



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD EXPERIMENTAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DIRECCIÓN DE POSTGRADO  
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO DE SOFTWARE



---

---

**SISTEMA HIPERMEDIA ADAPTATIVO PARA LA FORMACIÓN**

**CASO DE ESTUDIO: ADMINISTRADORES Y DESARROLLADORES DE SISTEMAS**

**AUTOR: VEGAS, RODOLFO**

**TUTOR: GRIMON, FRANCISCA**

Trabajo de Grado presentado para optar al título de Especialista

Valencia, 09-05-2016



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología  
Dirección de Postgrado



**ACTA VEREDICTO DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO  
PROGRAMA: ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO DE SOFTWARE**

Quienes suscribimos, profesoras Mirella Herrera C.I.8.044.677, Dinarle Ortega, C.I.8.611.660 y María Alejandra Reyes, C.I. 10.869.317, integrantes del Jurado designado por el Consejo de Postgrado de la Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología (FACYT) de la Universidad de Carabobo, en su reunión ordinaria número 2/2016 de fecha 25 de Abril de 2016, con el oficio número N° DPG-001-2016/Jurado, DPG-002-2016/Jurado, DPG-006-2016/Jurado, para considerar y evaluar el Trabajo de Especialización titulado “**SISTEMA HIPERMEDIA ADAPTATIVO PARA LA FORMACIÓN. CASO DE ESTUDIO: ADMINISTRADORES Y DESARROLLADORES DE SISTEMAS**”, presentado por el Licenciado Rodolfo Vegas, C.I.18.167.977, bajo la tutoría académica de la profesora Francisca Grimón M., C.I.5.521.244, como requisito para optar al título de Especialista en Desarrollo de Software, dejamos constancia de lo siguiente:

Una vez leído el Trabajo Especialización por cada uno de los integrantes del Jurado, se convino en convocar al estudiante para la defensa pública de su trabajo el día 09 de mayo de 2016, a las 9:00 a.m., en el Auditorium Mariana Souto en el Departamento de Computación de la FACYT.

Reunidos en acto público, el Licenciado, los integrantes del Jurado y demás invitados, en la fecha, hora y lugar previstos, se procedió a la presentación del Trabajo Especial de Grado, el cual se llevó a cabo bajo las siguientes pautas: exposición oral del trabajo por parte del Licenciado autor del trabajo, preguntas y comentarios por parte del Jurado y demás asistentes, seguido de las respuestas del Licenciado en cuestión.

Finalizada la defensa pública del trabajo, los integrantes del Jurado procedimos a deliberar en privado para formular un juicio sobre el mencionado trabajo y su defensa oral, y apoyándonos en las siguientes razones:

1. El Licenciado cumplió con la totalidad de los objetivos expuestos en el proyecto.
2. Llevó a cabo la investigación apegado al uso de la metodología de investigación y la metodología de desarrollo de *software*.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología  
Dirección de Postgrado



3. Desarrolló un Sistema Hipermedia Adaptativo para la Formación, Caso de Estudio: Administradores y Desarrolladores de Sistemas, que servirá de apoyo a las instituciones gubernamentales encargadas de aplicar las Leyes de Interoperabilidad e Infogobierno, específicamente desde uno de sus entes ejecutores, el Centro Nacional de Tecnologías (CNTI).
4. El trabajo constituye un aporte para la Universidad de Carabobo, en el fortalecimiento de las líneas de investigación Multimedia, Ingeniería de Software y Sistemas de Información del Programa de Postgrado de Especialización en Desarrollo de Software bajo el Departamento de Computación, de la Facultad de Ciencias y Tecnología.

Emitimos por unanimidad el veredicto de **APROBADO CON MENCIÓN HONORÍFICA** al trabajo sometido a nuestra consideración, todo conforme a lo dispuesto en el Reglamento de los Estudios de Postgrado de la Universidad de Carabobo y la normativa de Postgrado de la Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Carabobo.

En fe de todo lo cual levantamos y firmamos la presente acta de veredicto en Naguanagua, Estado Carabobo, a los nueve días del mes de mayo de dos mil dieciséis.

**Mirella Herrera**  
C.I.: 8.044.677  
Coordinadora del Jurado  
FACYT- UC

**Dinarle Ortega**  
C.I.: 8.611.660  
Miembro del Jurado  
FACYT- UC



**María Alejandra Reyes**  
C.I. 10.869.317  
Miembro del Jurado  
Universidad Bicentennial de Aragua



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología  
Dirección de Postgrado



### ACTA DE MENCIÓN HONORÍFICA DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PROGRAMA: ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO DE SOFTWARE

Quienes suscribimos, profesoras Mirella Herrera C.I.8.044.677 (Coordinadora), Dinarle Ortega, C.I.8.611.660 y María Alejandra Reyes, C.I.10.869.317, integrantes del Jurado designado por el Consejo de Postgrado de la Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Carabobo, en su reunión ordinaria número 2/2016 de fecha 25 de Abril de 2016, con el oficio número N° DPG-001-2016/Jurado, DPG-002-2016/Jurado, DPG-006-2016/Jurado, para considerar y evaluar el Trabajo de Especialización titulado “**SISTEMA HIPERMEDIA ADAPTATIVO PARA LA FORMACIÓN. CASO DE ESTUDIO: ADMINISTRADORES Y DESARROLLADORES DE SISTEMAS**”, presentado por el Licenciado Rodolfo Vegas, C.I.18.167.977, bajo la tutoría académica de la profesora Francisca Grimón M. C.I.5.521.244, **OTORGAMOS LA MENCIÓN HONORÍFICA**, apoyándonos en las siguientes razones:

1. Desarrolló un Sistema Hipermedia Adaptativo para la Formación, Caso de Estudio: Administradores y Desarrolladores de Sistemas; considerando un ambiente personalizado, que de acuerdo al perfil de cada usuario (experto, intermedio o básico), le presenta la información adecuada para aumentar su nivel de conocimiento. Para ello, utilizó el mecanismo de adaptación basado en Test Informatizados, promoviendo el uso de métodos estadísticos para la validación y verificación de los instrumentos aplicados, y así incrementar la probabilidad de éxito en la formación.
2. Las instituciones públicas del Estado venezolano podrán contar con una herramienta desarrollada en software libre y bajo un entorno web, la cual pudiera ser registrada en el Repositorio Nacional de Aplicaciones ya que cumple a cabalidad con la Modularidad y Generalidad que son dos principios de la Ingeniería del Software. Asimismo, el desarrollo se caracteriza por ser ampliamente adaptable a diversos contenidos y dominios de formación, pudiendo llegar a constituirse en una guía y buena práctica.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología  
Dirección de Postgrado



3. La formalidad del análisis de datos realizado, acreditan al trabajo como de alta rigurosidad y significancia estadística, para efectos de la generalización o referencia de los mismos, cuando se quiera poner en práctica un escenario de formación mediado por la tecnología, de esta naturaleza.
4. La presentación oral fue llevada a cabo en el tiempo estipulado, mostrando su capacidad de síntesis y de comunicar de forma clara y precisa, aspectos de diversos niveles de complejidad.

En fe de todo lo cual levantamos y firmamos la presente acta de veredicto en Naguanagua, Estado Carabobo, a los nueve días del mes de mayo de dos mil dieciséis.

*Mirella Herrera*

**Mirella Herrera**  
C.I.: 8.044.677

Coordinadora del Jurado  
FACYT- UC

*Dinarle Ortega*

**Dinarle Ortega**  
C.I.: 8.611.660  
Miembro del Jurado  
FACYT- UC



*María Alejandra Reyes*

**María Alejandra Reyes**  
C.I. 10.869.317

Miembro del Jurado  
Universidad Bicentennial de Aragua

## INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	VI
INDICE DE FIGURAS .....	X
INDICE DE TABLAS .....	XII
INDICE DE ANEXOS .....	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT .....	XIV
INTRODUCCION .....	XV
1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION .....	20
1.1. Planteamiento del Problema .....	20
1.2. Objetivos de la Investigación .....	23
1.2.1. Objetivo General .....	23
1.2.2. Objetivos Específicos .....	23
1.3. Justificación e Importancia de la Investigación.....	24
1.4. Antecedentes y Trabajos Relacionados .....	25
1.4.1. Antecedentes de la Investigación. ....	25
1.4.2. Trabajos Relacionados .....	26
2. MARCO TEORICO.....	28
2.1. Sistemas Hipermedia .....	28
2.1.1. Definición.....	28
2.1.2. Estructura .....	29
2.1.2.1. El Nodo .....	29
2.1.2.2. Los Enlaces .....	30
2.2. Sistemas Hipermedia en el dominio de la educación .....	30
2.3. Sistemas Hipermedias Adaptativos .....	31
2.3.1. Definición.....	31
2.3.2. Componentes.....	32
2.3.2.1. Modelo del dominio.....	32
2.3.2.2. Modelo del Usuario.....	35
2.3.2.3. Modelo de Adaptación.....	38
2.4. Teoría Clásica de los Test.....	41

2.5.	Teoría de Respuesta al Ítem.....	42
2.5.1.	Modelos Matemáticos usados en la TRI .....	44
2.5.1.1.	Modelo Logístico de un parámetro .....	45
2.5.1.2.	Modelo Logístico de dos parámetros .....	46
2.5.1.3.	Modelo Logístico de tres parámetros.....	46
2.5.1.4.	Modelo Logístico de cuatro parámetros.....	46
2.5.2.	Función de Información .....	47
2.6.	Test Adaptativos Informatizados.....	48
2.6.1.	Construcción del Test de Evaluación .....	50
2.6.1.1.	Concepción del Test.....	50
2.6.1.2.	Construcción del banco de ítems o del test .....	51
2.6.1.3.	Calibración del banco de ítems .....	51
2.6.1.4.	Administración de los ítems.....	52
2.6.1.5.	Diseño de anclaje de los ítems .....	53
2.6.1.6.	Equiparación de puntuaciones .....	53
2.6.1.7.	Estudios de ajuste al modelo.....	55
2.6.1.8.	Administración del Test.....	55
2.6.2.	Algoritmo de Aplicación del TAI .....	55
2.6.2.1.	¿Cómo se empieza?.....	56
2.6.2.2.	¿Cómo continuar? .....	57
2.6.2.2.1.	Estimación de Habilidad .....	57
2.6.2.2.1.1.	Método de Máxima Verosimilitud.....	57
2.6.2.2.1.2.	Método Bayesianos.....	60
2.6.2.2.2.	Selección del siguiente ítem.....	62
2.6.2.2.2.1.	El criterio de máxima información .....	62
2.6.2.2.2.2.	Selección bayesiana .....	62
2.6.2.2.3.	Control de Exposición.....	62
2.6.2.2.3.1.	Método randomesque.....	63
2.6.2.2.3.2.	Método 5-4-3-2-1.....	63
2.6.2.2.3.3.	Método INFO4.....	63
2.6.2.2.3.4.	Método de intervalo fijado.....	64

2.6.2.2.3.5. Método progresivo.....	64
2.6.2.2.3.6. Método progresivo generalizado .....	64
2.6.2.2.3.7. Método de un parámetro .....	65
2.6.2.3. ¿Cómo parar?.....	65
2.6.2.3.1. Criterio de longitud variable .....	65
2.6.2.3.2. Criterio de longitud fija.....	65
2.6.2.3.3. Finalizar el test al alcanzar un tiempo límite.....	65
2.6.2.3.4. Detección de un patrón aberrante.....	66
2.6.2.3.5. La puntuación en los TAI.....	66
2.6.3. Otras consideraciones.....	67
2.7. Interoperabilidad.....	67
2.7.1. Definición.....	67
2.7.2. IO en el mundo .....	67
2.7.3. IO en Venezuela .....	69
2.7.4. Normativas .....	69
3. MARCO METODOLOGICO.....	72
3.1. Investigación Acción (IA) .....	72
3.1.1. Características de la IA .....	72
3.1.2. Fases de la IA .....	74
3.2. Metodología de Desarrollo de Software.....	76
3.2.2. UWE (UML – Based Web Engineering) .....	77
3.2.1.1. Identificación de Requisitos.....	78
3.2.1.2. Diseño .....	78
3.2.3 Descripción de la propuesta metodológica.....	79
3.2.3.1 Tormentas de Ideas.....	80
3.2.3.2. Guías de Estilos.....	80
3.2.3.3. Prototipos ejecutables. ....	80
3.2.3.4. Evaluación Heurística. ....	80
3.2.3.5. Pruebas de aceptación. ....	81
4. RESULTADOS.....	82
4.1. Fase de Análisis de Requisitos .....	82

4.1.1.	Tormenta de Ideas .....	82
4.1.2.	Diseño del modelo de dominio.....	86
4.1.3.	Diseño del modelo de usuario .....	87
4.1.4.	Modelo de Caso de Uso .....	87
4.1.5.	Vista detallada de los casos de uso.....	92
4.2.	Fase de Diseño.....	95
4.2.1.	Modelo de Contenido y Modelo de Usuario .....	95
4.2.2.	Modelo de Navegación.....	97
4.2.3.	Modelo de Presentación .....	100
4.2.4.	Modelo de Adaptación .....	101
4.2.4.1.	Diseño del algoritmo de adaptación.....	102
4.2.5.	Guías de Estilo .....	125
4.3.	Fase de Implementación .....	126
4.4.	Fase de Entrega.....	128
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	131
5.1.	Conclusiones.....	131
5.2.	Recomendaciones .....	133
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA .....	134
	ANEXOS.....	142

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estilo Hipertexto .....	28
Figura 2 Diagrama de los componente de un SHA.....	32
Figura 3 Algoritmo de administración del TAI.....	50
Figura 4 Los momentos de la investigación-acción .....	74
Figura 5 Fases de UWE con los distintos puntos de vistas de la aplicación .....	77
Figura 6 Propuesta metodológica .....	81
Figura 7 Objetivo del SHA.....	84
Figura 8 Representación del modelo de dominio.....	86
Figura 9 Caso de uso del usuario registrado .....	88
Figura 10 Caso de uso del administrador .....	89
Figura 11 Caso de uso del usuario final .....	90
Figura 12 Caso de uso del experto .....	91
Figura 13 Caso de uso de los estudiantes .....	91
Figura 14 Diagrama de Actividad del caso de Uso Realizar Evaluación.....	93
Figura 15 Diagrama de Actividad del caso de Uso Evaluar Banco de Ítem .....	94
Figura 16 Diagrama de Actividad del caso de Uso Evaluar Banco de Ítem .....	95
Figura 17 Elementos del modelo de contenido .....	96
Figura 18 Relación entre el Modelo de Contenido y Modelo de Usuario.....	97
Figura 19 Modelo de Navegación del Usuario General .....	98
Figura 20 Modelo de Navegación del Usuario Administrador .....	99
Figura 21 Modelo de Navegación del Usuario Final .....	100
Figura 22 Modelo de presentación de la página principal y de la página de olvido de contraseña .....	101
Figura 23 Modelo de presentación de la página de acceso a todos los usuarios.....	101
Figura 24 Modelo de Adaptación.....	102
Figura 25 Porcentaje de Acierto y Fallo de respuestas contestadas .....	104
Figura 26 Estadísticos de fiabilidad .....	105
Figura 27 Ítems a eliminar del modelo.....	108
Figura 28 Porcentaje de Acierto y Fallo de respuestas resultado de la simulación .....	110
Figura 29 Estadísticos de Fiabilidad resultado de la Simulación.....	111

Figura 30 KMO y prueba de Bartlett .....	114
Figura 31 Grafico de Sedimentación.....	119
Figura 32 Ejemplo del Data Matrix File .....	120
Figura 33 Ejemplo de Ítem Control File .....	121
Figura 34 Histograma del parámetro de discriminación .....	122
Figura 35 Histograma del parámetro de dificultad.....	123
Figura 36 Histograma del parámetro pseudoacierto .....	124
Figura 37 Plantilla seleccionada para el desarrollo del sistema web .....	126
Figura 38 Arquitectura del prototipo implementado.....	127
Figura 39 Página de inicio del prototipo implementado .....	128

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Estructura del Dominio del Conocimiento.....	33
Tabla 2 Actividades del Proyecto de acuerdo a la Metodología Investigación-Acción.....	76
Tabla 3 Descripción de los Usuarios del Sistema .....	85
Tabla 4 Estadísticos Total - Elemento.....	106
Tabla 5 Estadísticos Total - Elemento resultado de la Simulación .....	111
Tabla 6 Varianza Total Explicada. Método de extracción: Análisis de Componentes principales .....	114
Tabla 7 Varianza Total Explicada. Método de extracción: Factorización de Ejes principales ....	117
Tabla 8 Resumen de Estadísticas de los Ítems Calibrados.....	122

**INDICE DE ANEXOS**

Anexo A Algunos estereotipos de UWE.....	142
Anexo B Especificación de Casos de Usos .....	144
Anexo C Banco de Items.....	154
Anexo D Porcentaje de Personas que acertaron o fallaron un ítem .....	173
Anexo E Calibración de Banco de Items .....	176
Anexo F Modelo Entidad Relación.....	179
Anexo G Diccionario de Datos .....	180
Anexo H Prueba de Aceptación .....	185
Anexo I Cálculo del Porcentaje de Usabilidad a través de la herramienta Sirius .....	192
Anexo J Despliegue de la aplicación en Glassfish .....	193



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD EXPERIMENTAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DIRECCIÓN DE POSTGRADO  
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO DE SOFTWARE



---

---

## **Sistema Hipermedia Adaptativo para la Formación**

### **Caso de estudio: Administradores y Desarrolladores de Sistemas.**

#### **RESUMEN**

La promulgación de la Interoperabilidad representara el principal impulso en los próximos años para el desarrollo de la administración electrónica en Venezuela. Esta investigación tiene como objetivo formar a los administradores y desarrolladores de sistemas para que interactúen con los sistemas de aplicación, con el fin de desempeñar eficientemente sus labores en la gestión pública y así dar cumplimiento a la Ley de Infogobierno publicado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 40274 de fecha 17 de Octubre de 2013. Teniendo en cuenta que cada personal tiene distintos perfiles y características, tales como sus conocimientos previos o habilidades, la investigación propone desarrollar un sistema hipermedia adaptativo utilizando la Teoría de los Test Adaptativos Informatizados para administrador y desarrollador de sistema. Mediante esta teoría se generan test adaptados a las características personales de cada personal y así determinar el nivel de conocimiento del usuario, presentando el contenido acorde a las particularidades de éste. Se utilizará la metodología investigación acción y la metodología de desarrollo de software UWE para el desarrollo de sistema basado en aplicaciones adaptativas incorporando algunas técnicas de usabilidad. Los resultados de esta investigación serán por una parte el desarrollo del Sistema Hipermedia Adaptativo y por otra la percepción de los usuarios sobre el sistema respecto a los contenidos y evaluaciones ajustados a su perfil, esto permitirá fortalecer la formación de dichas personas a fin de contribuir con la apropiación social del conocimiento y la divulgación de la interoperabilidad en la población.

