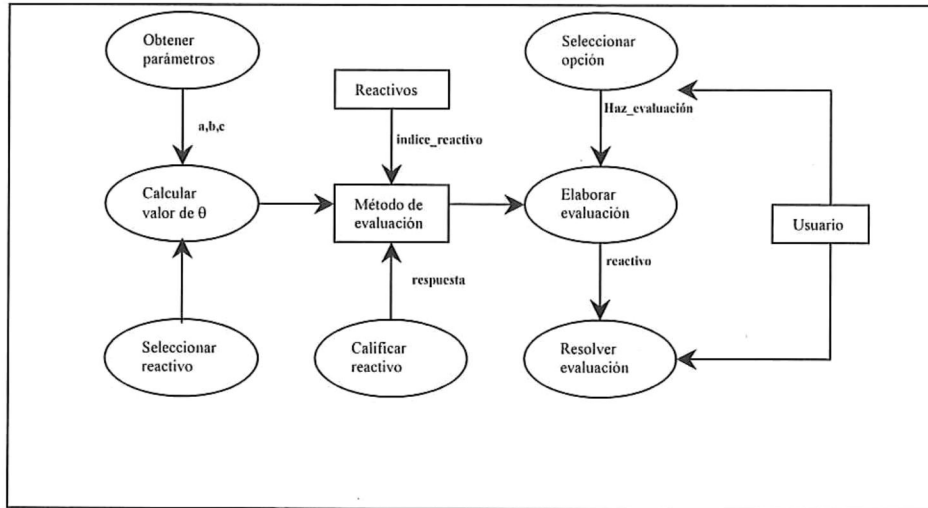


Figura 12. Diagrama Funcional de BREA

En la figura 13 se muestra el proceso de calificación de un reactivo. Aquí se muestra como se evalúa si el usuario responde correcta o incorrectamente y así se establece la forma en que se calculará la nueva habilidad del evaluado.

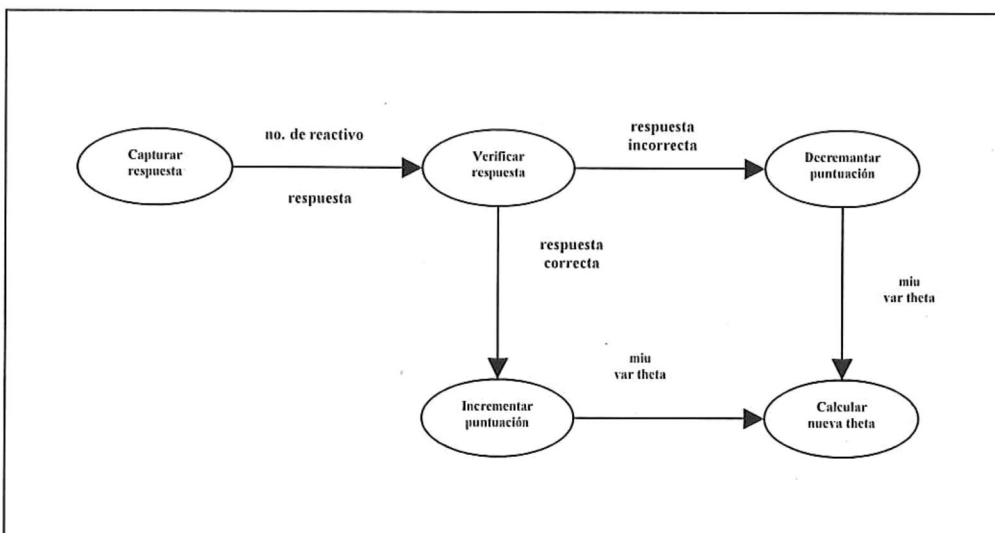


Figura 13. Expansión del Proceso *Calificar reactivo*

En la figura 14 se muestra como se estima la habilidad del evaluado. Los valores de las variables de entrada dependen de la forma de contestar del usuario (correcta o incorrectamente).

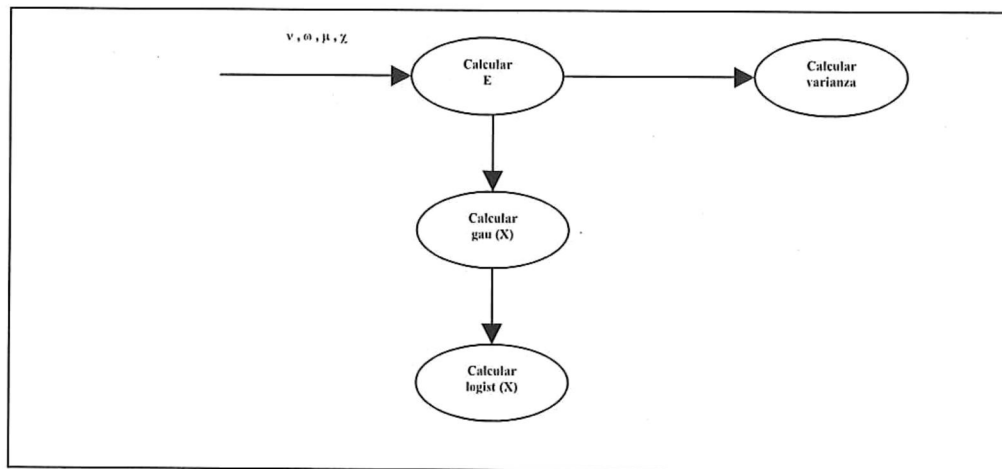


Figura 14. Expansión del Proceso Calcular valor de Theta

En la figura 15 se puede observar como se encuentra el próximo reactivo a desplegar.