**Palabras Claves:** Sistema Hipermedia Adaptativo, Investigación Acción, Interoperabilidad, Test Adaptativos Informatizados, Usabilidad.

**Autor**  
Rodolfo Vegas

**Tutor**  
Francisca Grimón



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD EXPERIMENTAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DIRECCIÓN DE POSTGRADO  
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO DE SOFTWARE



---

---

## **Adaptive Hypermedia System for Training**

**Case of Study: The system's administrators and developers.**

### **ABSTRACT**

The main boost to develop the electronic administration in Venezuela, will be represented by the spread of Interoperability in next years. This research aims to educate administrators and developers systems on the way to interact with the application schemes, in order to perform an efficient work in public management and thus to act in accordance with the Infogobierno Law published in the Official Gazette of the Bolivarian Republic of Venezuela N ° 40274 dated October 17, 2013. This investigation proposes to develop an adaptive hypermedia system using the Computer Adaptive Test Theory for system's administrator and developer, taking into account that each person has different profiles and characteristics, as previous knowledge and skills. In this way, this theory will create personalized tests to the personal characteristics of each individual to determine the user's knowledge and just presenting the content needed for each one. Action investigation methodology and UWE software development methodology will be used in this research to develop a system based on adaptive applications with some usability techniques. The results of the research will be in first place the development of an adaptive hypermedia system and second, users' perceptions about the system regarding to the contents and evaluations adjusted to their profiles, it will improve the training of these individuals in order to support the social appropriation of knowledge and the dissemination of interoperability in the population.

**Keywords:** Adaptive Hypermedia System, Action Research, Interoperability, Computer Adaptive Testing, Usability.

#### **Author**

Rodolfo Vegas

#### **Tutor**

Francisca Grimón

## INTRODUCCION

La Interoperabilidad (IO) representará el principal impulso en los próximos años para el desarrollo de la administración electrónica en Venezuela. Mediante la IO las diferentes administraciones de los entes públicos venezolanos pueden coordinar e integrar sus sistemas de información y facilitar la prestación de los servicios públicos a los ciudadanos y organizaciones.

La posibilidad de modernizar pasa cada vez más por la capacidad de las Administraciones Públicas de transformar sus modelos de gestión, aportando mayor sencillez y facilidad al ciudadano. En definitiva, se trata de ofrecer servicios públicos de calidad y permitir a los ciudadanos ahorrar su tiempo en la realización de gestiones públicas. Por ello es necesario capacitar al personal de informática como los son administradores y desarrolladores de sistemas, para que interactúen con los sistemas de aplicación, desempeñando eficientemente sus labores y funciones en la gestión pública a fin de contribuir con la apropiación social del conocimiento y la divulgación de la interoperabilidad en la población.

La tecnología juega un papel fundamental en los procesos de aprendizaje. Esto obliga a reflexionar sobre los elementos involucrados en su uso y a buscar nuevas formas de enseñar y aprender eficientemente de la manera más fácil. En este sentido, las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) han evolucionado para dar respuesta a esta demanda y en los últimos años se ha notado un creciente interés por proporcionar aplicaciones educativas orientadas a satisfacer las necesidades de los que desean aprender de una forma fácil (Giugni, Grimón, Fernández, Monguet, & Guerra, 2011)

Según lo expresado por Giugni, Grimón, Fernández, Monguet, & Guerra (2011), una de las ventajas de la inserción de las TIC en los proceso de enseñanza aprendizaje es la personalización de la información con el fin de proporcionar a cada uno de los interesados información correcta, en el momento y sitio adecuado.

Según Grimón (2008), los servicios de personalización ofrecen información precisa a los usuarios y requieren de la elaboración de modelos con sus preferencias, intereses y necesidades. Estos servicios se están popularizando e integrando en varios sectores, por ejemplo en *e-learning*, *e-comercio*, planificación de viajes, etc.

Actualmente se cuenta con un gran número de sistemas personalizados, de esta forma se tiene la oportunidad de adquirir un amplio conocimiento acerca de los usuarios y proveerles la información adaptada a la solicitud de ellos (Carmagnola, Cena, Gena, & Torre, 2006)

En la presente investigación, se planteará el uso de la tecnología para integrar el aprendizaje individual de cada uno de los administradores y desarrolladores de sistemas que laboran en la administración pública, tomando en cuenta los conocimientos y nivel de habilidades a través de un modelo que se adapte a las características de estos usuarios.

De acuerdo a Majó & Marqués (2002), han surgido innumerables herramientas que posibilitan aprendizajes autorregulados, existiendo distintos modos de utilización de éstas en el proceso instructivo. También, la investigación de Costa, Veiga, & Lopes (2015), presenta y sugiere numerosas formas en que los procesos y percepciones de aprendizaje autorregulado pueden ser investigados y evaluado.

Los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA), definidos por Brusilovsky en el año de 1996, han tenido un auge sustancial, donde éstos pueden mejorar aún más el proceso de enseñanza y aprendizaje, al permitir la visualización de contenidos acordes con el perfil y rendimiento del usuario que desea aprender sobre un tema en particular. Estos sistemas tienen, en general, la capacidad de adaptar de manera automática los contenidos, formatos de información y opciones de navegación a las particularidades de cada usuario.

Según Gena (2005), los SHA han sido evaluados en gran detalle por distintos autores desde su creación en el año de 1996. Gaffney, Staikopoulos, O'Keeffe, Conlan, & Wade (2014), resumen los resultados obtenidos y expresan que el diseño de los SHA avanza cada día más convirtiéndose en una herramienta eficaz educativa mejorando la experiencia de los usuarios.

La razón por la cual los SHA se han convertido en una herramienta eficaz educativa se debe a que el contenido o recursos de aprendizaje son presentados al usuario de acuerdo a los conocimientos, habilidades o destrezas que éste pueda tener a través de un modelo de adaptación. A este respecto, Brusilovsly & Millán (2007), referenciado por Karampiperis & Sampson (2013), confirman que el modelo de adaptación es el elemento primordial de todo SHA.

Existen distintos enfoques mencionado por Karampiperis & Sampson (2013), que se utilizan para diseñar el modelo de adaptación, éstos consisten en la definición de reglas tales como: *Authoring Task Ontology* (ATO), *My Online Teacher* o mecanismos semiautomatizados que

generan el modelo de adaptación a través de la definición de ciertas reglas implícitas, siendo esta última la más utilizada.

Uno de los mecanismos semiautomatizados más manejados y así lo afirman (Kwan (2002); Linacre (2000)), por su facilidad de uso y diseño son los Test Adaptativos Informatizados (TAI). Los TAI se utilizan con la finalidad de presentar contenidos acordes al perfil y rendimiento del usuario, determinando el nivel de habilidad de cada usuario. Otro autor que reporta sobre los TAI es Rudner (2010), en su investigación examinó tres formas de seleccionar de manera adaptativa elementos usando la teoría de decisión.

Los TAI funcionan a grandes rasgos de la siguiente manera: El usuario se le presenta una pregunta o ítem de acuerdo a su nivel de habilidad o conocimiento; éste da una respuesta y de acuerdo a la veracidad de la misma se calcula el nuevo nivel de habilidad del usuario, en base al nuevo valor calculado se le presentará el siguiente ítem hasta completar todo el test.

Para fines de esta investigación se utilizará los TAI aplicando la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI), utilizando el modelo logístico de tres parámetros. Dicho modelo mide: El nivel de dificultad ( $b$ ) en el cual se describe el índice de dificultad que presenta el ítem; el factor de discriminación ( $a$ ) el cual permite diferenciar el grado de aptitud o habilidad del usuario; el factor de adivinanza ( $c$ ), el que representa la probabilidad de acierto (azar), de lo que deriva la aplicación de un algoritmo iterativo.

De esta manera se pretende evaluar la calidad técnica de cada uno de los ítems y a la vez estimar el nivel de conocimiento que cada uno de los administradores y desarrolladores de sistemas de la administración pública. En este sentido, la creación de los SHA, específicamente para el aprendizaje, junto a la implementación de las TAI tienen el propósito de proporcionar a los administradores y desarrolladores de sistemas un entorno personalizado, en función de sus propias habilidades, mediante el modelado, almacenamiento y actualización de la información de cada uno de estos usuarios.

Esta investigación estará orientada bajo la metodología de Investigación Acción ya que ayuda a resolver problemas prácticos, expande el conocimiento científico y es aplicada a estudios sobre realidades humanas con la particularidad de que los usuarios se conviertan en participes activos, en lugar de simple receptores de información.

Asimismo, para el desarrollo del sistema se utilizará la metodología de desarrollo de software UWE que centra su atención en aplicaciones personalizadas o adaptativas, integrando ciertas técnicas de usabilidad para garantizar un diseño centrado en el usuario.

## **1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION**

El presente capítulo está referido al planteamiento del problema de la investigación, los objetivos de la investigación, importancia, justificación de la investigación y algunos antecedentes.

### **1.1. Planteamiento del Problema**

En la actualidad, la tecnología y el desarrollo de sistemas de información se ha convertido en parte fundamental de la vida cotidiana del venezolano, tal afirmación también se aplica a las instituciones públicas gubernamentales del estado donde se ha incrementado su uso con el fin de conseguir un objetivo común: La prestación de servicios de cara al ciudadano. Complementando la idea, Palamidessi (2006), comenta que esta expansión de las TIC *“ha contribuido a modificar, de manera irreversible, la vida de los países y la experiencia de las personas, alternando las coordenadas de tiempo y espacio que ordena la vida en sociedad”*.

Sin embargo, según el Banco Mundial, en América Latina, a diferencia de otras regiones, la mayoría de los países *“carecen de una estrategia comprehensiva para incorporar la tecnología a sus sistemas, aunque ya varios de ellos están haciendo significativas inversiones”* (Brunner, 2000). Brunner (2000), comenta que el principal desafío del continente Latinoamericano es integrarse a los procesos de globalización y adoptar el modelo de desarrollo característico de la era de la información.

Siguiendo esta tendencia, Venezuela no se ha quedado atrás y ha hecho esfuerzos significativos para integrarse a la globalización y a la era de la información; en tal sentido, ha llevado a cabo proyectos importantes en materia tecnológica, uno de ellos es la *Implementación de la Ley de Infogobierno* (Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación, 2013), la cual entró en vigencia el 17 de Octubre de 2013.

La presente Ley, tiene por objeto establecer los principios, bases y lineamientos que rigen el uso de las tecnologías de información en el Poder Público y el Poder Popular, para mejorar la gestión pública y los servicios que se prestan a las personas, impulsando la transparencia del sector público; la participación y el ejercicio pleno del derecho de soberanía; así como, promover el desarrollo de las tecnologías de información libre en el estado, con el fin de garantizar la implementación de un estándar de IO en Venezuela.

Una de las obligaciones que exige la Ley de Infogobierno es fomentar el conocimiento de las tecnologías de información. Conforme al artículo 16 de dicha ley, cita:

**Artículo 16.** Es deber del Poder Público, en forma corresponsable con el Poder Popular, garantizar a todas las personas, a través del sistema educativo los medios para la formación, socialización, difusión, innovación, investigación y comunicación en materia de tecnologías de información libres, según los lineamientos de los órganos rectores en las materias.

Para cumplir con el artículo presentado anteriormente se presenta el artículo 17 de dicho decreto que habla sobre el proceso de formación, este artículo cita:

**Artículo 17.** El Poder Público debe proporcionar la formación en materia de tecnologías de información libres de sus respectivos colectivos laborales, para que interactúen con los sistemas y aplicaciones, desempeñando eficientemente sus labores y funciones en la gestión pública. Asimismo debe facilitar la formación de las personas, a fin de garantizar la apropiación social del conocimiento.

Todo lo anterior requiere establecer procesos de capacitación ligados a los proyectos de Gobierno electrónico, de cara a lograr una convergencia de competencias directivas, así como de conocimientos técnicos y profesionales necesarios para la colaboración. En este sentido, el Centro Nacional de Tecnología de Información (CNTI), dictó el Curso para la Aplicación del MIO del Estado Venezolano, en agosto del 2011, teniendo una segunda edición en abril de 2012, desde el aula virtual del CNTI y la Academia Nacional de Software Libre (ANSL), cuyo objetivo fue formar a los primeros tutores del MIO (CNTI, 2012b).

Por lo general, estos cursos no toman en cuenta la habilidad y destrezas que tienen cada uno de los usuarios para aprender en un tema en particular, esto supone una limitante a la hora de que estos usuarios puedan aplicar e implementar de manera efectiva la IO dentro de las instituciones públicas. Sumado a esto, estos talleres ofrecen contenidos variados, aplicados a distintas áreas, aquellas que el CNTI considere que es necesario formar a estos usuarios, no existe un mecanismo de evaluación donde se pueda observar en qué áreas tiene más deficiencias el evaluado y así idear planes de acción para solventar este inconveniente. En este sentido, debe existir una herramienta que brinde a dichos usuarios de las distintas entidades públicas, la orientación práctica para que puedan cumplir de manera efectiva y correcta cada una de las funciones que le corresponde.

Por lo expuesto anteriormente, cada uno de estos usuarios presenta diferentes maneras de procesar la información. Además, utilizando las TIC, ha surgido la necesidad de desarrollar un Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA), el cual permita incorporar diferentes canales y medios de enseñanza en un medio adaptable a esa variedad de usuarios, con el fin de adoptar las mejores estrategias de aprendizaje.

Los SHA se consideran como una alternativa para reforzar y soportar los procesos de enseñanza y aprendizaje, y con ello conseguir que la estructuración del conocimiento que se desea transmitir concuerde con la manera en que los usuarios asocian los conceptos y las relaciones existentes entre dichos conceptos. Estos sistemas hacen que los procesos de enseñanza aprendizaje sean ejecutados de forma individualizada dependiendo de las preferencias, destrezas y debilidades de cada usuario (Grimón, 2013).

La investigación de Moldovan (2014), evalúa el resultado del aprendizaje con una herramienta que ofrece retroalimentación a los alumnos inmediatamente después de una prueba o examen, mediante el uso “Peer Learning Assessment System Professional (PeLePro)” para tecnología móvil.

Siguiendo con los mecanismos de evaluación del aprendizaje utilizando las TIC, Wang (2014), reporta en su investigación el desarrollo de un sistema Web de evaluación, denominado “GPAM-WATA e-Learning”, que consta de dos diseños: (1) evaluación personalizada dinámica, donde el sistema genera automáticamente la evaluación dinámica para cada estudiante en base a los resultados de la prueba previa de la evaluación diagnóstico; y (2) contenidos personalizados e-Learning que cada alumno necesita para mejorar el aprendizaje.

A este respecto y como lo expresa Kwan (2002), citado por Wong, Leung, Kwan, & Tsang (2010), muchos autores han realizado diversas investigaciones contribuyendo considerablemente al campo de las evaluaciones de conocimientos, entre estos aportes se encuentran los Test Adaptativos Informatizados (TAI). Los TAI propuesto inicialmente por Lord (1968) y puesto en funcionamiento por Weiss (1974), tienen como función principal administrar al sujeto únicamente ítems que realmente aportan información útil de acuerdo a su habilidad tal como lo indica Arruabarrena (2010).

López-Cuadrado (2008), expresa que la idea fundamental de los TAI es seleccionar de forma dinámica, mediante un algoritmo aplicado en un ordenador, los ítems más apropiados para cada sujeto, según el nivel de habilidad que progresivamente va manifestando en la prueba, de esta

manera el sujeto va aprendiendo sobre un tema en partícula a partir de ítems que son acordes a las características de los usuarios.

En este sentido, los SHA son una opción interesante para reforzar y mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje, pues su objetivo es construir un espacio de aprendizaje capaz de ajustarse a las particularidades de cada usuario; donde este espacio estará conformado por la integración de los TAI dando como resultado un sistema que incluirá medición, evaluación, diagnóstico, instrucción y aprendizaje en un mismo contexto. Basado en estas premisas, se pretende desarrollar un SHA aplicando la técnica de los Test Adaptativos Informatizados con el fin de capacitar a los usuarios tales como administradores y desarrolladores de sistemas, teniendo en cuenta el nivel de habilidad de estos usuarios y así los mismos puedan aplicar e implementar de manera efectiva la IO dentro de las instituciones públicas.

## **1.2. Objetivos de la Investigación**

En la siguiente sección se especificarán los objetivos del presente trabajo de investigación, distinguiendo entre el objetivo general y los objetivos específicos.

### **1.2.1. Objetivo General**

Implementar un Sistema Hipermedia Adaptativo para la formación de los administradores y desarrolladores de sistemas.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Investigar el estado de arte para conocer sobre la interoperabilidad, desarrollos basados en Sistemas Hipermedia Adaptativo en el dominio de la educación (SHA) y Test Adaptativos Informatizados (TAI).
- Definir la arquitectura del sistema.
- Diseñar e implementar el algoritmo de adaptación.
- Desarrollar un SHA, basado en la metodología UWE.
- Validar el SHA mediante un caso de estudio.
- Conocer la percepción de los usuarios respecto al SHA.

### 1.3. Justificación e Importancia de la Investigación

El propósito de avanzar en la implementación de la IO es promover la capacidad de colaboración entre las instituciones del Estado, permitiendo agilizar la realización de trámites administrativos, disminuyendo costos y evitando que el mismo dato sea solicitado a un ciudadano en diferentes ocasiones, reconociendo a las instituciones públicas como brazos articuladores que sirven efectivamente a los ciudadanos.

En varios países de América Latina y el Caribe han realizado avances significativos, para asegurar la interoperabilidad de sus soluciones de gobierno electrónico (Escobar Moreno & Santanna, 2007). Países como Brasil y Colombia, con la asistencia técnica de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), han dado comienzo al desarrollo de la IO de sus sistemas de comercio exterior. Por otro lado, los miembros de Mercosur han iniciado el desarrollo de aplicaciones interoperables.

En este sentido, el Gobierno Venezolano, por medio del Ministerio del Poder Popular para Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología (MPPEUCT) conjunto con el CNTI, lleva adelante la promulgación e implantación de la Ley de Infogobierno. Tomando como base la Ley de Infogobierno en su artículo 30 expresa:

**Artículo 30.** Los procesos soportados en las tecnologías de información en el Poder Público y el Poder Popular deben ser interoperables, a fin de apoyar la función y gestión pública que éstos prestan, garantizando la cooperación y colaboración requerida para proporcionar servicios y procesos públicos integrados, complementarios y transparentes, sobre la base del principio de unidad orgánica.

La IO también está ligada a la existencia de personal capacitado dentro de las instituciones públicas responsables de los servicios públicos en una dimensión intergubernamental. Según Criado, Gascó, & Jiménez (2010), la IO organizativa se sustenta en un liderazgo ligado a directivos TIC con unas competencias y conocimientos adecuados a las necesidades derivadas de responsabilizarse de procesos en los que intervienen diferentes agencias gubernamentales.

Para lograr cumplir con las disposiciones descritas anteriormente, organizaciones gubernamentales, instituciones públicas nacionales, universidades, entre otros entes deben de formar a sus usuarios que promoverán la IO. En este sentido, se estará cumpliendo una de las metas definidas por el Compromiso de Río y el Plan eLAC2007, la cual consiste en la

construcción de grupos de trabajo que fijen las prioridades para el establecimiento de estándares de IO.

Como una respuesta a este requerimiento, se propone el desarrollo de un Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA) para la formación de los usuarios con perfil de administrador y desarrolladores de sistemas, considerando sus habilidades y conocimientos.

De esta manera, con el fin de acelerar el proceso de Transformación del Estado como vía para alcanzar la Democracia Protagónica y Participativa, y con base en la construcción de un modelo de Gobierno Electrónico para el Estado Venezolano en el marco de la IO, se presenta esta investigación que pretende formar a los profesionales de las instituciones públicas con el fin de propiciar una interrelación eficaz entre las instituciones y apoyar la optimización de la gestión de IO para dar soluciones rápidas y eficientes al ciudadano común.

Además, con el desarrollo de esta investigación se contribuirá con el cumplimiento de las funciones descritas en la Ley de Infogobierno, la cual establece el carácter de obligatoriedad del uso de las Tecnologías de Información en el ejercicio de las competencias del Poder Público dentro de su gestión interna, en sus relaciones con las personas y con el Poder Popular.

De no contar con sistemas personalizados, se disminuirá la posibilidad de formar a los administradores y desarrolladores de sistemas que consideran las características de cada usuario, para fortalecer su proceso de aprendizaje. Además, los entes gubernamentales encargados de la formación de su personal, como el Centro Nacional de Tecnología de Información (CNTI), no contarían con un sistema que le apoyaría en sus funciones.

#### **1.4. Antecedentes y Trabajos Relacionados**

A continuación, se presentarán algunos antecedentes directos y trabajos relacionados a este trabajo de investigación:

##### **1.4.1. Antecedentes de la Investigación.**

- En el Trabajo Especial de Grado de Hernández (2012), titulado “*Sistema Hipermedia Adaptativo para la gestión de autoevaluaciones de conocimiento*”, realizado en la FACYT, se desarrolló un sistema hipermedia adaptativo para realizar autoevaluaciones a los alumnos que cursan la asignatura de Sistemas y Algoritmos dada en la Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología.

Este antecedente es de gran utilidad debido a su revisión bibliográfica, la implementación de una metodología de desarrollo de software para sistemas de hipermedia y las técnicas que se utilizaron para presentar los resultados.

#### 1.4.2. Trabajos Relacionados

- En el artículo titulado: “*Sistema hipermedia adaptativo para contenidos educativos, basado en tecnologías de agente de software*” (Guigni, Vera, Díaz, & Cattafi, 2002), se describe el desarrollo de un sistema Hipermedia Adaptativo para contenidos educativos basados en Tecnología de Agentes de Software (SHAPCE-TAS), el cual considera las características (perfil) del estudiante, para adaptarse al mismo de acuerdo a sus canales de aprendizaje (visual, kinestésico y auditivo).

Las funcionalidades descritas en este trabajo contribuyeron en el desarrollo de esta investigación, ya que se describen diversos elementos que pueden ser personalizados en sistemas hipermedia adaptativas para el aprendizaje.

- Ortega (2005) en su trabajo “*Sistemas hipermedia para el aprendizaje de la Lectoescritura*”, describen un sistema hipermedia adaptativo para favorecer el aprendizaje del proceso lectoescritura a cualquier usuario y en cualquier contexto de uso.

Los conceptos fundamentales de Sistemas Hipermedia Adaptativos planteados en esta tesis doctoral y el proceso que se llevó a cabo desde la implementación del SHA hasta las aportaciones que ofrece la herramienta en su aplicación al proceso lectoescritura contribuyeron al modelado del usuario y del dominio del prototipo del SHA desarrollado en esta investigación.

- Olea, Abad, Ponsoda, & Ximénez (2004) en su informe titulado “*Evaluación mediante Tests: ¿Por qué no usar el ordenador?*”, describen distintos aspectos a tener en cuenta desde el momento en que se toma la decisión de recurrir a los test como mecanismo de evaluación, haciendo hincapié en la posibilidad de la utilización de un ordenador para su construcción y administración.

Los conceptos fundamentales de Tests Adaptativos Informatizados planteados en este informe contribuyeron al desarrollo de esta investigación.

- Acosta (2011), en su artículo titulado: “*AgilUs: un método ágil de desarrollo de software que incorpora la usabilidad*”, describe una metodología de desarrollo ágil que permite la

construcción de la usabilidad desde las primeras etapas del ciclo de vida de software orientado a desarrollos de aplicaciones que involucren un alto grado de interacción con los usuarios.

En vista a la gran interacción que tendrá la aplicación resultante de esta investigación con los usuarios, se tomara en cuenta algunas buenas prácticas descritas en AgilUs para incorporar la usabilidad en el proceso de desarrollo de software. Estas buenas prácticas son: Diseño centrado en el usuario y Diseño basado en prototipos.

- En el Trabajo Especial de Grado de Hernández (2012), titulado “*Sistema Hipermedia Adaptativo para la gestión de autoevaluaciones de conocimiento*”, realizado en la FACYT, se desarrolló un sistema hipermedia adaptativo para realizar autoevaluaciones a los alumnos que cursan la asignatura de Sistemas y Algoritmos dada en la Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología.

Este antecedente es de gran utilidad debido a su revisión bibliográfica, la implementación de una metodología de desarrollo de software para sistemas de hipermedia y las técnicas que se utilizaron para presentar los resultados.

- En el artículo presentado por López-Cuadrado (2008), desarrollar un test adaptativo informatizado en el contexto de un sistema adaptativo para el aprendizaje de la lengua vasca. Se describe el proceso seguido para la elaboración del banco de ítems, la comprobación de sus propiedades psicométricas, el ajuste obtenido al modelo logístico de tres parámetros y las principales características del algoritmo adaptativo.

Este antecedente será de gran ayuda para tomar como base la definición y el diseño de la evaluación adaptativa, para poder aplicarla a los administradores y desarrolladores de sistema de la administración pública y obtener los niveles de conocimientos de cada uno de estos usuarios de manera correcta y eficiente, y así obtener el modelo de usuario y modelo adaptativo.

## 2. MARCO TEORICO

Este capítulo pretende exponer los conceptos y definiciones necesarias para la comprensión de los aspectos principales sobre los Sistemas Hipermedia Adaptativos en el dominio de la educación.

En primer lugar se presentará las definiciones sobre los Sistemas Hipermedia Adaptativos, los elementos que los componen, aplicaciones, algunos métodos y técnicas de adaptación.

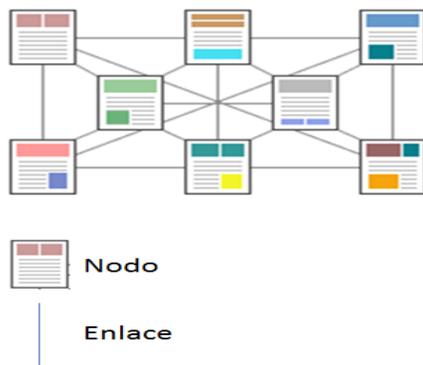
De igual manera se presentará la definición de la Interoperabilidad (IO) para el Estado venezolano y se describen sus dimensiones y componentes.

Por último se expondrá como en algunos países llevaron a cabo la implementación de la IO para gestionar el intercambio electrónico de datos, mediante la publicación de servicios, entre los órganos y entes de la Administración Pública.

### 2.1. Sistemas Hipermedia

#### 2.1.1. Definición

Según Chen & Magoulas (2005), define un sistema hipermedia como aquel que combina características de los sistemas hipertexto y multimedia, con el objetivo de obtener un sistema útil y fácil de utilizar. De esta manera, se gestiona información, organizada en una estructura navegable de nodos y enlaces (*Ver Fig. 1*) y, por otra parte, se utilizan medios audiovisuales de diversa naturaleza. Esta organización de la información ofrece múltiples ventajas, como la posibilidad de controlar los contenidos que serán visibles en la siguiente fase del aprendizaje (Gutiérrez, Pérez, López-Cuadrado, Arruabarrena, & Vadillo, 2001).



**Figura 1 Estilo Hipertexto**

**Nota.** Fuente: Bianchini, A. (Junio de 2000). Conceptos y definiciones de hipertexto. Obtenido de Laboratorio Docente de Computación de la Universidad Simón Bolívar: <http://dc.usb.ve/~abianc/hipertexto.html>

## **2.1.2. Estructura**

Para Ortega (2005), la estructura de un sistema hipermedia se define a través de una serie de nodos conectados por medio de enlaces, donde cada nodo puede incluir diferentes ítems de información multimedia.

A continuación, se presentará cada uno de estos elementos.

### **2.1.2.1. El Nodo**

Un nodo es una unidad de información autocontenida en la que una serie de contenidos de diversa índole se combinan para transmitir una idea o concepto. Un nodo contiene una cantidad discreta de información (textos, imágenes, sonidos, etc.).

Al realizar el diseño de los nodos que estarán contenidos dentro de un sistema hipermedia, se tienen que tener en cuenta los siguientes aspectos: (1) el tamaño del nodo referente a la cantidad de contenidos que incluye, (2) el tiempo de recuperación de la información, (3) la legibilidad y (4) tangibilidad.

Los dos primeros puntos antes señalados están inversamente relacionados. Nodos de gran tamaño supone un importante consumo de tiempo hasta que se recuperan, lo que ocasiona por lo general en el usuario incertidumbre y ansiedad, además de una pérdida de eficiencia. Por el contrario, nodos pequeños implicarán una excesiva fragmentación de la información que puede suponer su pérdida de sentido y provocar el aburrimiento del lector. Se recomienda nodos de cien a mil palabras, tomando en cuenta la naturaleza del sistema.

Los dos últimos puntos se refieren a la medida en que el sistema es perceptible y modificable a través de medios físicos. Ambas van a depender del diseño físico que se haga de la interfaz. La legibilidad se debe tener en cuenta tanto la forma de fragmentar y organizar la información como la calidad de la presentación final a través de elementos tales como: Tipo y tamaño de la letra, resolución de las imágenes, etc. Por último, la tangibilidad existen una serie de guías que puede ser de gran utilidad como: Uso de iconos significativos, adopción de convenciones y metáforas conocidas.

### **2.1.2.2. Los Enlaces**

Los enlaces son conexiones entre dos nodos que proporciona una forma de seguir las referencias entre un origen y un destino que se corresponden con conceptos relacionados. Estos elementos deben ser fáciles de activar y de generar una respuesta en el menor tiempo posible (Carro, Pulido, & Rodríguez, 2001).

## **2.2. Sistemas Hipermedia en el dominio de la educación**

En la actualidad, la hipermedia es una de las técnicas más utilizadas en la realización de desarrollos de sistemas orientados al aprendizaje, ya que proporciona muchas de las características necesarias en el campo del aprendizaje por ordenador, como son la interactividad, el uso de grandes bases de información, la información multimedia, y la representación del conocimiento de forma similar a la forma de procesamiento de la información del usuario que desean obtener conocimientos (Gaudioso, 2002).

A pesar de las posibilidades de la tecnología hipermedia, existen diferentes opiniones respecto a su empleo. Algunos autores piensan que puede efectivamente facilitar el aprendizaje, debido a que su acceso y estructura están muy cerca del proceso de aprendizaje (Elissavet & Economides, 2003). Tomando como referencia lo anteriormente planteado, Ortega (2005) expresa que cuando un ser humano aprende algo, crea un conjunto de conexiones mentales entre la red de conocimientos que ya posee y la nueva información que va a asimilar. Por esta razón y como lo afirman Pérez, Gutiérrez, López, González, & Vadillo (2001), los sistemas hipermedias presenta una representación muy similar a la del conocimiento humano, por lo que se puede decir que son útiles como herramientas de aprendizaje.

En efecto, según lo expuesto por los autores Allison & Hammond (2002), define que una de las características más decisivas en la calidad de cualquier sistema de aprendizaje por ordenador viene dada por la adaptación del método de enseñanza al estilo de aprendizaje de cada usuario, el cual varía en el tiempo. En este sentido, los SHA se presentan como alternativa en la obtención de un método de enseñanza universal.

## **2.3. Sistemas Hipermedias Adaptativos**

### **2.3.1. Definición**

Brusilovsky (2001) define los SHA como aquellos sistemas que son capaces de distinguir, de acuerdo a un modelo de usuario, las distintas maneras de presentar u omitir la información, en distintos tipos de formatos y en mayor o menor cantidad.

Otra definición presentada por Eklund & Sinclair (2000), señala que los SHA son sistemas diseñados con el fin de poder alterar el contenido o apariencia de la hipermedia sobre la base de una comprensión dinámica del usuario de manera individual, con el objetivo de adaptar el contenido o la presentación a ciertas características del usuario. Para que un sistema sea considerado hipermedia adaptativo debe estar basado en: (1) hipertexto (o hipermedia), (2) tener un modelo explícito del usuario que registra algunas de las características de aquellos usuarios que utilizarán el sistema y (3) poseer un modelo de dominio, que es un conjunto de relaciones entre elementos de conocimientos en el espacio de información la cual es capaz de modificar alguna parte visible o funcional del sistema sobre la base de información presente en el modelo de usuario.

Por otra parte, Gutiérrez & Pérez (2001), define los SHA de forma más amplia ya que incorporan otros elementos aparte de los ya mencionados. Dichos autores plantean que los SHA son sistemas hipertexto o hipermedia que almacena internamente modelos de las características del usuario, del soporte físico en que está enmarcado, de los diferentes soportes lógicos a su disposición, etc., y los utiliza para presentar la información que contiene de diferentes maneras a través de un proceso de adaptación tomando en cuenta las características descritas en el modelo de usuario.

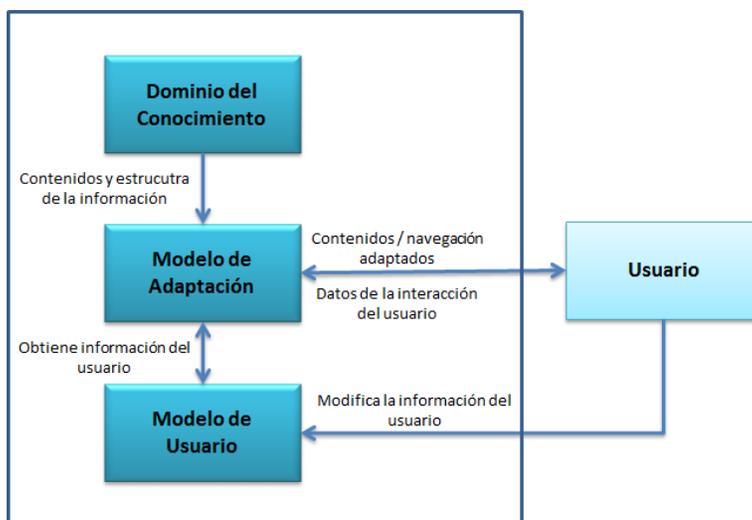
Partiendo de los supuestos anteriores, la forma en la que se efectuará la adaptación de un usuario específico en un SHA; dependerá, principalmente de la definición de los aspectos incluidos en cada uno de los modelos y de cuáles serán los modelos a considerar.

Como se puede inferir, el objetivo principal de los SHA es que el sistema se adapte al usuario y no el usuario se adapte al sistema como sucede en los sistemas hipermedia “clásicos”, los cuales muestran el mismo contenido y los mismos enlaces sin tomar en cuentas las características que cada uno de los usuarios finales presentan.