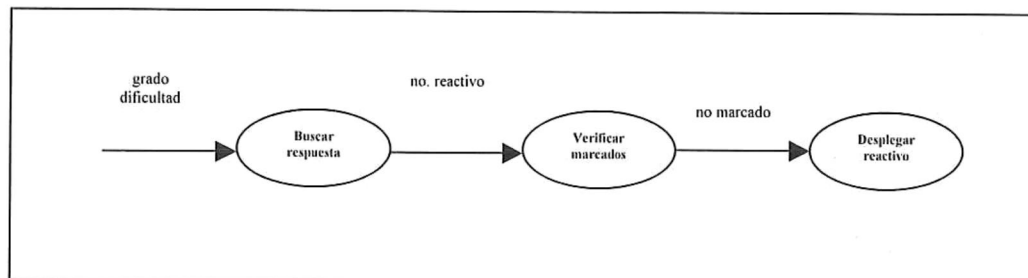


Figura 15. Proceso encontrar número de reactivo

### VI.3 Diseño

En esta etapa se especifica la forma en solucionar el problema, además de definirse la estructura general que tiene el sistema.

### VI.3.4 Diseño de la base de datos

Una base de datos es un conjunto auto descriptivo de registros integrados. El esquema de diseño de base de datos relacionales se forma al especificarse las tablas, las relaciones entre estas y el modelo entidad-relación. En el BREA, se utiliza el modelo de bases de datos relacional.

#### VI.3.4.1 Especificación de las tablas

Los datos del usuario son representados como afinidades o tablas. Las tablas normalizadas que componen la base de datos son las siguientes: usuario, atributos, alumno, maestro, externo, preguntas, respuesta\_c, respuesta\_i, materia y resultados. A continuación se presenta una breve explicación de cada afinidad, con su tabla correspondiente:

La tabla *usuario* esta formada por los siguientes campos: *id\_usuario*, *nombre*, *apellido* y *clave*, los cuales contienen información personal del usuario que permiten identificarlo.

#### **usuario**

<u>id_usuario</u>	nombre	apellido	clave

La tabla *atributos* está formada por los siguientes campos: *id\_usuario*, *atributos*, estos datos nos permiten identificar el nivel que ocupa el usuario dentro del sistema y así determinar que puede o no hacer.

**atributos**

id_usuario	atributos

La tabla *alumno* está formada por los siguientes campos: *id\_alumno*, *carrera*, *escuela*, estos campos guardan los datos identifican a cada alumno.

**alumno**

id alumno	carrera	escuela

La tabla *maestro* está formada por los siguientes campos: *id\_maestro*, *nivel\_academico*, estos campos permiten identificar los datos del maestro.

**maestro**

id maestro	nivel_academico

La tabla *preguntas* está formada por los siguientes campos: *id\_pregunta*, *id\_materia*, *pregunta*, esta tabla contiene las preguntas o reactivos que forman la evaluación.

**preguntas**

<u>id_pregunta</u>	<u>id_materia</u>	pregunta

La tabla *nivel\_dificultad* está formada por los siguientes campos: *id\_pregunta*, *id\_materia*, *bi* esta tabla guarda el nivel de dificultad de cada pregunta

**nivel\_dificultad**

<u>id_pregunta</u>	<u>id_materia</u>	bi

La tabla *respuesta\_c* está formada por los siguientes campos: *id\_pregunta*, *id\_materia*, *respuesta*, esta tabla permite identificar la respuesta correcta para cada pregunta.

**respuesta\_c**

<u>id_pregunta</u>	<u>id_materia</u>	respuesta

La tabla *respuesta\_i* está formada por los siguientes campos: *id\_pregunta*, *id\_materia*, *id\_respuesta*, *respuesta*, esta tabla contiene respuestas incorrectas para cada pregunta.

### **respuesta\_i**

<u>id_pregunta</u>	<u>id_materia</u>	<u>id_respuesta</u>	respuesta

La tabla *materia* está formada por los siguientes campos: *id\_materia*, *materia*, por medio de esta tabla se puede identificar cada materia sobre la cual se realizan las evaluaciones.