Para lograr dicho objetivo, Ortega (2005), afirma que un SHA define un modelo que representa las metas, preferencias, características personales y conocimientos de cada usuario, y lo emplea y modifica según la interacción del sujeto con el sistema para adecuar la información y los enlaces que se presentan en el hipertexto a sus necesidades específicas.

### 2.3.2. Componentes

De Bra *et al.* (2003), indica que un SHA está formado principalmente por tres componentes: El Dominio del Conocimiento, el Modelo del Usuario, y el Modelo de Adaptación. En la figura 2, muestra un esquema general definido por Berlanga Flores & García Peñalvo (2004), mostrando cómo interactúan estos tres componentes: El modelo de dominio se encarga de almacenar y estructurar el conocimiento que se desea transmitir, el modelo de adaptación adecúa dichos contenidos, teniendo en cuenta el modelo de usuario, dicho componente se modifica cuando el usuario interactúa con el sistema a partir de la información que le provee los otros dos modelos.



**Figura 2 Diagrama de los componente de un SHA**

**Nota.** Fuente: Berlanga Flores, A. J., & García Peñalvo, F. J. (2004). Sistemas Hipermedia Adaptativos en el ámbito de la educación. Informe Técnico, Universidad de Salamanca, Departamento de Informática y Automática, Salamanca.

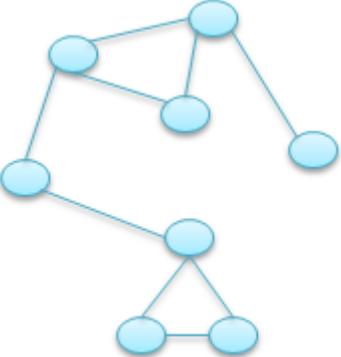
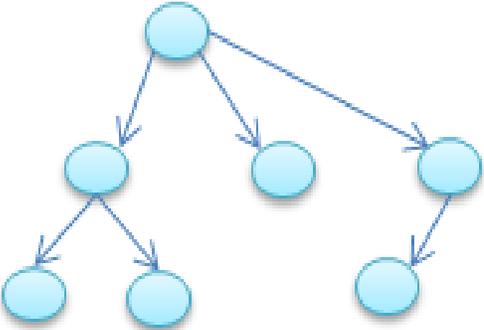
#### 2.3.2.1. Modelo del dominio

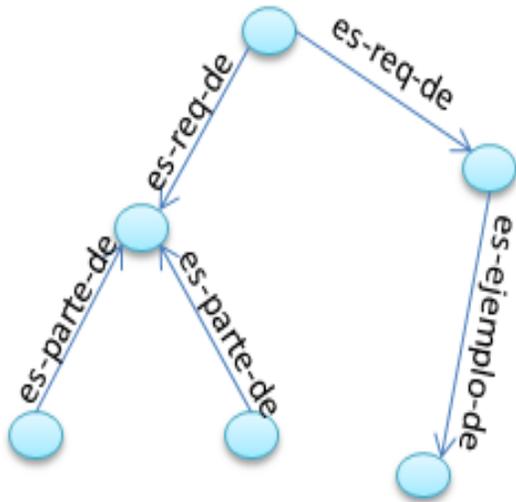
El modelo del dominio define la estructura de los contenidos y las relaciones conceptuales. El objetivo de este modelo es estructurar el dominio del conocimiento que se desea transmitir

(Ortega, 2005). Dicha estructura se define utilizando estructuras hipermediales que permiten definir nodos, relaciones entre nodos y, en algunos casos, sus atributos. En la Tabla 1 se presenta algunas de las diferentes maneras que existen para definir la estructura del dominio del conocimiento.

Tabla 1:

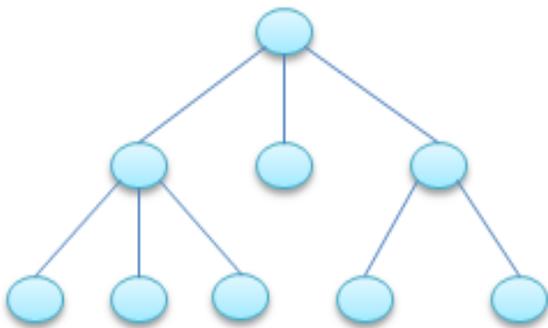
**Estructura del Dominio del Conocimiento**

 <p>Diagrama de un grafo de conceptos. Se muestran 8 nodos (círculos azules) conectados por 10 arcos (líneas azules). El grafo tiene una estructura irregular con varias ramificaciones y conexiones cruzadas.</p>	<p><b>Grafo de Conceptos.</b> Define la estructura del hiperespacio mediante un conjunto de nodos, que representan las unidades de información, conceptos o tareas, y un conjunto de arcos, que representan las relaciones existentes entre dichos conceptos o tareas.</p>
 <p>Diagrama de un grafo de requisitos. Se muestran 7 nodos (círculos azules) conectados por 7 arcos dirigidos (líneas azules con flechas). El grafo tiene una estructura jerárquica descendente, donde cada nodo superior apunta a uno o más nodos inferiores.</p>	<p><b>Grafo de requisitos.</b> Esta estructura permite relacionar un nodo con aquellos nodos que se consideren requisitos previos para acceder al mismo. En este caso, el conjunto de nodos disponibles para el usuario en cada momento estará formado por una selección de aquellos nodos cuyos requisitos previos hayan sido visitados por el mismo.</p>

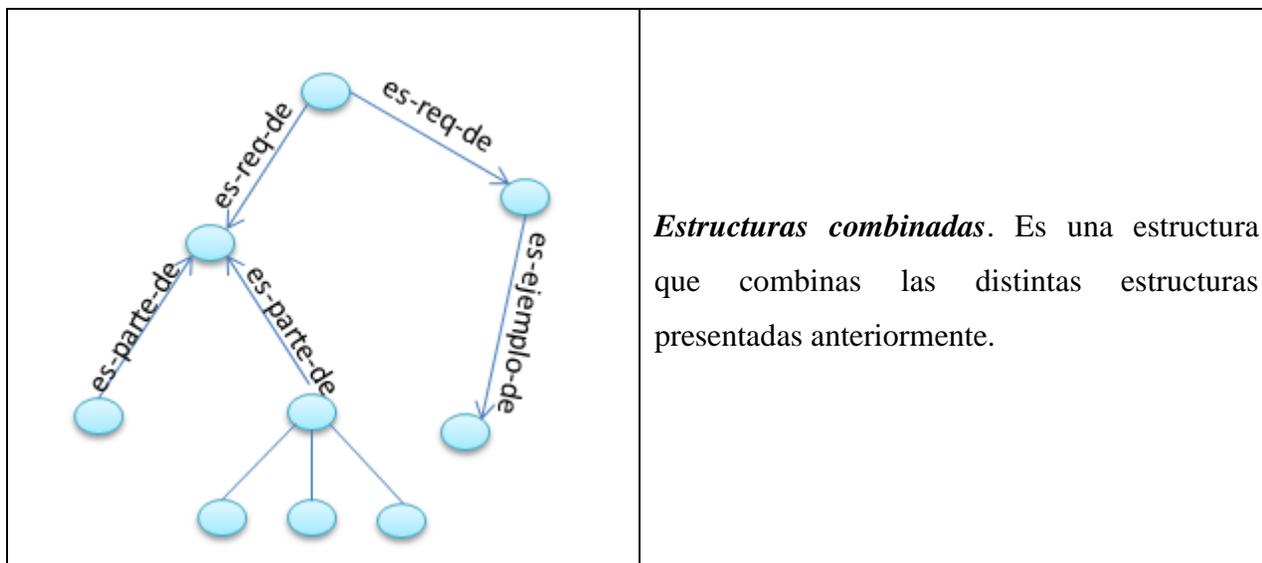


**Red semántica.** Una red semántica está formada por un conjunto de nodos y relaciones entre dichos nodos, dichas relaciones suelen ser las siguientes:

- *es-similar a:* Uniría nodos con información similar.
- *es-opuesto a:* Relaciona nodos con información sobre conceptos cuyo significado es opuesto.
- *es-parte-de:* Une un nodo con aquellos nodos de los que forma parte.
- *es-requisito-previo-de:* indica cuales son los nodos que el usuario debería visitar antes de acceder a un nodo determinado.
- *sigue a:* Indica a qué nodos debe acceder el usuario después de un nodo concreto.
- *es-un-ejemplo-de:* Relaciona conceptos o procedimientos con ejemplos sobre los mismos;



**Arboles jerárquicos.** Utiliza una red de nodos unidos entre sí por el tipo de relación *es-parte-de*. Esta estructura ubica los conceptos más generales o que más información abarca cercanos a la raíz, mientras que los conceptos básicos o unidades de información de menos tamaño se encuentran en las hojas del árbol.



**Nota.** Fuente: Carro, R. M., Pulido, E., & Rodríguez, P. (2001). Un mecanismo basado en tareas y reglas para la creación de sistemas hipermedias adaptativos: aplicación a la educación a través de Internet. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Informática, Madrid.

### 2.3.2.2. Modelo del Usuario

El modelo del usuario obtiene y registra diversas características propias del usuario, cuyo objetivo principal es representar la relación de cada sujeto con el conocimiento que se le desea transmitir. En este sentido, almacena y estructura aspectos relevantes de cada usuario, como sus preferencias, conocimientos, intereses, recorridos, o interacciones, utilizándolos para llevar a cabo el proceso de adaptación.

Por otra parte Gaudioso (2002), presenta diferentes tipos de modelo de usuario clasificándolos según los siguientes criterios:

- El tipo de usuario que se modela: Estereotipos o modelos más individualizados.
- Las fuentes de información que se consideran para realizar el modelado: Información explícita por parte del usuario mediante formularios o pruebas de entrada, o información obtenida por el sistema de la interacción del usuario.
- La caducidad del modelo: Si contienen información muy específica que sirve a corto plazo o información más general que sirve a largo plazo.
- La actualización del modelo: Modelos estáticos o dinámicos.

Antes de definir el modelo de usuario que se va a utilizar en el diseño del SHA, se recomienda seleccionar ciertos aspectos, que usará el sistema como parámetros para determinar el proceso de

adaptación; dichos parámetros pueden tener valores diferentes para distintos usuarios o, incluso para el mismo usuario en distintos instantes de tiempo.

Para Brusilovsky (1996) citado por Berlanga Flores & García Peñalvo (2004), establece que los cinco elementos a tomar en cuenta son el conocimiento, los objetivos, las características del usuario, su experiencia y sus preferencias.

Tomando en cuenta lo anteriormente planteado, Brusilovsky & Millán (2007), indican que de acuerdo a la naturaleza de la información que es modelada en un sistema Web adaptativo, se puede distinguir el modelo que representa las características de un usuario en particular del modelo que representa el contexto actual de trabajo del usuario. Asimismo, indican que en un modelo de usuario se puede representar distintos aspectos: El conocimiento del usuario, intereses, metas, experiencia previa, entre otros.

- **Conocimiento del Usuario:** En un SHA educativo el conocimiento es una de las características que es modelada, éste es cambiante; es decir, puede incrementar o decrementar en cada sesión del usuario, o incluso, mantener igual.
  - **Modelo escalar:** En este modelo se representa el nivel de conocimiento del usuario a través de un valor en una escala cuantitativa (por ejemplo: Un numero entre 0 y 5), o cualitativa (por ejemplo: Bueno, malo, regular). La desventaja de este modelo es que tiene baja precisión, el conocimiento del usuario en un dominio amplio puede ser diferente para distintas partes del dominio.
  - **Modelo superpuesto:** Permite representar el conocimiento individual del usuario para cada subconjunto del modelo del dominio, es decir, por cada parte o fragmento del modelo del dominio, se almacena una estimación del nivel de conocimiento del usuario para dicho fragmento. En la forma más simple el conocimiento se representa mediante un valor binario (Conocido, no-Conocido), pero la mayoría de los sistemas usan un valor entero en un intervalo (por ejemplo desde 0 a 100), un valor cualitativo (por ejemplo: Bien, regular, mal) o un valor que representa la probabilidad de que el usuario conozca o no un concepto.
- **Intereses del Usuario:** Los intereses del usuario son una de las características más importantes que puedan ser modeladas en el modelo del usuario. La representación predominante de este elemento es un vector de palabras claves, este enfoque es usado por la mayoría de los sistemas adaptativos de recuperación de información y de filtrado. Otro

enfoque es el de modelar los intereses a través de un modelo superpuesto, el cual es muy parecido al usado para modelar el conocimiento.

- **Metas del Usuario:** Las metas representan el propósito inmediato del usuario al trabajar con el sistema. Dependiendo del tipo de sistema, se puede distinguir distintos tipos de metas: metas de trabajo, información inmediata necesitada y metas de aprendizaje. Las metas es un aspecto cambiante, estas pueden cambiar en cada sesión del usuario y son modeladas a través de un catálogo de metas el cual es similar al enfoque del modelo superpuesto del conocimiento.
- **Experiencia Previa:** Esta característica se refiere a la experiencia del usuario fuera del dominio de un sistema Web. El conjunto de elementos que puede ser modelado en esta característica es: La profesión del usuario, rol en el trabajo, experiencia de trabajo en áreas relacionadas. La experiencia previa es usada frecuentemente en la adaptación del contenido, normalmente esta característica no cambia y es imposible deducirla mediante la observación de la interacción de usuario con el sistema, por lo que ésta es proporcionada de manera explícita.
  - La utilización de aplicaciones hipermedia, en cuanto a facilidad para navegar correcta y eficazmente por el hiperespacio.
  - Profesión del usuario.
  - Lenguaje nativo.
  - Experiencia de trabajo en otras áreas relacionadas.
  - Punto de vista del usuario.
- **Los objetivos:** Son características que están relacionadas directamente con el contexto de trabajo del usuario, teniendo relación con la respuesta a la pregunta ¿para qué se está utilizando el SHA? Según Gutiérrez & Pérez (2001), afirman que los objetivos del usuario se refiere a las razones por las cuales éste utiliza el sistema y lo que desea lograr en su interacción con el mismo. Para el diseño de los SHA se distinguen dos tipos de objetivos:
  - Concretos o de ámbito local, son objetivos más específicos que la simple descripción del uso del sistema, y se refieren a las tareas concretas que realizará el usuario dentro del sistema.
  - Generales o de alto nivel, son objetivos más estables. Un objetivo general o de alto nivel en los SHA suele ser el interés del usuario por aprender.

- Las características del usuario es el conjunto de rasgos propios del mismo, que de manera conjunta lo definen en su individualidad. Estos rasgos incluye, por ejemplo: Factores de personalidad, estilos cognitivos y estilos de aprendizaje. Los rasgos son características estables en un usuario, en el sentido que no pueden cambiar totalmente o si cambian, será en un largo período de tiempo.
- Por último, las preferencias pueden ser absolutas o relativas, dependiendo del objetivo, el nodo en que se encuentren y el contexto. Esta característica, a diferencia de las anteriores, no puede ser deducida por el sistema, de manera que es el usuario quién debe informar al sistema directa o indirectamente, a través de una simple retroalimentación, de sus preferencias.

### **2.3.2.3. Modelo de Adaptación**

El modelo de adaptación contiene la descripción de la funcionalidad adaptativa del SHA, incluyendo la adaptación del contenido, los enlaces y las actualizaciones al modelo de usuario. Generalmente, la adaptación se lleva a cabo mediante reglas que especifican qué y cómo se deben mostrar y comportar los elementos del sistema teniendo en cuenta el modelo de usuario.

Distintos autores como (Wu, De Bra, Aerts, & Houben, 2000; Henze & Nejdil, 2003; van Rosmalen & Boticario, 2005) citado por Berlanga Flores (2006), dividen las reglas en aquellas que describen la funcionalidad adaptativa (sugieren un documento, generar recorridos, etc.) y en las que definen el tratamiento adaptativo que producirá en tiempo de ejecución (por ejemplo, ordenar los enlaces según su utilidad para un usuario en particular, establecer anotaciones en los documentos, etc.). Además, en este nivel el sistema se encarga de observar el comportamiento del usuario, utilizando en algunos casos, técnicas de inteligencia artificial como la minería de, con el fin de almacenar en el modelo del usuario datos inferidos u observados que se tendrán en cuenta para realizar la adaptación.

Por otra parte Wu, De Bra, Aerts, & Houben (2000), indican que existen dos niveles para controlar la adaptación: El nivel autor y el nivel sistema. En el primero, una persona define y especifica las reglas de adaptación que regirán al sistema. En el segundo, el mecanismo de adaptación del sistema se encarga de ejecutar las reglas definidas en el nivel de autor.

Brusilovsky (1996) citado por Carro, Pulido, & Rodríguez (2001) considera que existen métodos y técnicas de adaptación. Un mismo método puede implementarse con varias técnicas;

es decir, un método es una generalización de una o varias técnicas de adaptación. Los métodos y técnicas de adaptación se centran en el contenido definido como Presentación Adaptativa y en los enlaces que se muestran dentro del sistema también llamados Soporte a la Navegación Adaptativa.

- **Presentación Adaptativa.** La presentación adaptativa busca ajustarse las necesidades de los usuarios, modificando la información de una página Web de tal forma que muestre el contenido adecuado a sus conocimientos sobre el tema. De la misma forma, realiza cambios en el formato y estilos de presentación, seleccionando diferentes medios (texto, imágenes, audio, vídeo) o alterando la cantidad de información que se despliega. Para cubrir estos objetivos, se divide en los siguientes métodos:
  - Explicaciones Adicionales. Oculta parte de información irrelevante para el usuario considerando su nivel de conocimiento.
  - Explicaciones de prerequisites. Inserta definiciones de todos los conceptos presentes en los prerequisites que son desconocidos por el usuario, ejecutándolo antes de presentar cualquier información.
  - Explicaciones comparativas. Proporciona explicaciones de semejanza y diferencia entre conceptos, los cuales incluye cuando un concepto similar al presentado se conoce.
  - Explicación de variantes. Almacena diferentes versiones de algunas partes del contenido de la página para mostrar a cada sujeto la más apropiada según su modelo de usuario.
  - Ordenación. Coloca descendientemente, según su grado de relevancia, la información más adecuada para los conocimientos y características del usuario.

Las técnicas de la Presentación Adaptativa se encargan de manipular el contenido para adecuarlo a las características del usuario.

- Texto expansible (*stretchtext*). Cuando se selecciona una palabra marcada (*hotword*) ésta se reemplaza por texto relacionado, contrayendo o expandiendo así la información que se presenta al usuario.
- Texto condicional. Toda la información sobre un concepto se divide en partes, cada una de las cuales se asocia a una condición relacionada con el nivel de

conocimiento del usuario. Cuando se presenta la información el sistema muestra sólo aquella en donde la condición es verdadera.

- Variantes de páginas. Por lo general en los SHA contiene diferentes versiones de una misma página, con presentaciones del mismo contenido, a través de esta técnica, los SHA optará por la página o documento completo más adecuado para un usuario en particular, clasificado en un estereotipo por el Modelo del Estudiante
  - Variantes de fragmentos. Es una implementación más específica de la variante de páginas, esta técnica consiste en almacenar diferentes versiones de un mismo fragmento, de una página existente, en el sistema. Los fragmentos pueden ser pequeños como una sola palabra y tan largos o extensos como un conjunto de varios párrafos.
  - Técnicas basadas en marcos. Toda la información sobre un concepto se presenta en forma de marcos (*frames*). Cada marco contiene varias explicaciones, ejemplos, referencias, etc.
- **Soporte a la Navegación Adaptativa.** El Soporte a la Navegación Adaptativa pretende estructurar y presentar enlaces para sugerir al usuario cuál es el más apropiado a seguir o mostrar aquéllos que contienen información relevante para él. Para conseguirlo, agrega, cambia, elimina, ordena o anota enlaces y/o los destinos a los que están dirigidos. Los elementos que pueden ser adaptados en este apartado son los siguientes:
    1. *Enlaces locales no-contextuales.* Son enlaces que aparecen en los documentos y que son independientes del contenido de dichos documentos, suelen aparecer como listas, botones o menús. Estos enlaces son fáciles de manipular; se pueden ordenar, ocultar o incluso incluir anotaciones. Para algunos autores tal como lo define Carro, Pulido, & Rodríguez, (2001), un índice o una página de contenidos son considerados enlaces locales no-contextuales.
    2. *Enlaces contextuales.* Pueden ser enlaces en palabras que se encuentran incluidas en el texto llamadas *hotwords*, enlaces que forman parte de las imágenes también llamadas *hotspots* y otros tipos de enlaces incluidos que se incluyen en el contexto de los contenidos del documento que no pueden ser eliminados, estos enlaces

pueden incluir anotaciones como los enlaces no-contextuales con la diferencia que no se pueden ni ordenar y ocultar.

3. *Enlaces en mapas locales y en mapas globales del hiperespacio*. En estos mapas el hiperespacio está representado mediante una red de nodos conectados por flechas. Utilizando un mapa, el usuario puede navegar a todos los nodos visibles en él.

## 2.4. Teoría Clásica de los Test

Según Lord (1955) citado por Simanca, Abuchar, & Rivera (2014), definen test de la siguiente manera: “*un test psicológico o educativo es un instrumento para obtener una muestra de conducta*”. Sobre la base de la idea expuesta, un test es una forma de determinar el grado de conocimiento o nivel de habilidad, la aptitud de una persona, frente a un tema en específico. La puntuación obtenida en los test denominada también como puntuación empírica y conocida como variable ( $X$ ). Según lo descrito por Hidalgo & Castaño (2008), la puntuación obtenida ( $X$ ) se puede considerar una variable aleatoria que variará según la forma de la prueba que se administre a través de una distribución de frecuencias usualmente desconocida.

Esta variable aleatoria está compuesta por dos componentes: (1) la puntuación verdadera identificada como ( $V$ ) que representa la media de la distribución de frecuencias y (2) la puntuación falsa o error de medición denotada como ( $\varepsilon$ ). Este modelo se expresa de la siguiente manera:

$$X = V + \varepsilon \quad (1)$$

Donde la ecuación (1) representa la teoría clásica de los test (TCT) más conocida en psicometría, su característica se basa en la exactitud de la medida y la determinación exacta hacia el error de medición.

De acuerdo a Arruabarrena (2010), la principal limitación de la TCT es que en su contexto las características del test y las del examinado son dependientes, esto es, las mediciones obtenidas por lo general de la naturaleza del test utilizado; y a la inversa, las propiedades de los test dependen de los sujetos a quienes se les aplica. En efecto, para la TCT, la habilidad del sujeto se mide mediante el número de respuestas acertadas en el test realizado. En consecuencia, los resultados obtenidos siempre estarán relacionados con el test administrado, si las preguntas son difíciles, la habilidad de los examinados resultará baja porque habrá pocos que la responderán

correctamente; y viceversa, si el test contiene preguntas fáciles, entonces la habilidad resultante será alta.

## 2.5. Teoría de Respuesta al Ítem

La Teoría de Respuesta al Ítem (TRI) es una alternativa a la TCT para el análisis de los ítems y de los test, así como para la estimación de la puntuación verdadera de los sujetos que responden a dichos ítems y test. La TCT, aunque es una estrategia muy útil y difundida presenta inconvenientes como los antes expuestos que la TRI trata de resolver en gran parte.

Abal, Lozzia, Aguerri, Galibert, & Attorresi (2009), expresan que la TRI es un enfoque psicométrico introducido en la década de los cincuenta con el fin de superar algunas limitantes teóricas de la TCT. Su característica principal es que toma a cada ítem como unidad de análisis vinculando el nivel de rasgo que posee un individuo con la probabilidad de dar la respuesta clave al reactivo.

La respuesta a cada ítem se puede catalogar como respuesta verdadera o falsa, de tal manera si se asocia una variable  $X_{ij}$  para representar la respuesta del individuo  $j$  al ítem  $i$ , esta variable tomará el valor de uno si la respuesta es verdadera y cero si la respuesta es falsa. La probabilidad de responder correctamente al ítem  $i$  dependerá del parámetro  $\theta$ , que es el valor que toma la capacidad (latente) de cada individuo, este parámetro se trata de un intervalo de valores  $(-\infty, \infty)$ <sup>1</sup>, con el valor cero como punto medio. Si se representa el parámetro  $\theta$  en una recta horizontal, los sujetos con menor habilidad se situarán más a la izquierda que aquellos con mayor destreza. Por otra parte, la probabilidad  $P_i(\theta)$  es una función monótonamente creciente del parámetro  $\theta$ . Esta función es conocida con el nombre de Función de Respuesta al Ítem o Curva Característica del Ítem (CCI).

- **Curva Característica del Ítem.** Según lo indica López-Cuadrado, Pérez, & Armendariz (2005), la CCI proporciona para cada ítem la probabilidad  $P_i(\theta)$  de que un sujeto, cuya habilidad  $\theta$  lo responda correctamente. La forma de la CCI la definen varios parámetros que dependiendo del modelo utilizado, se puede tener en cuenta o no:
  - Dificultad (parámetro  $b$ ), indica el punto de escala latente de la capacidad para el cual la probabilidad de responder correctamente al ítem es exactamente el 50%.

---

<sup>1</sup> En principio, el parámetro  $\theta$  puede tomar valores entre  $(-\infty, \infty)$ , aunque varios autores entre ellos Rossel (2006) y Sierra, Valdelamar, Hernández, & Sarmiento (2007) recomiendan utilizar un rango entre  $(-3,3)$ .

Cuanto mayor sea el valor de  $b_i$ , mayor también será la capacidad necesaria para que un sujeto tenga una probabilidad del 50% de responder correctamente al ítem  $i$ . En otras palabras, a medida que el valor de  $b_i$  disminuye indica una extrema facilidad del ítem  $i$ ; y viceversa, a medida que el valor de  $b_i$  aumenta el ítem aumenta en dificultad.

- Discriminación (parámetro  $a$ ), indica la precisión del ítem al determinar la habilidad de los sujetos. Cuanto mayor sea su valor, más significativo resultará el ítem a la hora de evaluar los usuarios, aunque menor será el intervalo de habilidades en el que sea aplicable. El parámetro  $a$  está definido en la escala  $(-\infty, \infty)$ , cuando un ítem tiene un parámetro de discriminación negativo, lo habitual es que dicho ítem sea eliminado del test puesto su definición errónea y/o se ha producido una pérdida de información de los individuos con mayor capacidad latente (un parámetro  $a_i < 0$  significa que la probabilidad  $P_i(\theta)$  es menor para los individuos de capacidad elevada que para los de baja capacidad).
- Pseudocierto (parámetro  $c$ ), es la probabilidad de que un examinado con habilidad baja (región del eje horizontal) responda al ítem correctamente. En otras palabras, se trata de la probabilidad de que un alumno acierte el ítem al azar. Según lo afirma López-Cuadrado (2008), afirma que sea cual sea la habilidad de los sujetos, la probabilidad de acertar el ítem será siempre mayor o igual que  $c$ .
- Pseudofallo (parámetro  $\gamma$ ), representa la probabilidad de que un evaluado con mucha habilidad (región derecha del eje horizontal) yerre el ítem. Del mismo modo que ocurre con el parámetro  $c$ , conviene interpretar el pseudofallo como una cota superior de la CCI; por muy hábil que sea un sujeto, la probabilidad de que acierte el ítem no será superior a  $1 - \gamma$ .

La TRI se basa en una familia de modelos matemáticos donde existen ciertas restricciones o condiciones que se deben considerar sobre los parámetros de los ítems antes mencionados. Los diferentes modelos que formalizan la probabilidad de responder correctamente a un ítem en función de los parámetros  $\theta, b, a, c, \gamma$  parten de una serie de hipótesis relativas a los datos a los que se van a aplicar dichos modelos. Entre estas hipótesis existen dos que son fundamentales, la hipótesis de unidimensional y la hipótesis de independencia local.

- Unidimensional. Según Hattie (1985) citado por Burga (2005) indica que esta hipótesis implica que los ítems constituyen una sola dimensión; es decir, miden un mismo y único rasgo, de lo cual se deduce que la probabilidad de acertar un ítem depende únicamente de un solo factor, el nivel de habilidad ( $\theta$ ). En este sentido, esta hipótesis exige la exigencia de un factor *dominante* que determine la respuesta del test. El cumplimiento de esta hipótesis resulta de gran importancia, ya que introduce en la TRI la posibilidad de controlar la variación sistemática de las puntuaciones de los sujetos debida a su posición en el rasgo. En consecuencia y como lo afirma Pérez (2001), las distribuciones de probabilidad de acierto de ítems diferentes condicionados a un mismo valor en el rasgo mostrarán una única fuente de variabilidad sistemática: La que introducen los ítems.
- Independencia Local. Un modelo cumple con el criterio de independencia local cuando dado el nivel de habilidad ( $\theta$ ), las respuestas a los ítems son independientes unas de otras. De acuerdo Hidalgo & Castaño (2008), la independencia local significa que la única relación entre los ítems es explicada por la relación condicional con el nivel de habilidad ( $\theta$ ).

### 2.5.1. Modelos Matemáticos usados en la TRI

En la TRI se describe la relación entre la habilidad del individuo y la probabilidad de respuesta correcta a un ítem a través de una expresión o modelo matemático, la cual recibe el nombre de Función de Respuesta al Ítem y la curva correspondiente es la CCI. Los modelos que se presentarán a continuación utilizan los parámetros antes mencionados ( $\theta, b, a, c, \gamma$ ), cuyos valores determinan la forma y localización de la CCI y sus propiedades técnicas, lo cual permite juzgar la calidad y pertinencia del ítem en el test (Hidalgo & Castaño, 2008).

De acuerdo con López-Cuadrado (2008), existen una clasificación de los modelos matemáticos, las cuales son: (1) modelos dicotómicos en los que se establecen dos posibles valores para cada respuesta a una pregunta (correcta / incorrecta) y (2) modelos politómicos mencionado por Asún & Zúñiga (2008), usados en algunos test de escalas de actitudes y de personalidad, en los que se consideran más de dos categorías de respuesta, ejemplos de modelos politómicos son el modelo de respuesta nominal, modelos de respuesta graduada y modelos de escala de clasificación que se aplican a ítems cuya respuesta está ordenada en una escala

graduada, como por ejemplo la escala de Likert. Para efectos de esta investigación, se describirán a continuación solo los modelos matemáticos dicotómicos.

### 2.5.1.1. Modelo Logístico de un parámetro

El modelo logístico de un parámetro es el más sencillo de todos y consiste en cada ítem tiene una única característica destacable: *La dificultad (b)*, que comparte escala con la habilidad, y se define como el valor de  $\theta$  para el que la probabilidad de una respuesta correcta es, en media, de 0.5. Según López-Cuadrado (2008), cuanto mayor sea la dificultad del ítem, más cerca de  $+\infty$  estará el punto de inflexión de la CCI asociada; y viceversa: Un valor pequeño de  $b$  indica que una persona con poca habilidad es capaz de responder correctamente al ítem con un 50% de posibilidades.

Wainer & Mislevy (2000) afirman que el nivel de habilidad del sujeto y la dificultad del ítem se miden en la misma escala. Para evitar arbitrariedades, sin importar el número de parámetros del modelo logístico utilizado, por regla general, la media se sitúa en cero con desviación estándar en uno. Reforzando lo descrito por Rossel (2006) y Sierra, Valdelamar, Hernández, & Sarmiento (2007), si se tiene en cuenta que el 99.9% de los casos de la población se sitúa entre  $\pm 3$  veces las desviación estándar, los valores de las variables latentes  $b, \theta$  difícilmente excederán el intervalo  $(-3.0, 3.0)$ .

En la ecuación 2 presenta la expresión matemática de la CCI generada a través del modelo logístico de un parámetro. En ella,  $P_i(\theta)$  es la probabilidad de responder correctamente el ítem  $i$  cuya dificultad es  $b_i$  cuando se tiene una habilidad  $\theta$ . La constante  $e$  es la base del logaritmo neperiano; es decir, 2.71828... Por su parte, la constante  $D$  es un factor de escala; este factor al tomar un valor igual a 1 el modelo corresponde con su versión logística tradicional (ecuación 3), conocida como modelo de Rash, mientras que cuando  $D$  es igual a 1.702 los valores obtenidos se aproximan, para cualquier valor continuo de habilidad, con un error inferior a la centésima a los de la curva normal acumulada de un parámetro (Haley, 1952) referenciado por López-Cuadrado (2008).

$$P(\theta) = \frac{1}{1 + e^{-D(\theta-b)}} \quad (2)$$

$$P(\theta) = \frac{1}{1 + e^{b-\theta}} \quad (3)$$

### 2.5.1.2. Modelo Logístico de dos parámetros

El modelo de dos parámetros incluye, además de la dificultad del ítem, un segundo parámetro en su expresión matemática, se trata de la discriminación (parámetro  $a$ ), que determina la utilidad del ítem a la hora de distinguir si la habilidad de los examinados está por encima o por debajo del valor del parámetro de dificultad.

López-Cuadrado (2008), indica que a pesar de que el parámetro  $a$  se mide en una escala  $(-\infty, \infty)$ , por lo general los valores de  $a$  suelen encontrarse en un intervalo comprendido en  $(0.3, 2.0]$ . Si la discriminación ronda el valor de 0 se dice que el parámetro  $a$  es poco discriminativo, y si es mayor que 0.8, entonces se considera un útil para diferenciar los niveles de habilidad por encima y por debajo de la dificultad del ítem.

En la ecuación 4, se muestra la expresión matemática que define la CCI según el modelo logístico de dos parámetros.

$$P(\theta) = \frac{1}{1 + e^{-aD(\theta-b)}} \quad (4)$$

### 2.5.1.3. Modelo Logístico de tres parámetros

Modelo diseñado por Birnbaum (1968) citado por López-Cuadrado (2008), tiene en cuenta el caso que un evaluado con poca habilidad responda correctamente, por azar, un ítem de gran dificultad. En la ecuación 5, se muestra la expresión matemática del modelo de dos parámetros incluyendo un nuevo elemento, el pseudoacierto o parámetro  $c$ . Por lo general, los valores de  $c$  superiores a 0.35 se suelen considerar inaceptables según Baker (2001), ya que el ítem resultaría poco útil ya que se puede acertar muy fácilmente.

$$P(\theta) = c + \frac{1 - c}{1 + e^{-aD(\theta-b)}} \quad (5)$$

### 2.5.1.4. Modelo Logístico de cuatro parámetros

El modelo de cuatro parámetros cuya definición fue introducida por McDonald (1981), y su expresión matemática diseñada por Barton & Lord (1981), utiliza el parámetro de pseudofallo denotado con el símbolo  $\gamma$ , cuya valor generalmente será próximo al cero, refleja la probabilidad de que los evaluados con habilidades altas respondan incorrectamente al ítem (López-Cuadrado, 2008).

La ecuación 6 presenta el modelo matemático de cuatro parámetros, que es una generalización del modelo presentado en la ecuación 5, donde el parámetro  $\gamma$  tiene valor 0.

$$P(\theta) = c + \frac{1 - c - \gamma}{1 + e^{-aD(\theta-b)}} \quad (6)$$

Según López-Cuadrado (2008), la dificultad del ítem en este modelo se redefine, siendo ahora el parámetro  $b$  la habilidad para que la probabilidad de responder correctamente el ítem es el valor que está a mitad de camino entre  $c$  y  $\gamma$ ; en este sentido, el parámetro  $b$  es el valor de  $\theta$  que hace que se cumpla la igualdad  $P(b) = \frac{1-\gamma+c}{2}$ .