### **materia**

<u>id_materia</u>	materia

La tabla *resultados* está formada por los siguientes campos: *id\_usuario*, *id\_materia*, *puntuacion*, *numero\_aciertos*, *numero\_errores*, *duracion*, en esta tabla se guardan los resultados que son generados por cada uno de los usuarios.

## resultados

id_usuario	id_materia	puntuacion	numero_aciertos	numero_errores

### VI.3.5 Modelo Entidad-Relación

El modelo entidad-relación se utiliza para interpretar, especificar y documentar los requerimientos para sistemas de procesamiento de bases de datos. Este modelo presenta las entidades del sistema y las relaciones entre ellas.

#### VI.3.5.2 Especificación del modelo Entidad-Relación para el sistema BREA

Como se aprecia en la figura 14, la entidad *usuario* contiene tres subtipos de entidades: *alumno*, *maestro*, es decir, cada entidad *usuario* contiene datos en común para las tres entidades subtipo, sin embargo, existen datos que solo conciernen a cada entidad en particular, por ejemplo, el dato de *nivel\_academico* solo pertenece a la entidad *maestro*.

La entidad *usuario* también está relacionada con la entidad *atributos*, esta relación es uno a uno, es decir, cada conjunto de atributos puede pertenecer solamente a un usuario.

La entidad de *materia* está relacionada con *pregunta* debido a que cada materia tiene varias preguntas que serán parte de las evaluaciones y cada pregunta pertenece solo a una materia.

La entidad *alumno* está relacionada con la entidad *pregunta*, esta entidad puede contestar una o más preguntas, las cuales formarán parte de la evaluación. A su vez, la entidad

*pregunta* esta relacionada con la entidad *respuesta\_c* y *respuesta\_i*, puesto que cada pregunta tiene una respuesta correcta y varias incorrectas que le pertenecen.

La entidad *pregunta* también tiene relación con la entidad *nivel\_dificultad* puesto que a cada pregunta le corresponde un nivel de dificultad.

La entidad *alumno* también esta relacionada con la entidad *resultados*, puesto que cada usuario puede guardar sus resultados de la evaluación.

La entidad *resultados* tambien se relaciona con la entidad *materia*, puesto que puede existir un resultado de una evaluación correspondiente a una materia.

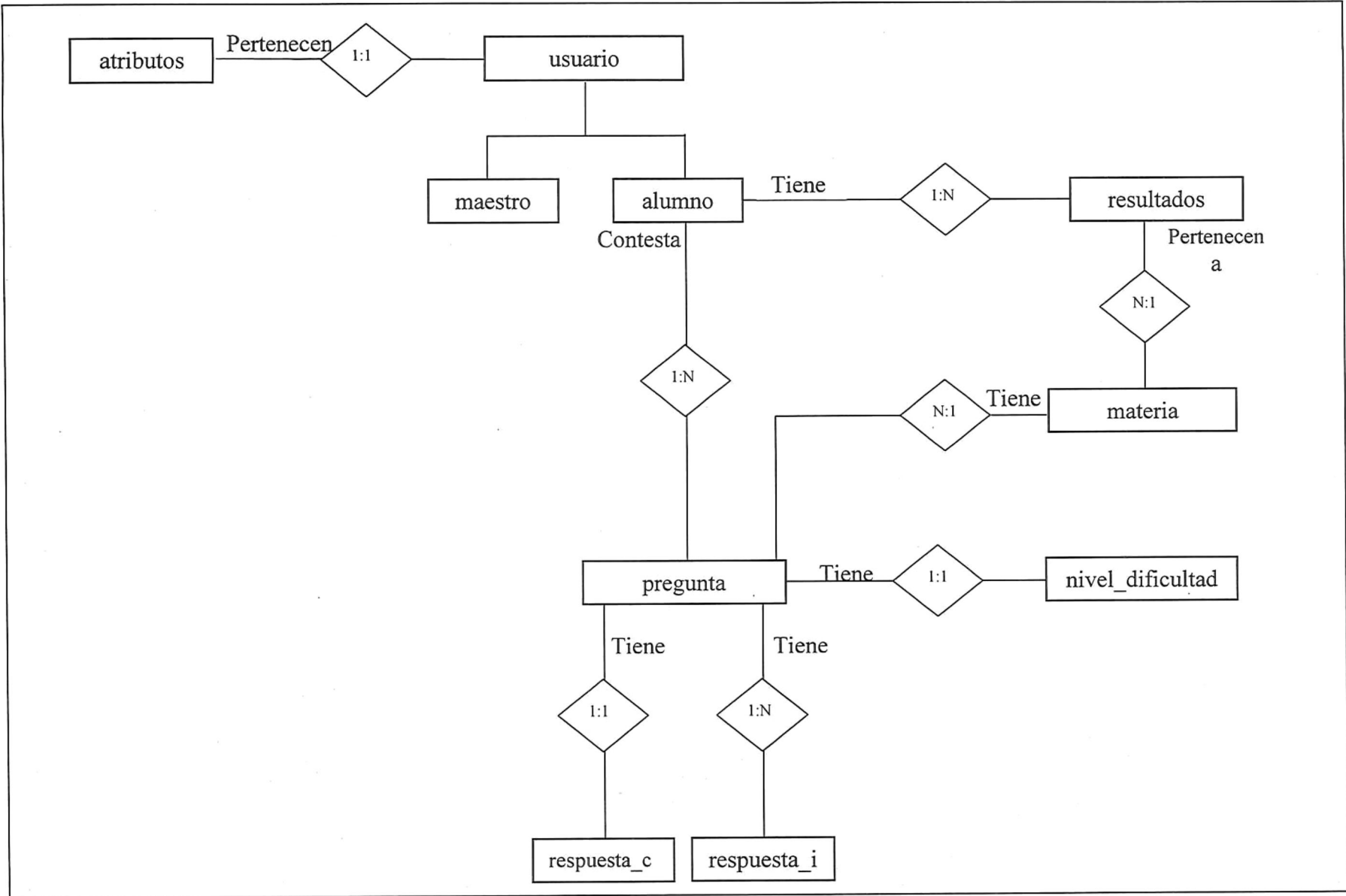
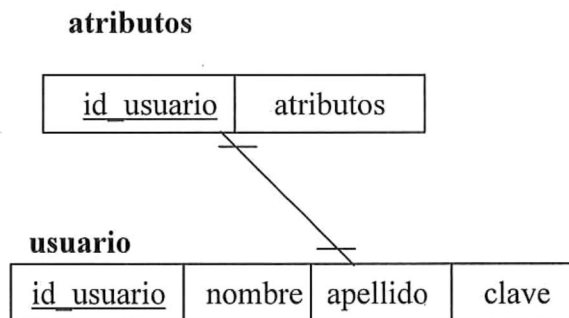