### 2.5.2. Función de Información

La función de Información de un ítem muestra los niveles en el continuo del rasgo donde el ítem es más preciso, es decir, indica en qué niveles del rasgo el ítem es más informativo y por lo tanto más adecuado para estimar el nivel del rasgo. Además, permite combinar la información que proporcionan tanto los parámetros de localización como los parámetros de discriminación (Hidalgo, López-Pina, Inglés, & Méndez, 2002).

De acuerdo a López-Cuadrado (2008), estadísticamente la precisión con la que se ha estimado un determinado parámetro se mide según la variabilidad de las estimaciones en entornos cercanos al valor del propio parámetro. En este sentido, se considera un razonamiento similar al de la inferencia estadística., la cantidad de información  $I$  para una habilidad  $\theta$  puede establecerse en términos de la longitud del intervalo de confianza considerado. A modo de ejemplo, la ecuación 7 muestra la expresión del intervalo cuya confianza es del 95%, supuesto que las habilidades están distribuidas siguiendo una normal.

$$P(\hat{\theta} - 1.96S_{\hat{\theta}} < \theta < \hat{\theta} + 1.96S_{\hat{\theta}}) = 0.95 \quad (7)$$

Cuanto mayor porcentaje de confianza se desee para una estimación  $\hat{\theta}$ , menor será el intervalo asociado, y en consecuencia menores habrán de ser también la desviación típica o error estándar ( $S_{\hat{\theta}}$ ) y la varianza ( $S_{\hat{\theta}}^2$ ) de dicha estimación, lo que inevitablemente obliga a una mayor precisión en la medida, y como consecuencia, a una mayor cantidad de información.

En la ecuación 8 muestra la relación existente entre la información y varianza de las estimaciones: Cuando el intervalo de confianza es lo suficientemente pequeño, la información

proporcionada por la estimación  $(I(\hat{\theta}))$  se asemeja a la que da el nivel real de habilidad  $I(\theta)$ , que es exactamente el inverso de la varianza de la estimación.

$$I(\theta) = \frac{1}{S_{\hat{\theta}}^2} \approx I(\hat{\theta}) \quad (8)$$

Con el fin de conocer cuánta información proporciona un determinado ítem en cada punto de la escala de habilidad se utiliza la expresión definida por Birnbaum (1968) citado por López-Cuadrado (2008), que para cada valor diferente de habilidad sólo depende de los parámetros del ítem, viene dada por la ecuación 9:

$$I(\theta) = \frac{P'(\theta)^2}{P(\theta)Q(\theta)} \quad (9)$$

$P(\theta)$  es el valor que devuelve la CCI para el nivel de habilidad  $\theta$ , por lo que su expresión dependerá del modelo logístico haya seleccionado; por otra parte,  $P'(\theta)$  es el valor de su primera derivada con respecto a  $\theta$ . Para los modelos dicotómicos  $Q(\theta)$  equivale a  $1 - P(\theta)$ .

Asimismo, dado que las FII no son sino transformaciones de las CCI, también es posible sumar para cada nivel de habilidad las funciones de información de  $n$  ítems que componen un test, obteniendo como resultado la **Función de Información del Test** (FIT). La expresión de la FIT se muestra en la ecuación 10.

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^n I_i(\theta) \quad (10)$$

## 2.6. Test Adaptativos Informatizados

Por estar orientada al ítem, la TRI permite obtener estimaciones de la habilidad de los evaluados que son independientes del conjunto específico de ítems que se haya administrado. La TRI ofrece un marco en el que, incluso aunque dos examinados hayan respondido series distintas de preguntas, sus puntuaciones se pueden comparar directamente. Esto ha impulsado el desarrollo cada vez más acentuado de adaptación en cuanto a que el test se genera dinámicamente dependiendo de las respuestas previas del examinado.

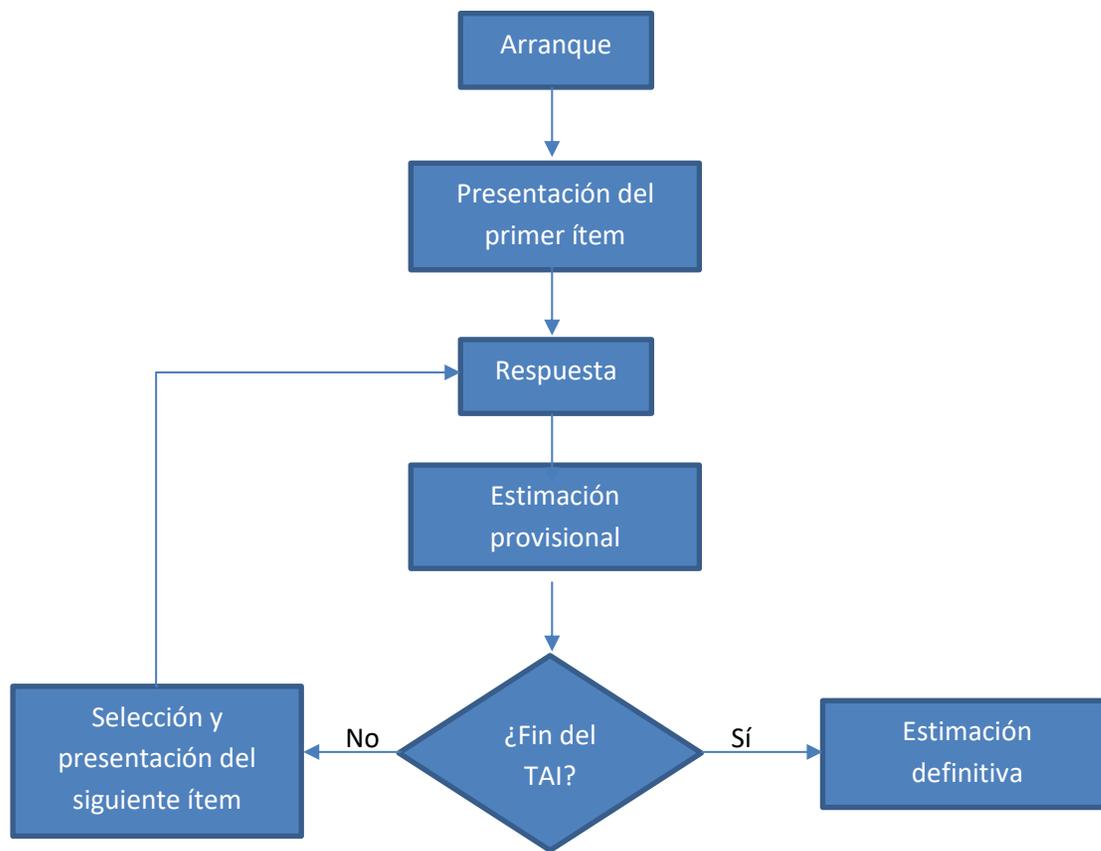
Así, si el sujeto responde una pregunta de forma incorrecta (esto es, el ítem ha resultado ser difícil) la siguiente cuestión será considerablemente más fácil porque no parece razonable seguir insistiendo con preguntas de dificultad alta; y viceversa, como consecuencia de un acierto se administrará un ítem más difícil. La idea subyacente es la de que cuanto más se ajusten los ítems

seleccionados a la habilidad real del sujeto, tanto más útil será la información que aporten sus respuestas (López-Cuadrado & Sánchez, 2005).

De acuerdo Wainer (2000), los Tests Adaptativos Informatizados (TAI) son la implementación de lo descrito anteriormente en un programa informático que automáticamente presenta los ítems, recoge y evalúa las respuestas. Los elementos que forman un TAI son un algoritmo de selección de ítems, un criterio de finalización del test, un método para estimar la habilidad en base a las respuestas recopiladas hasta el momento, y un banco o base de datos que almacene los ítems calibrados según el modelo de la TRI seleccionado.

El algoritmo presentado en la figura 3, define el funcionamiento de un TAI que, partiendo de una estimación inicial de la habilidad del examinado, primero evalúa todos los ítems que no han sido utilizados aún en el test con el fin de seleccionar el mejor con respecto a la estimación de la habilidad actual; después administra el ítem elegido y recoge la respuesta; acto seguido computa una nueva estimación de habilidad considerando las respuestas a todos los ítems utilizados hasta el momento; y sigue repitiendo los pasos anteriores hasta satisfacer el criterio de parada establecido.

En general, un TAI puede finalizar porque se ha alcanzado un nivel concreto de precisión en la estimación de habilidad, porque se ha utilizado un número de ítems determinado, o porque se ha superado el tiempo límite definido.



**Figura 3 Algoritmo de administración del TAI**

**Nota.** Fuente: Simanca, F., Abuchar, A., & Rivera, P. (2014). Odiseo: Algoritmo de Evaluación Inteligente en e-Learning. Buenos Aires: Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.

### 2.6.1. Construcción del Test de Evaluación

En esta sección se describe los pasos a seguir a la hora de realizar un TAI en el proceso de evaluación.

#### 2.6.1.1. Concepción del Test

En primer lugar se tiene que definir el conjunto de preguntas que se pretende utilizar en el TAI con el fin de determinar el nivel de habilidad del sujeto. Según López-Cuadrado, Pérez, & Armendariz (2005), sugieren no incluir en el enunciado de las preguntas palabras como “siempre”, “ninguno” o “generalmente”, además de no repetir palabras en cada posible respuesta cuando pueden escribirse una sola vez en el enunciado; evitar negaciones dobles y opciones como “ninguna de las anteriores” o “todas las anteriores”. Por otra parte, éstos autores aconsejan utilizar hasta tres distractores (alternativas de respuestas incorrectas) relevantes y atractivos, con

la misma longitud que la respuesta correcta, aunque pueden haber cuestionarios donde hay preguntas con un solo distractor, estas preguntas suelen ser de Verdadero y Falso, todo va a depender del tema que se quiera a evaluar y la naturaleza de cada pregunta o ítem. A pesar que estas sugerencias no garantiza el éxito, al menos facilita la identificación de ítems potencialmente problemáticos.

#### **2.6.1.2. Construcción del banco de ítems o del test**

De acuerdo a López-Cuadrado, Pérez, & Armendariz (2005), con el fin de administrar mediante un ordenador el test diseñado, lo primero que hay que hacer es dar a los ítems un formato adecuado para ser utilizados por el soporte informático. En determinadas situaciones (como cuando los ítems desarrollados no van a reutilizarse) será suficiente con crear el test a administrar mediante un procesador de texto; pero si los objetivos son más ambiciosos (como cuando se quiere tomar la TRI como base para la construcción de tests adaptativos) es necesario implementar un banco de ítems para ser utilizado en la generación de tests.

Según López-Mezquita (2005), en lo que se refiere al tamaño del banco, para que los TAI generados a partir de él puedan considerarse aceptables, el número de ítems disponibles debe ser superior a la centena; además, se recomienda que inicialmente el banco de ítems incluya al menos el doble de los ítems que se espera tener al final, ya que durante el proceso de calibración es muy corriente que se identifique algunos de ellos como erróneos y, en consecuencia, sean eliminados del banco de ítems.

#### **2.6.1.3. Calibración del banco de ítems**

Cuando se desea utilizar como marco teórico la TRI, es necesario conocer los valores de los parámetros que definen la CCI. Aunque la TRI define cuatro parámetros, en la práctica y así lo afirman López-Cuadrado, Pérez, & Armendariz (2005), sólo se utilizan los modelos de un parámetro, dos parámetros o tres parámetros.

La calibración consiste en establecer en una métrica común los parámetros de cada ítem del banco. Sólo cuando los ítems se encuentren en la misma escala se podrá asegurar que cualquier subconjunto de ellos proporcionará estimaciones de habilidades invariantes e independientes de la composición del test utilizado. Realizar la calibración de un banco de ítems conlleva tareas largas y costosas, debido a la gran cantidad de trabajo que se requiere para realizar esta

operación. Es por esto que una práctica utilizada con cierta frecuencia es hacer una estimación de la dificultad de cada ítem en base a las contribuciones de expertos en la materia que se pretende evaluar (López-Cuadrado, Pérez, & Armendariz, 2005).

Algunas técnicas de evaluación o herramientas utilizadas para obtener la dificultad de los ítems son los descritos por Arruabarrena (2010), entre las que se encuentran los paneles de expertos, las entrevistas, encuestas o cuestionarios, benchmarking, test, grupos de enfoque, mapas conceptuales, método de Delphi, entre otros.

Ahora bien, cabría preguntarse: ¿Cuántos expertos es recomendable disponer para la obtención del nivel de dificultad de cada ítem? Para dar respuesta a esta interrogante Shneiderman (1998) citado por Arruabarrena (2010), sugiere que disponer entre tres y cinco revisores pueden resultar altamente productivo. Si bien parece necesario para asegurar un buen funcionamiento del grupo un mínimo de tres y cinco expertos, Arruabarrena (2010) expresa que dicha cifra es algo dependiente del diseño del estudio; y habida cuenta de que el error disminuye notablemente por cada experto añadido hasta llegar a los siete expertos.

Aunque consultar a expertos en la materia y pedirles que valoren los parámetros de los ítems puede ser un buen comienzo, no es recomendable conformarse sólo con esto, dado que por tratarse de una estimación subjetiva, no siempre resulta fácil determinar acertadamente los valores de los parámetros, y la precisión y validez de los tests posteriormente compilados podría quedar en entredicho. Para López-Cuadrado, Pérez, & Armendariz (2005), lo más habitual y recomendable de cara a generar tests adaptativos fiables es calibrar el banco de ítems mediante algún procedimiento estadístico.

#### **2.6.1.4. Administración de los ítems**

Según lo expresa López-Cuadrado, (2008), con el fin de calibrar el banco de ítems mediante algún proceso estadístico, el primer paso consiste en administrar los ítems a una muestra aleatoria, representativa y al menos de varios cientos de sujetos. A cada sujeto dispuesto se le puede o bien administrar todos los ítems dispuestos en el banco de ítems o como lo recomiendan (López-Cuadrado, (2008); Arruabarrena, (2010)) bien se puede fragmentar éste en bloques o subtests y administrar un único subtest a cada individuo, proceso denominado diseño de anclaje de los ítems. Es más, cuando el tamaño del banco de ítems es de considerable tamaño, la

aplicación completa del banco a un único sujeto puede resultar inaceptable o inviable, hasta inseguro.

#### **2.6.1.5. Diseño de anclaje de los ítems**

De acuerdo a Arruabarrena (2010), el diseño de anclaje consiste en, a la hora de repartir los ítems en varios subtests, hacer que algunos ítems estén incluidos en más de un subtest simultáneamente, de manera que suceda solapamiento de ítems entre subtest.

Según Kolen & Brennan (1996) citado por Arruabarrena (2010), expresan que a la hora de elaborar los subtests, es importante que los ítems de anclaje sean una muestra representativa del banco total y que a su vez ofrezcan buenas expectativas (esto es, ítems que a priori se espera, tengan alta discriminación y bajo pseudoacierto). De acuerdo a Muraki, Hombro, & Lee (2000), los ítems de anclaje deberán aparecer en todos los subtests en la misma posición y los mismos deberán tener la misma longitud sin llegar a fatigar al evaluado.

En lo referente al número de ítems de anclaje que deben componer cada subtests, desde el punto de vista estadístico, Kolen & Brennan (1996) citado por Arruabarrena (2010), sugiere que cuantos más ítems de anclaje se utilicen, menor será el error durante la fase de equiparación de puntuación. Lo más habitual es que para subtests con más de cuarenta ítems el tamaño del conjunto de anclaje sea al menos una quinta parte de la longitud del test, salvo que el test sea muy largo, en cuyo caso bastaría con veinte o treinta ítems de anclaje.

#### **2.6.1.6. Equiparación de puntuaciones**

Según López-Cuadrado (2008), define la equiparación de puntuaciones como un proceso estadístico que permite ajustar las puntuaciones de diferentes test, cuyas dificultades probablemente serán desiguales, con el fin de poder compararlas en una escala de habilidad con origen y unidad comunes.

Cada uno de los parámetros obtenidos en cada subtests tiene diferentes distribuciones de probabilidad, para controlar la arbitrariedad de la escala de medida (Ogasawara, 2001; Alvarado & Santisteban, 2001), expresan que lo habitual en la TRI es fijar media ( $\mu = 0$ ) y la desviación estándar ( $\sigma = 1$ ) de las estimaciones de habilidad y dificultad. En este sentido, sí un modelo se ajusta a un conjunto de datos, entonces cualquier transformación lineal que se aplique a la escala

de habilidades también lo hará, siempre y cuando también se transformen los parámetros de los ítems (Lewis, 2003)

Una vez obtenido cada uno de los parámetros por cada subtests y después de haber desechado los ítems menos discriminantes, se unificarán las métricas de los parámetros de los ítems. Para llevar a cabo este proceso, basta con transformar cada una de las puntuaciones de habilidad obtenidas en los diferentes subtests para disponer de un único valor en todo el banco de ítems.

De acuerdo a Hambleton & Swaminathan (1985) citado por Arruabarrena (2010), indican que la transformación lineal debe realizarse según las siguientes ecuaciones (ecuación 11: Transformación del parámetro de discriminación; ecuación 12: Transformación del parámetro de dificultad; ecuación 13: Transformación del nivel de habilidad) siendo  $\alpha$  la pendiente de la recta y  $\beta$  la ordenada en el origen.

$$a' = a/\alpha \quad (11)$$

$$b' = \beta + \alpha b \quad (12)$$

$$\theta' = \beta + \alpha\theta \quad (13)$$

Nótese que los valores de pseudoacierto no se ven alterados como consecuencia de un cambio de escala, de ahí que no se defina una ecuación de transformación para el parámetro  $c$ .