Figura 16. Diagrama Entidad-Relación para el sistema BREA

### VI.3.5.3 Especificación de relaciones entre entidades

Las entidades pueden asociarse una con otra en **relaciones**. Las relaciones entre las distintas entidades que forman el sistema son las siguientes: atributos-usuario, usuario-alumno, usuario-maestro, usuario-externo, usuario-resultados, alumno-pregunta, externo-pregunta, materia-pregunta, pregunta-respuesta\_c, pregunta-respuesta\_i, pregunta-nivel\_dificultad. A continuación se explica cada relación entre entidades:

Dependiendo del tipo de usuario que utiliza el sistema, los alumnos y externos tiene derechos de solo lectura, mientras que los administradores tienen derecho tanto de lectura como de escritura. Cada ocurrencia de datos personales se relaciona con una de atributos.



Cada ocurrencia de usuario puede estar relacionada con distintos alumnos o maestros, sin embargo, una restricción es que los datos de los alumnos, maestros solo estén registrados una sola vez.

**usuario**

<u>id_usuario</u>	nombre	apellido	clave
-------------------	--------	----------	-------

**alumno**

<u>id_alumno</u>	carrera	escuela
------------------	---------	---------

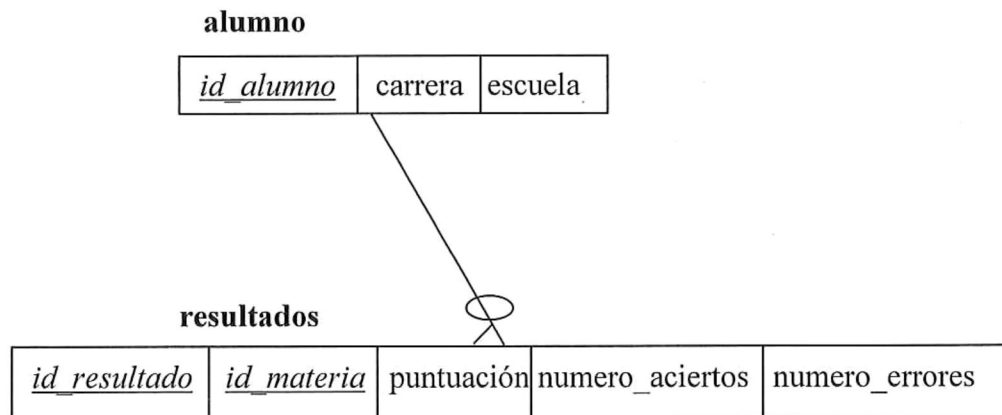
**usuario**

<u>id_usuario</u>	nombre	apellido	clave
-------------------	--------	----------	-------