La principal razón por la que en el diseño de anclaje se incluyen ítems comunes en los diferentes subtest es poder disponer de diferentes valores de sus parámetros, valores que servirán como punto de partida de cara a realizar la conversión a una escala común de los parámetros no comunes. En efecto, por cada ítem que tengan en común dos subtest  $S_1$  y  $S_2$  se dispondrá de dos estimaciones de dificultad  $(b_1, b_2)$ , en principio diferentes (López-Cuadrado, 2008). Suponiendo que es posible establecer una relación lineal entre ambas expresiones del mismo parámetro de dificultad, lo único que resta hacer es encontrar los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  que satisfacen el grupo de ecuaciones (11, 12, 13).

Existen diversas técnicas que se pueden emplear para obtener los valores de  $\alpha$  y  $\beta$ , siendo las más empleadas según Arruabarrena (2010), son los *métodos basados en momentos media –sigma* y *métodos basados en momentos media-media*. Sin embargo, hay que indicar que existen otros métodos de cálculo, no existiendo aún consenso a la hora de decantarse por uno u otro (Navas, 2000).

El *método media-sigma* proporciona los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  a partir de las medias ( $\bar{b}_1, \bar{b}_2$ ) y las desviaciones típicas ( $s_{b_1}, s_{b_2}$ ) de las estimaciones de la dificultad de los ítems comunes en cada subtest ( $S_1, S_2$ ), tal y como se indican en las siguientes ecuaciones:

$$\alpha = \frac{s_{b_1}}{s_{b_2}} \quad (14)$$

$$\beta = \bar{b}_1 - \alpha \bar{b}_2 \quad (15)$$

Por otra parte, el *método media-media* recurre a la media de la estimación en cada subtest de los parámetros de discriminación de los ítems de anclaje ( $\bar{a}_1, \bar{a}_2$ ) y así obtener el valor de  $\alpha$ , posteriormente utilizar las estimaciones de dificultad ( $\bar{b}_1, \bar{b}_2$ ) para obtener el valor de  $\beta$  mediante las siguientes ecuaciones:

$$\alpha = \frac{\bar{a}_1}{\bar{a}_2} \quad (16)$$

$$\beta = \bar{b}_1 - \alpha \bar{b}_2 \quad (17)$$

#### **2.6.1.7. Estudios de ajuste al modelo**

Los modelos de la TRI fundamentan su flexibilidad en la realización de suposiciones muy restrictivas que no siempre se ajustan a la realidad. Por este motivo es tan importante este paso, consistente en verificar si las estimaciones recién obtenidas se ajustan al modelo elegido y si se cumplen las restricciones que impone el mismo. La más importante es la comprobación de unidimensionalidad, que consiste en verificar que los ítems sólo sirven para medir una única habilidad (López-Cuadrado, Pérez, & Armendariz, 2005)

#### **2.6.1.8. Administración del Test**

Una vez se tiene construido el banco de ítems o el test y, en su caso, calibrados sus ítems, se plantea el momento de administrar el o los tests a los sujetos a evaluar.

### **2.6.2. Algoritmo de Aplicación del TAI**

Cualquier administración de un test debe seguir un algoritmo de aplicación; es decir, respetando unas reglas que definen cuál es el orden en que se le van a presentar los ítems a los evaluados. En la figura 3 se presentó el algoritmo que se debe aplicar para la administración del

TAI, pero este se puede resumir en las siguientes preguntas definidas por Thissen & Mislevy (2000).

1. ¿Cómo se empieza? El primer paso del algoritmo consiste en decidir cuál va a ser el primer ítem que se administre.
2. ¿Cómo se continúa? Después de cada respuesta, el algoritmo de aplicación del test debe seleccionar un nuevo ítem para mostrar al examinado.
3. ¿Cómo se para? El algoritmo deberá tener definido un criterio de parada en el que basarse para decidir cuándo finaliza la administración de ítems, y por tanto el test.

La estructura general del TAI dado por la figura 3 comienza presentándole al examinado el primer ítem que se va a suministrar, para esto se deberá tener una estimación inicial de la habilidad del evaluado, para posteriormente aplicar un procedimiento que ayude a elegir el ítem que mejor se ajuste a ella.

Una vez evaluada las respuestas dada por el examinado, es necesario reajustar los valores estimados de la habilidad del sujeto y de la precisión obtenida. En este punto, el algoritmo deberá seleccionar y mostrar el ítem que mejor se adapte a la nueva estimación de la habilidad.

Por último, es necesario definir un criterio de parada que determine cuándo se finalice el proceso iterativo de administración de los ítems.

#### **2.6.2.1. ¿Cómo se empieza?**

Antes de elegir cuál va a ser el primer ítem que se presentará en un TAI, es conveniente disponer de una estimación inicial de la habilidad del evaluado al que se le va a administrar el test. Es evidente que cuanta más información previa se tenga del examinado, más precisa podrá ser la estimación de partida, y en consecuencia, antes se alcanzará la convergencia con la habilidad real del alumno.

Como aconsejan (López-Cuadrado, Pérez, & Armendariz, 2005; Wong, Leung, Kwan, & Tsang, 2010), se suele realizar una prueba de acceso, permitir que el propio examinado elija su nivel inicial, o seleccionar al azar un ítem de dificultad media, este último suele ser lo a más habitual, especialmente cuando no se dispone de información previa sobre el nivel de conocimiento de los examinados (por ejemplo, como resultado de alguna prueba realizada con anterioridad). A fin de cuentas, el propio test adaptativo ya irá ajustando la estimación de conocimiento inicial hacia su valor real.

### **2.6.2.2. ¿Cómo continuar?**

En todo algoritmo de aplicación de un TAI debe establecerse un método que resuelva la segunda de las preguntas (¿qué ítem se va a administrar después de cada respuesta?). El algoritmo que define el funcionamiento de un TAI es un procedimiento iterativo que, partiendo de la estimación provisional de habilidad del examinado, evalúa todos los ítems que no han sido utilizados aún en la administración del test, con el fin de seleccionar y administrar el mejor con respecto a esta estimación de habilidad (López-Cuadrado, Pérez, & Armendariz, 2005).

Suponiendo el caso, cuando el examinado contesta un ítem, se reestiman el nivel de habilidad y la precisión con que se ha aproximado (que ahora será mayor) según las dos respuestas que se han suministrado hasta el momento... y así sucesivamente. Lo más importante de este proceso es que, a medida que se van administrando ítems dentro del test, la precisión con la que se estima la habilidad del evaluado va creciendo. A continuación se presentaran los métodos más utilizados en la estimación de habilidad del examinado.

#### **2.6.2.2.1. Estimación de Habilidad**

Como lo menciona Pérez (2001), los métodos de estimación de los parámetros de cualquier modelo TAI se basan fundamentalmente en el principio de máxima verosimilitud o en criterios bayesianos.

##### **2.6.2.2.1.1. Método de Máxima Verosimilitud**

El método de máxima verosimilitud busca los valores que hacen más probables la obtención de los datos empíricos a partir del modelo que se haya seleccionado. Según Lord (1980) citado por Dawber, Rogers, & Carbonaro (2009), expresan que este método se emplea para estimar la habilidad de los sujetos, conocido los valores de los parámetros. Como se puede inferir, este método consiste en buscar el valor de  $\theta$  que hace más probable el patrón de respuesta observado hasta el momento (Pérez, 2001).

Desde el punto de vista matemático, la estimación de máxima verosimilitud consiste en utilizar como estimador de la habilidad el valor  $\theta$  máximo de cierta función de verosimilitud  $L$ , que no es sino el producto de las probabilidades proporcionadas por las CCI administrados hasta el momento (ecuación 18).

$$L(u|\theta) = \prod_{j=1}^n P_j^{u_j} Q_j^{1-u_j} \quad (18)$$

Donde:

- $u_j \begin{cases} 0 & \text{si la respuesta es incorrecta} \\ 1 & \text{si la respuesta es correcta} \end{cases}$
- $P_j$  representa la probabilidad de que un sujeto con habilidad  $\theta$  responda correctamente el ítem  $j$  – *ésimo* de acuerdo al modelo seleccionado.
- $Q_j$  representa la probabilidad de que un sujeto con habilidad  $\theta$  responda incorrectamente el ítem  $j$  – *ésimo*, representado por la fórmula  $1 - P_j$ .

Según López-Cuadrado (2008) citado por Hernández (2012), por razones de simplicidad en los cálculos, lo que suele maximizar es el logaritmo neperiano de la función descrita en la ecuación 18, pues resulta ser más fácil de manejar y proporciona las mismas soluciones, una vez aplicado el logaritmo a ambos lados de la igualdad, la expresión a maximizar se presenta en la ecuación 19.

$$\ln(L(u|\theta)) = \sum_{j=1}^n [u_j \ln(P_j) + (1 - u_j) \ln(Q_j)] \quad (19)$$

De acuerdo a varios autores, entre ellos López-Cuadrado (2008), mencionan que encontrar el máximo de la función de verosimilitud no es una tarea trivial, ya que su cálculo no resulta tarea fácil. Para solventar esta situación, Hambleton & Swaminathan (1985) citado por López-Cuadrado (2008), sugieren obtener una aproximación de la habilidad mediante algún procedimiento numérico iterativo, que por lo general suele ser el de Newton-Raphson.

Al aplicar el método de Newton-Raphson presentado en la ecuación 20, la aproximación  $k + 1$  – *ésima* de habilidad se calcula a partir de la  $k$  – *ésima*, restándole el cociente entre las derivadas primera y segunda de la función de verosimilitud con respecto a la habilidad en la iteración  $k$  – *ésima*. Este método consiste en tomar una aproximación inicial de la habilidad  $\theta_0$ , que suele ser la estimación que se tenía antes de la administración del  $n$  – *ésimo* ítem, para, a partir de ella, ir obteniendo aproximaciones sucesivas  $(\theta_1, \theta_2, \dots)$  que estarán cada vez más próximas al valor que se pretende estimar. Cuando la diferencia entre dos aproximaciones consecutivas  $(\theta_i$  y  $\theta_{i+1})$  es menor que un valor  $\varepsilon$  determinado a priori (por ejemplo, 0.0001), el

proceso finaliza, tomándose como estimación actual del examinado el valor de la última aproximación ( $\theta_{i+1}$ ).

Considerando a lo expuesto por López-Cuadrado (2008), sugiere que el nivel de habilidad  $\theta_0$  es un nivel de conocimiento intermedio, más aún cuando no se dispone de información previa sobre el nivel de conocimientos de los examinados (por ejemplo, como resultado de alguna prueba realizada con anterioridad). A fin de cuentas, el propio test adaptativo ya irá ajustando la estimación de conocimiento inicial hacia su valor real.

$$\theta_{k+1} = \theta_k - \frac{(\sum_{j=0}^k [u_j \ln(P_j) + (1 - u_j) \ln(Q_j)])'}{(\sum_{j=0}^k [u_j \ln(P_j) + (1 - u_j) \ln(Q_j)])''} \quad (20)$$

Al utilizar este método en la obtención del nivel de habilidad del evaluado en alguno casos resulta inconveniente, cuando se han administrado pocos ítems, a saber, no proporciona estimaciones finitas mientras el evaluado tiene un patrón constante de respuestas. En este sentido, si el evaluado ha acertado todos los ítems que se le han presentado hasta el momento, el valor de  $\theta$  tiende a  $+\infty$ , mientras que si todas las respuestas resultan incorrectas el valor de  $\theta$  tiende a  $-\infty$ .

Por lo general es suficiente con obtener entre cuatro y seis iteraciones, aunque esto siempre no es así, esto se debe a los patrones de aciertos y fallos que pueden presentarse en el test. Para solucionar este inconveniente, López-Cuadrado (2008), recomienda establecer hasta un máximo de 200 iteraciones.

Para solventar el problema de los patrones de aciertos y fallos, varios autores recomiendan tomar las siguientes acciones:

- Este inconveniente se resuelve añadiendo dos preguntas ficticias al comienzo del test. Se inicializa todo el proceso asumiendo que el examinado ha acertado una pregunta extremadamente fácil y que ha fallado otra extremadamente difícil, de manera que – sin perjudicar al desarrollo de la prueba – ya se ha puesto una cota a la situación (Herrando, 1989).
- Cuando había un patrón de respuestas continuas (aciertos o fallos), el nivel de habilidad  $\theta$  era asignada mediante el método propuesto Dodd (1990) citado por Barrada, Olea, Ponsoda, & Abad (2006). En el caso de que el patrón de respuestas sean aciertos,  $\hat{\theta}$  se incrementa en  $(b_{max} - \hat{\theta})/2$ ; de ser todos errores,  $\hat{\theta}$  se reduce en  $(\hat{\theta} - b_{min})/2$ , esto se

realiza hasta que en el patron de respuesta obtenido del evaluado aparezca la variabilidad en las respuestas o se alcance el final del test.

- Olea, Abad, Ponsoda, & Ximénez (2004) referenciado por López-Cuadrado (2008) modifican lo propuesto por Dodd (1990), obteniendo la siguiente solución: Si se obtiene un acierto el nuevo valor de  $\hat{\theta}$  será el punto medio entre el último nivel de rasgo obtenido y 2; por el contrario, si se ha obtenido un fallo el nuevo valor de  $\hat{\theta}$  será el punto medio entre el último nivel de rasgo obtenido y -2. En el momento que empiece aparecer la variabilidad en las respuestas, se aplica el método de máxima verosimilitud.

Otro inconveniente que se suscita al utilizar este método es el del sesgo, que se refiere a la desviación de las estimaciones de su valor verdadero. Según Kim & Nicewander (1993) citado por López-Cuadrado (2008), indican que cuando se dispone de patrones finitos de respuesta, en el método de máxima verosimilitud puede producirse cierto sesgo hacia fuera, de manera que la dificultad de los ítems seleccionados es mayor de la deseable para los niveles altos de habilidad, y menor en los niveles bajos. Este inconveniente se puede controlar mediante un banco de ítems informativos para toda la escala de habilidades.

Por último, la precisión con la que se realiza una determinada estimación puede calcularse a partir de la función de información del test mostrada en la ecuación 10. Es suficiente con obtener la raíz cuadrada del inverso de la información proporcionada por el test hasta el momento (ecuación 21).

$$SE(\theta) = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^n I_i(\theta)}} \quad (21)$$

#### **2.6.2.2.1.2. Método Bayesianos**

Los métodos bayesianos se basan en combinar el método de verosimilitud de los datos muestrales con una distribución adicional, que se supone siguen los parámetros (distribución a priori), dando a lugar a una distribución a posteriori (Pérez J. , 2001).

Los métodos bayesianos reciben su nombre porque se fundamenta en la aplicación de la regla de Bayes en el año de 1763, que viene a decir que la probabilidad de que ocurra el hecho B ante una evidencia A es igual al producto de la probabilidad a priori de que ocurra B y la probabilidad de que ocurra A ante la evidencia B, dividido por la probabilidad previa de que ocurra A (ecuación 22).

$$P(B|A) = \frac{P(B) * P(A|B)}{P(A)} \quad (22)$$

Según lo descrito por López-Cuadrado (2008), los procedimientos bayesianos seleccionan los ítems de modo que minimizan la varianza esperada a posteriori de la respuesta. Antes de administrar un ítem, la distribución posterior de la habilidad estimada depende si se aplican o no lo demás ítems del banco de preguntas, en cuyo caso se podría evaluar la precisión que se obtendría después de cualquier posible respuesta a cualquier de ellos, suponiendo que fuera seleccionado para administrar a continuación.

De acuerdo con Abad, Olea, Real, & Ponsoda (2002), la estimación bayesiana Esperada a Posteriori (EAP) coincide con la media de la distribución de probabilidad posterior de  $\theta$ , mientras que la estimación bayesiana Máxima a Posteriori (MAP), corresponde con la moda de dicha distribución. En este sentido, la estimación MAP proporcional el valor de  $\theta$  que maximiza la distribución de probabilidad condicional, cuya expresión viene dada por la ecuación 23.

$$P(\theta|u) = \frac{g(\theta)L(u|\theta)}{L(u)} \propto g(\theta)L(u|\theta) \quad (23)$$

Donde:

- $g(\theta)$  es la función de densidad o distribución a priori de la habilidad.
- $L(u|\theta)$  es la función de verosimilitud definida en la ecuación 11.
- $L(u)$  es la verosimilitud del patrón de respuesta independientemente del valor de  $\theta$ .

Al ser  $L(u)$  un factor constante puede ignorarse y alegar que la función de densidad de la probabilidad posterior es proporcional al producto entre la distribución previa y la función de verosimilitud.

López-Cuadrado (2008), afirma que las estimaciones MAP y EAP difieren en el modo de incorporar la función de distribuciones a posteriori en las ecuaciones: Mientras que la estimación MAP usa algún método numérico como el de Newton-Raphson para aproximar el valor de  $P(\theta|u)$ , la estimación bayesiana EAP no requiere procedimientos iterativos para sus cálculos. En su lugar, Stroud & Secrest (1966) citado por Arruabarrena (2010), obtiene la media de la distribución posterior seleccionando un determinado número de puntos de cuadratura y asignándole a cada uno un peso, que es la probabilidad de la posición de los examinados en ese nivel de habilidad. De este modo, López-Cuadrado (2008), concluye que usando fórmulas de

cuadratura numérica de Gauss-Hermite se consigue aproximar de modo discreto la función de densidad (que es continua), cuya forma irá variando según se vayan recalculando los pesos tras la administración de cada ítem.