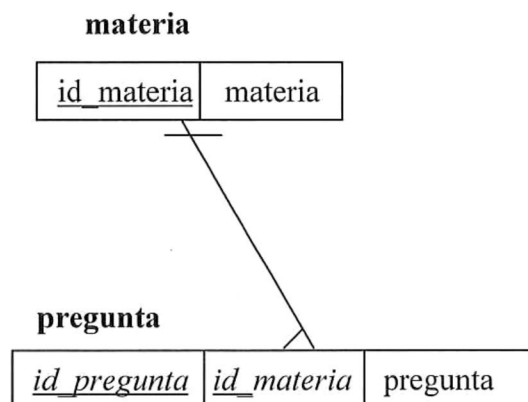
**maestro**

<u>id_maestro</u>	nivel_academico
-------------------	-----------------

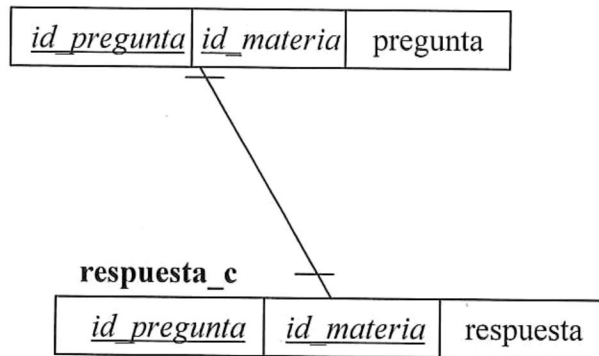
Cada alumno puede guardar el resultado de la evaluación que realizó la cual corresponde a una materia en específico, a su vez cada resultado solo puede pertenecer a un solo alumno



Cada ocurrencia de la entidad pregunta esta relacionada con una materia, a su vez cada materia puede tener varias preguntas que le corresponden



Cada entidad de pregunta tiene una respuesta correcta, a su vez una respuesta correcta solo pertenece a una pregunta

**pregunta**

Cada entidad de pregunta tiene varias respuestas incorrectas que le corresponden y cada respuesta solo puede pertenecer a una pregunta

**pregunta**

Cada ocurrencia de la entidad *pregunta* tiene un nivel de dificultad asociado a esta.

**pregunta**

<u>id_pregunta</u>	<u>id_materia</u>	pregunta
--------------------	-------------------	----------

**nivel dificultad**

<u>id_pregunta</u>	<u>id_materia</u>	bi
--------------------	-------------------	----

Cada ocurrencia de la entidad *resultados* tiene asociada a este una materia, a su vez una materia puede tener asociados varios resultados

**materia**

<u>id_materia</u>	materia
-------------------	---------

**resultados**

<u>id_pregunta</u>	<u>id_materia</u>	porcentaje	numero_aciertos	numero_errores
--------------------	-------------------	------------	-----------------	----------------

## **VII Instrumentación**

### **VII.1 Instalación y Configuración del Servidor**

Como primer paso dentro de la fase de desarrollo se instaló y configuró un servidor de Web Apache v.1.3.9 en una máquina con sistema operativo Windows NT v.4.0.

Además, para poder compilar y ejecutar los servlets fue necesario agregar el Java Development Kit (JSDK) v.2.0 y el módulo JServ v.1.12.

### **VII.2 Instrumentación de la interfaz**

Para el desarrollo de la interfaz del usuario y de la conexión entre la aplicación y la base de datos se utilizó el lenguaje Java y sus especificaciones de conectividad con bases de datos (JDBC). Del lado del servidor se utilizaron servlets, el cual es una clase del lenguaje de programación Java, utilizado para extender las capacidades del servidor que hospeda aplicaciones accedidas a través del modelo de programación *solicitud – respuesta*. Aunque los servlets pueden responder a cualquier tipo de solicitudes, estos comúnmente son utilizados para extender las aplicaciones hospedadas por los servidores de web.

Del lado del cliente se utilizaron páginas html.

A continuación se muestran el esquema de la arquitectura utilizada.

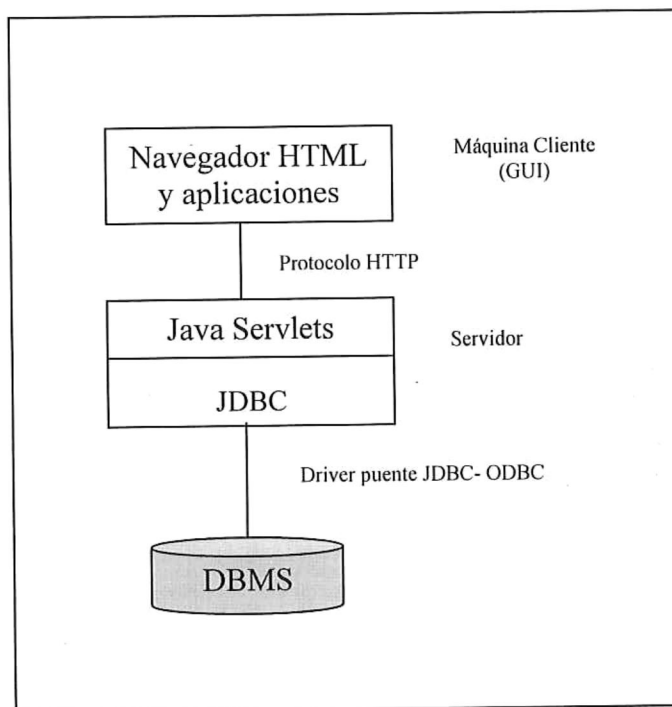


Figura 17. Diagrama que muestra la arquitectura utilizada para la conexión de la base de datos y la interfaz del usuario

### VII.3 Instrumentación de la Base de Datos

El sistema de base de datos fue desarrollado utilizando el manejador de Base de Datos (DBMS) SQL Server 6.5 de Microsoft. Para la administración de la base de datos se creó un usuario llamado BREA el cual se utilizó para crear cada una de las tablas y asignarle a cada una de estas sus derechos y atributos correspondientes.

### VII.4 Instrumentación del banco de reactivos

El banco de reactivos que se construyó fue para la asignatura de sistemas operativos. Como primer paso se realizó la recopilación de las preguntas que han sido aplicadas en evaluaciones de lápiz y papel por algunos de los maestros de la Facultad de Ciencias. Además, se complementaron algunos temas, elaborando un paquete de preguntas

basado en bibliografía consultada referente a la materia de sistemas operativos.[Deitel,1997;Peterson].

Debido a que las preguntas de las evaluaciones de lápiz y papel estaban diseñadas para ser contestadas en forma abierta, fue necesario cambiar al formato de preguntas de opción múltiple. En la redacción de los reactivos se tomaron en cuenta una serie de reglas importantes para no confundir al evaluado; a) la forma en que se construyen los enunciados; b) la construcción de las respuestas para evaluaciones de opción múltiple según CENEVAL, 2000.

Otro paso en el desarrollo del banco fue el determinar el nivel de dificultad de cada reactivo, se trabajo con el apoyo de dos expertos en la materia, quienes basándose en su experiencia, asignaron los niveles de dificultad correspondientes a cada reactivo. Para las dificultades de los reactivos se utilizó una escala de valores de 3 a -3 (Rudner,1998) .

## VIII DISCUSIÓN

A mediados de la década de los noventa, los medios para intercambiar y consultar información han evolucionado enormemente, lo cuál trae como resultado, que en la educación exista un cambio de paradigma en la enseñanza, para adaptarse a las nuevas tecnologías disponibles ( Luna y Pérez 2000). Un cambio notable en los modelos de enseñanza es la introducción de computadoras dentro de las aulas lo cual proporciona sin duda una oportunidad para considerar una modificación a los métodos de evaluación utilizados (Luna *et al*, 2000).

Las evaluaciones adaptativas por computadora son un tipo de evaluación que nos permiten además de medir el nivel de conocimiento del evaluado disminuir aspectos negativos de estar sujeto a un examen como; la ansiedad; estrés por número de preguntas; Espacio físico adverso (Wise and Kingsbury,2000) Otra de las ventajas de las evaluaciones adaptativas es que no se tiene un número fijo de preguntas, lo cuál evita que el alumno pueda memorizarlas y comunicárselo a sus compañeros, además de que cada evaluado tiene una curva característica para cada reactivo (ICC) dependiendo de las habilidades poseídas.

Sin embargo establecer el número y nivel de dificultad para determinar la eficiencia es el caso a resolver debido a que la teoría dice que las cuestiones fundamentales que conciernen a la evaluación técnica de los exámenes adaptativos informáticos (TAIS): a) la relación entre las puntuaciones -las decisiones a ella asociadas- y la administración convencional o adaptativa informatizada de los exámenes y b) la viabilidad de los modelos de la Teoría de la respuesta del reactivo (TRI) para proporcionar un sistema de medición técnicamente adecuado Hambleton, Zaal y Pieters, citados por (Rudner, 1998) En relación

con estas cuestiones, las investigaciones de Green (1988) y de Wainer y Kiely (1987) citados por (Rudner, 1998), han mostrado algunos de los problemas asociados al desarrollo de TAIs. Estos problemas afectan tanto a la equiparación de puntuaciones como a la selección de los reactivos. En lo que concierne a la equiparación de puntuaciones, los resultados de las investigaciones realizadas parecen demostrar la no-equivalencia de las propiedades de medida de un examen de lápiz y papel y un examen adaptativo porque mientras dos evaluaciones, uno de lápiz y papel y otro adaptativo, pueden ser igualados o calibrados en la misma escala utilizando un modelo de la TRI, en general, los dos exámenes no proporcionan el mismo grado de precisión en todos los puntos del continuo de habilidad -es decir, en general, las funciones de información de los exámenes difieren entre sí- Hambleton, Zaal y Pieters, 1990 citados por (Rudner,1998). En este caso de estudio falta verificar si los alumnos de las ciencias computacionales responden de la misma forma.

En lo relativo a la selección del reactivo, los hallazgos de investigación vienen a subrayar la idea de que el contexto en el que se administra un reactivo no es ajeno al resultado que se obtiene en él. De lo que se deriva que la respuesta que un sujeto da a un reactivo está influenciada por los exámenes que se le hayan administrado con anterioridad. En el caso de sistemas operativos los alumnos suelen pedir los exámenes, a los compañeros de semestres superiores y hasta los maestros comparten el mismo banco de reactivos. Estas afirmaciones ponen de relieve la importancia de considerar la valoración técnica como un requisito en su construcción y posterior aplicación de los TAIs. Aunque no debemos olvidar que el ajuste a unas normas psicométricas es una condición necesaria para cualquier examen, pero no una condición suficiente. La posibilidad de aplicar este tipo de exámenes en la evaluación de habilidades complejas, de introducirlos como instrumentos asociados a

los procesos de enseñanza centrada en el estudiante no resulta, desde luego, un asunto sencillo. Es necesario la elaboración de criterios para determinar el valor de los TAIs en la evaluación de habilidades cognitivas y en la mejora del proceso de enseñanza centrada en el estudiante o por competencias.

Sin embargo, algunas consideraciones que deben tomarse en cuenta para que una evaluación adaptativa proporcione las características antes mencionadas y por lo tanto sea un buen método de evaluación es necesario lo siguiente: Es importante que el maestro haga un esfuerzo adicional al momento de elaborar el banco de reactivos por lo menos de 100 a 150 para ofrecer un nivel de confiabilidad aceptable según Weiss 1985 citado por (Rudner,1998), puesto que el tener un banco pequeño se corre el riesgo de que los evaluados se comuniquen unos con otros cuales son las preguntas más comunes de la evaluación. Además en el algoritmo utilizado es necesario definir el nivel de dificultad de los reactivos y tener una escala de valores entre dichos reactivos para así proporcionar un resultado más confiable; el tener un banco de reactivos con un mismo nivel de dificultad no proporciona resultados precisos.

Consideraciones relativas al contenido:

Deberían ser las mismas en los TAIs que en los exámenes de lápiz y papel

El contenido de los reactivos que forman un banco debería estar relacionado con las especificaciones que se han hecho de un determinado contenido

Los reactivos deberían diseñarse teniendo en cuenta las posibilidades del tipo de computadora disponibles, en función del sistema desarrollado

### Dimensionalidad:

Hay que comprobar el ajuste al modelo de la TRI

Deben seleccionarse reactivos que sean altamente discriminativos

Es necesario hacer un análisis factorial de las correlaciones

Hay que examinar el supuesto de independencia local

Es mejor formar sub-reactivos cuando no resulta posible asegurar la unidimensionalidad de una prueba

Un examen debería estar balanceado para reflejar la heterogeneidad del dominio de contenido y de los formatos de los reactivos

### Fiabilidad

Se debe aplicar una prueba estadística para calcular el error estándar de medida de cada examen y se debería interpretar como una función de la puntuación del examen, en la métrica de la puntuación. Así mismo el error estándar de medida de cada examen también debería situarse en la métrica de la habilidad (Luna, comunicación personal)

### Validez

Se debería valorarse el grado de similaridad entre las obtenidas para los TAIs y las pruebas de lápiz y papel

Las versiones TAI y lápiz y papel de un examen deberían validarse en función de un criterio externo

### Estimación de parámetros:

El tamaño de las muestras utilizadas en la calibración de los reactivos debe ser adecuado, generalmente en torno a los mil casos, en el caso de estudio se debió aplicar a todas las escuelas donde se imparte la asignatura y difícilmente lograríamos tener el mínimo requerido.

La muestra de calibración debe ser seleccionada de modo que sea posible contar con un número suficiente de examinados en el rango de habilidad necesaria para estimar la asíntota inferior y el punto de inflexión de la CCI, en este caso se probó el algoritmo no la efectividad de las preguntas.

El procedimiento para estimar los parámetros de los reactivos debe ser “empíricamente consistente” (las muestras grandes deberían generar buenas estimaciones) El procedimiento para estimar los parámetros del reactivo debería ser insesgado, o en su defecto tendría que especificarse la naturaleza del sesgo.

Es necesario comparar la dificultad de los reactivos administrados tanto en la versión TAI como en la versión lápiz y papel.

### Anclaje

Hay que describir con detalle el procedimiento utilizado para situar los parámetros de los reactivos en una métrica común.

Si se utilizan procedimientos de anclaje basados en la equivalencia de los grupos, es preciso demostrar esa equivalencia, en este caso se supuso por ser sub-poblaciones similares, de una misma unidad académica.

### Características del banco de reactivos

Es necesario presentar tanto la distribución de los parámetros de los reactivos como la distribución de los estadísticos descriptivos para las estimaciones

Debe ofrecerse información sobre el total de los reactivos del banco

### Selección del reactivo y puntuación del examen

El procedimiento para la estimación de la habilidad y la selección del reactivo debe ser documentado de forma explícita y detallada, esto fue posible parcialmente debido al tamaño de la muestra y solo contar con dos generaciones del 2000-1 y 2000-2 en la Facultad de Ciencias.

El procedimiento debería incluir un método de variación de los reactivos seleccionados para evitar usar exclusivamente unos pocos reactivos.

Sin embargo el algoritmo utilizado por la computadora administra los reactivos diseñados y registra las respuestas para presentar las operaciones independientes, sin interferir con el proceso adaptativo.

### Factores humanos

El ambiente del aula en el que se administre el examen debe ser tranquilo, confortable y libre de distracciones.

Es necesario valorar empíricamente la legibilidad de la presentación en pantalla de los reactivos.

## IX CONCLUSIONES

Actualmente, el uso de evaluaciones adaptativas por computadora (EAC) se ha vuelto cada vez más común. Esto debido a que una de las ventajas principales de las EAC es la disminución del tiempo que el evaluado se tarda en obtener un resultado de su habilidad.

El desarrollar e implementar una evaluación adaptativa por computadora debe considerarse como un trabajo que va más allá del simple hecho de implementar computacionalmente un algoritmo de evaluación, deben haber otras consideraciones tales como el proceso de construir el banco de los reactivos, el establecimiento de un mecanismo que asegure la validez del examen. Es importante que los reactivos que forman la evaluación sean elaborados y escogidos con sumo cuidado puesto que estos definirán que tan 'exacta' será la medición de la habilidad del evaluado. El proceso de selección de los reactivos implica que un grupo de maestros en el área deban analizar y detectar cuales son los mejores reactivos para trasladarlos de evaluaciones tradicionales a evaluaciones por computadora, esto implica un gran esfuerzo por parte de las academias, porque se supone que el aprendizaje se centra en el estudiante. Se tendrá que establecer una muestra que incluya alumnos con una variedad de habilidades puesto que el considerar una muestra que tiene un solo rango de habilidad puede sesgar los resultados al establecer dificultades incorrectas para los reactivos, además de esto, también pueden y deben utilizar su experiencia como docentes para establecer y determinar los reactivos que serán incluidos a través de pruebas estadísticas para la discriminación de habilidades y representación del conocimiento.

Se debe tomar en cuenta el esfuerzo que implica el establecer una nuevo enfoque en los reactivos, ya que la mayoría de los exámenes tradicionales se establecen con preguntas

abiertas siendo que las evaluaciones por computadora se construyen en su mayoría con *reactivos de opción múltiple*. Otro de los factores que deben tomarse en cuenta es el tamaño del banco de reactivo.

Se desarrollo la herramienta para la aplicación de evaluaciones adaptativas, sin embargo falta trabajo en la validación y fiabilidad de la construcción del banco de reactivos, es posible poner la herramienta a prueba en la Red y recibir retroalimentación de la comunidad del área de ciencias computacionales para poder cumplir con los requerimientos establecidos por las ciencias de la educación. Como una primera versión beta el sistema responde a los requerimientos planteados por los maestros de sistemas operativos pero es necesario validar su eficiencia y eficacia en otras asignaturas.

## X BIBLIOGRAFÍA

Berberich, Frank, 2000. Computer Adaptive Testing and its Extension to a Teaching Model in CALL. Estados Unidos.

Fairley R. 1994 . Ingeniería del Software. Edit. McGrawHill. México

Frick, T. W. March 1989. An Expert Systems Approach to Computer-Based Adaptive Testing. Estados Unidos.

Linn R. 1993. Educational Measurment. Edit. Oryx Press. Estados Unidos.

Luna E. y C. Perez, 2000. Evaluación de planes y programas de educación en Línea.. Ier Congreso de Educación en Línea.. Ensenada B. C.

Luna-Serrano J; Morán y Solares A; Luna- SerranoE; Morán-Solares E; Corrado-Padilla E. 2000,. Instrumentación de herramientas de evaluación para educación en línea. Ier Congreso de Educación en Línea. Ensenada B. C.

Mendenhall W., Sincich T. 1997. Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. Edit. Prentice Hall. México.

Pressman R. S., 1992. Ingeniería del Software "Un enfoque práctico" McGrawHill. Estados Unidos.

Rudner, Lawrence M 1998. On-line, interactive Computer Adptive Testing Mini-Tutorial. ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation. Estados Unidos.

Rumbaugh, Blaha, Premerlani 1992 Object Oriented Object Modeling and Design., Eddy, Lorensen. Edit. Prentice Hall. Estados Unidos.

Steven L. Wise, Kingsbury, G. Gage, 2000 Practical Issues in Developing and Maintaining a Computerized Adaptive Testing Program.

Peterson, James L., 1985 Operating System Concepts. Edit Addison-Wesley. Estados Unidos.

Deitel, Harvey M, 1990 Introducción a los sistemas operativos. Edit Addison-Wesley. Estados Unidos