#### **2.6.2.2.2. Selección del siguiente ítem**

Ya teniendo el nivel de habilidad  $\theta$  obtenido a partir de los métodos antes seleccionados, se puede realizar la elección del siguiente ítem a responder por parte del examinado. Anteriormente los métodos utilizados para la selección del siguiente ítem eran bastante rígidos, como por ejemplo el algoritmo de dos etapas y los ramificados. Después, Kingsbury & Zara (1989) citado por López-Cuadrado (2008), crearon varios criterios para la selección sucesiva de ítems, entre los que destacan dos, los cuales se mencionan a continuación.

##### **2.6.2.2.2.1. El criterio de máxima información**

De acuerdo a Lord (1980) citado por López-Cuadrado (2008), el criterio de máxima información consiste en seleccionar en cada momento, de entre los que aún no se han administrado, el ítem que proporciona más información, esto es, el que minimiza el error estándar para la estimación actual de la habilidad del examinado.

##### **2.6.2.2.2.2. Selección bayesiana**

Los métodos de selección bayesianos, que se pueden combinar fácilmente con un procedimiento de estimación MAP o EAP, se basan en actualizar, cada vez que el examinado responde un ítem, la distribución posterior (completa) de  $\theta$ , la estimación actual de la habilidad del sujeto, el valor de la información observada en dicho valor (no sólo para el ítem actual, sino también para todas las respuestas anteriores), y la varianza posterior de  $\theta$  (van der Linden & Pashley, 2000).

##### **2.6.2.2.3. Control de Exposición**

Según Olea, Abad, Ponsoda, & Ximénez (2004) citado por Hernández (2012), el control de la exposición consiste en evitar una exposición excesiva de los ítems que se aplican con mayor frecuencia y, de forma secundaria, incrementar la exposición de los ítems no tan utilizados.

Diversos autores proponen algunos procedimientos o métodos para el control de la exposición, se distinguen dos tipos de mecanismos para controlar la exposición de ítems: Por una parte, los que seleccionan un ítem al azar entre los más informativos, que según (López-Cuadrado (2008); Olea & Ponsoda (2003)), se caracterizan por su sencillez de implementación y facilidad de comprensión, y de los que se hablará en esta investigación; y por otra, los que asignan a cada ítem parámetros específicos de control.

#### **2.6.2.2.3.1. Método randomesque**

El método randomesque es aquel que siempre selecciona un ítem al azar entre los cinco más informativos en cada momento. En este sentido, no siempre se elige el ítem óptimo para administrar, pero sí uno muy bueno, salvaguardando además la seguridad del banco de ítems. Entre sus puntos fuertes destacan la facilidad de implementación y un descenso considerable de la tasa máxima de exposición sin pérdidas apreciables en la precisión del TAI.

#### **2.6.2.2.3.2. Método 5-4-3-2-1**

El método 5-4-3-2-1 es una variante del anterior que consiste en elegir como primer ítem a administrar uno al azar de entre los cinco más informativos; como segundo ítem, uno de los cuatro más informativos para el nivel de habilidad estimado; y así sucesivamente, de manera que a partir del quinto ítem siempre se selecciona el más informativo.

#### **2.6.2.2.3.3. Método INFO4**

Thomasson and Dragsow desarrollaron el procedimiento de INFO4 citado en Georgiadou, Triantafillou, & Economides (2007), ordena los ítems disponibles de mayor a menor información basándose en el último valor de habilidad estimado. Tras elevar a la cuarta potencia los valores de la información (de ahí el nombre del método) para incrementar las diferencias entre ellos, se normalizan para que su suma valga 1 y se tratan como probabilidades, según las que finalmente se seleccionará un ítem para ser administrado.

#### 2.6.2.2.3.4. Método de intervalo fijado

Es el procedimiento utilizado por el test de la American Society of Clinical Pathologists (ASCP), y consiste en establecer un intervalo cercano al último valor de habilidad estimado y seleccionar, de entre los ítems cuya dificultad quede dentro de dicho intervalo, uno al azar.

#### 2.6.2.2.3.5. Método progresivo

Revuelta & Ponsoda (1998) citado por Olea & Ponsoda (2003), proponen el método progresivo. Este método asigna a cada ítem  $i$  un peso ( $w_i$ ) cada vez que se ha de realizar una selección. Este peso, que indica la utilidad para estimar la habilidad del examinado, es el resultado de la suma ponderada de un valor aleatorio y la información del ítem para el último nivel de habilidad estimado. La ecuación 24 presenta la fórmula para calcular el peso de un ítem  $i$ , siendo  $I_i(\theta)$  la información aporta por dicho ítem para la última habilidad estimada,  $R_i$  un valor aleatorio uniforme entre 0 e  $I_i(\theta)$ , y  $s$  la posición serial del ítem en el test, calculada como el cociente entre el número de ítems que se han administrado hasta el momento ( $h$ ) y la longitud máxima del TAI ( $m$ ).

A medida que se van administrando ítems, la influencia de la información en el peso se incrementa, mientras que el valor aleatorio va decreciendo. Así, al principio se impone el azar y posteriormente la información del ítem es la que adquiere importancia. De esta forma, los ítems más informativos se reservan para el final, que es cuando realmente se aprovechan por la proximidad existente entre las habilidades real y estimada (López-Cuadrado, 2008).

$$w_i = (1 - s)R_i + sI_i(\theta) \quad (24)$$

Donde:

- $s = h/m$

#### 2.6.2.2.3.6. Método progresivo generalizado

Este método propuesto por Eggen (2001), es una variante del método progresivo en la que el componente aleatorio únicamente tiene efecto al comienzo del test. Para ello se añade un parámetro prefijado por el administrador del TAI ( $a \geq 0$ ) de manera que ahora el valor de  $s$  se calcula como el mínimo entre  $ah/m$  y 1. Así, el entero  $a$  indica que fracción del test se verá afectada por el valor aleatorio  $R_i$ , de modo que cuando  $a = 0$  se trata de una selección aleatoria pura, cuando  $a = 1$  el método generalizado equivale al progresivo original y si es mayor que uno,

la componente aleatoria sólo afecta a la primera fracción del TAI (con  $a = 2$ , a la primera mitad; con  $a = 3$ , al primer tercio, etcétera).

#### **2.6.2.2.3.7. Método de un parámetro**

El método de un parámetro es una modificación del criterio de máxima información en la que no se consideran los valores de discriminación y pseudoacierto. Con objeto de exponer equitativamente los ítems, lo que se hace es seleccionar siempre el ítem cuya dificultad sea la más cercana a la estimación actual de la habilidad del evaluado.

#### **2.6.2.3. ¿Cómo parar?**

El algoritmo de un TAI debe incluir también un procedimiento para dar por concluida la prueba; es decir, para considerar que una estimación provisional del nivel de rasgo es la que se va a tomar como estimación definitiva para el evaluando (López-Cuadrado, 2008).

Existen cuatro procedimientos descritos por López-Cuadrado, (2008) y Olea, Abad, Ponsoda, & Ximénez (2004) referencias citadas por Hernández (2012).

##### **2.6.2.3.1. Criterio de longitud variable**

Consiste en detener la aplicación cuando el error típico de medida desciende de un valor determinado. En este caso, cada evaluado puede responder diferente número de ítems pero las estimaciones serán igual de precisas. Este criterio es comúnmente utilizado en procesos de selección de personal o de evaluación de conocimientos para obtener la licenciatura o la certificación para desempeñar una determinada profesión.

##### **2.6.2.3.2. Criterio de longitud fija**

Consiste en para el test cuando se presenta un número determinado de ítems. Así se consigue que el tiempo empleado en la sesión de evaluación sea similar para todos los evaluados, algo muy recomendable, por ejemplo, si se trata de pruebas de acceso a un determinado nivel educativo.

##### **2.6.2.3.3. Finalizar el test al alcanzar un tiempo límite**

Este procedimiento puede afectar a la unidimensionalidad de las evaluaciones, influyendo negativamente en la precisión de las estimaciones de los sujetos más lentos en responder,

conviene establecer tiempos límites tolerantes, es decir, que se ciñan a hacer operativo el test, pero sin ejercer presiones sobre el evaluado.

#### **2.6.2.3.4. Detección de un patrón aberrante**

La administración del TAI puede finalizar al detectar un patrón aberrante de respuesta, este método descrito por Bergstrom & Gershon (1995), citado por López-Cuadrado (2008), como por ejemplo que a partir del quinto ítem administrado el porcentaje de aciertos se sitúe por debajo del 30%, un valor muy bajo si se tiene en cuenta que una de las características de los TAI es que todos los examinados responden correctamente aproximadamente a la mitad de los ítems.

#### **2.6.2.3.5. La puntuación en los TAI**

Para López-Cuadrado (2008), en los test de aptitud (aquellos en los que se establece un punto de corte en la escala de habilidades para distinguir entre, por ejemplo, apto y no apto) el criterio suele consistir en parar cuando la probabilidad de asignar al evaluado en el perfil correcto supera un valor aceptable. Por ejemplo, en el test de enfermería National Council Licensure EXamination (NCLEX) se establece un intervalo de confianza del 95%, de modo que el test finaliza cuando todo el intervalo queda por encima o por debajo del punto de corte. Por suponer que la distribución de habilidades tiene forma de normal  $N(0,1)$ , los extremos del intervalo en el que, con probabilidad 0.95, se encuentra el verdadero valor de habilidad del examinado, se definen sumando y restando a la  $\theta$  estimada 1.96 veces el error típico de la medida actual.

Otra posibilidad consiste en transformar el valor de habilidad estimado para el alumno a la métrica de la curva característica del test utilizado, de modo que, para un TAI de  $n$  ítems, la puntuación obtenida se concentrará en el intervalo  $(\varepsilon, n)$ , siendo  $\varepsilon$  la suma de los pseudoaciertos de los ítems del test (Wainer, Dorans, Flaugher, & Green, 2000).

Otro método utilizado por el sistema MATHCAT establece dos puntos de corte (ubicados en  $\theta = -0.544$  y  $\theta = -0.021$ ) para definir tres categorías, y el TAI finaliza cuando, habiéndose administrado un número mínimo de doce ítems y un máximo de veinticinco, el intervalo de confianza del nivel de habilidad estimado no incluye, con una probabilidad del 90%, ninguno de los puntos de corte.

### 2.6.3. Otras consideraciones

- Después de haber administrado un TAI a  $N$  sujetos simulados con habilidades establecidas de antemano  $\theta_{k(1 \leq k \leq N)}$ , se obtiene para cada uno de ellos una estimación  $\hat{\theta}_k$  de su habilidad original. Es entonces posible calcular la raíz (cuadrada) del error cuadrático medio descrito en la ecuación 25. El error cuadrático medio es un indicador de la magnitud del error total de la estimación (López-Cuadrado, 2008).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (\hat{\theta}_k - \theta_k)^2} \quad (25)$$

## 2.7. Interoperabilidad

### 2.7.1. Definición

La IO es la capacidad de organizaciones dispares y diversas de interactuar con objetivos consensuados. La interacción implica que las organizaciones involucradas compartan información y conocimiento a través de Procesos Inter-Institucionales (PII), mediante el intercambio electrónico de datos entre sus respectivos sistemas de tecnología de información.

La IO busca proveer sistemáticamente servicios a la sociedad cumpliendo los principios de Simplificación Registral y Ventanilla Única, entendiendo que:

- El *Principio de Simplificación Registral* exige que los organismos de la Administración Pública (AP) no pueden volver a solicitar un dato o documento a ciudadanos o empresas que ya se encuentre en poder del algún organismo.
- El *Principio de Ventanilla Única* exige que la AP debe presentarse ante la sociedad como una única entidad, independientemente de su estructura interna y sus divisiones políticas, territoriales o estatutarias.

### 2.7.2. IO en el mundo

Detrás del concepto mostrado anteriormente sobre la IO, se esconde aspectos tan importantes para los habitantes donde se implementa como la capacidad de proveer servicios de salud adecuados, de mitigar el impacto de los desastres naturales, de vigilar la seguridad de los países o facilitar el negocio exterior de las empresas (Escobar Moreno & Santanna, 2007).

Con distintos enfoques y niveles de profundidad, los países en el mundo han comprendido que la interoperabilidad de sus organismos es clave para la entrega de una atención de calidad a sus usuarios y para la transformación de sus administraciones públicas.

A continuación se presentara una lista de los países mostrando las iniciativas y avances en materias de IO en algunos países (Ministerio Secretaría General de la Presidencia del Gobierno de Chile).

- Australia. En el marco de su programa de desarrollo de Gobierno electrónico, liderado por la Oficina del Gobierno Australiano para la gestión de la Información (AGIMO), este país ha avanzado en las definiciones de un framework de IO y el desarrollo de los elementos de negocio, información y técnicos que lo componen.
- Brasil. Este país ha desarrollado los Padrones de Interoperabilidad de Gobierno Electrónico (*e-Ping*), que definen un conjunto mínimo de premisas, políticas y especificaciones técnicas que regulan la utilización de TIC en el gobierno federal. *e-Ping* es una iniciativa del Gobierno Electrónico de Brasil, a cargo del Ministerio de Planificación, Organización y Gestión.
- Colombia. La Plataforma de IO es parte de la Intranet Gubernamental, esta plataforma ofrece servicios a los actores involucrados en las transacciones, trámites y servicios, en la que se comprometen las entidades del Gobierno Colombiano. Actúa como mediador de estas partes permitiendo la conexión y el intercambio de información de forma estándar, segura y confiable para ejecutar un proceso. La plataforma está compuesta por Políticas de Interoperabilidad, un Lenguaje para el intercambio de información y un Tramitador en línea. Interoperabilidad es parte de las acciones del Programa Gobierno en Línea, del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, responsable de coordinar en la administración pública la implementación de la Estrategia de Gobierno en Línea de Colombia.
- Corea. Este país ha adoptado una estrategia integrada y centralizada, proveyendo un único Framework de Gobierno Electrónico para aumentar la interoperabilidad y reutilización de los sistemas de información de sus organismos públicos.
- España. La Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los servicios públicos, reconoce el protagonismo de la IO y se refiere a ella como uno de los aspectos en los que es obligación que las previsiones normativas sean comunes y debe ser,

por tanto, abordado por la regulación del Estado. En este país, es el Ministerio de Política Territorial y Administración Pública el responsable de la Administración electrónica.

- Reino Unido. Este país ha sido pionero en el desarrollo de un marco de IO gubernamental (*e-GIF*), que define estándares y políticas para el intercambio de información entre organismos del sector público. Esto con el objeto de dar soporte a su estrategia de provisión de servicios integrados, con un único punto de atención (*Government Gateway*).
- Uruguay. La Plataforma de IO del Gobierno de Uruguay está constituida por el marco jurídico y técnico de gobierno electrónico y una infraestructura tecnológica que facilita la implementación de servicios a los ciudadanos y el acceso a servicios de otros organismos del Estado uruguayo. A esta infraestructura tecnológica se le denomina Plataforma de Gobierno Electrónico. La Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento (*AGESIC*) ha puesto a disposición del público en su sitio web información y documentación descriptiva y técnica sobre esta plataforma.
- En Costa Rica, Panamá y Perú han ido avanzando en el desarrollo de gobierno electrónico y en la modernización del Estado con un enfoque centrado en la atención ciudadana, estos países han identificado la necesidad de contar con un marco de IO para el intercambio de información de sus organismos con el fin de agilizar trámites.

### **2.7.3. IO en Venezuela**

En Venezuela se cuenta con herramientas que guían la implementación generalizada y sistematizada de la IO, tanto en el marco legal, infraestructura y servicios, formación, estándares y experiencias (CNTI, 2012a).

### **2.7.4. Normativas**

En relación a las normativas, el Estado Venezolano ha definido las siguientes acciones para regular el marco legal asociado a la IO:

- Decreto N° 9.051 con Rango, Valor y Fuerza de Ley sobre Acceso e Intercambio Electrónico de Datos, Información y Documentos entre Órganos y Entes del Estado, publicado en Gaceta Oficial N°39.945 de fecha 15 de junio de 2012. Tiene por objeto establecer las bases y principios que regirán el acceso e intercambio electrónico de datos entre las instituciones con el fin de garantizar la implementación de un estándar de IO.

- Ley de Reforma a la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. Publicada en Gaceta Oficial N° 39.575 de fecha 16 de diciembre de 2010. En su artículo 18, expresa que la autoridad nacional con competencia en materia de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones ejercerá la dirección en el área de las TI.
- Ley de Simplificación de Trámites. Publicada en Gaceta Oficial N° 5.393 de fecha 22 de octubre de 1999 y Decreto N° 6.265 de fecha 22 de julio de 2008. En su artículo 11, expresa que los órganos y entes de la AP deberán implementar bases de datos automatizadas de fácil acceso y no podrán exigir la presentación de copias certificadas que la AP tenga en su poder, o de los que tenga la posibilidad legal de acceder.
- Ley Especial contra los Delitos Informáticos. Publicada en Gaceta Oficial N° 37.313 de fecha 30 de octubre de 2010. Tiene como objeto la protección integral de los sistemas que utilicen TI, así como la prevención y sanción de los delitos cometidos contra tales sistemas o cualquiera de sus componentes.
- Decreto con Fuerza de Ley N° 1.204 de Mensajes de Datos y Firmas Electrónicas. Publicado en Gaceta Oficial N° 37.148 de fecha 28 de febrero de 2011. En su artículo 1, establece que se otorga y reconoce eficacia y valor jurídico a la firma electrónica, al mensaje de datos y a toda información inteligible en formato electrónico, independientemente de su soporte material.
- Decreto N° 2.479 de fecha 27 de junio de 2003, para la creación de la Comisión Presidencial para la conformación de la red del Estado, con la finalidad de facilitar la comunicación de los órganos y entes de la AP.
- Decreto N° 3.390, para el uso prioritario de Software Libre en la Administración Pública Nacional (APN). Publicado en Gaceta Oficial N° 38.095 de fecha 28 de diciembre de 2004.

Por otra se han definido ciertas normas técnicas con el fin de promover la calidad, integración, y adecuación de los productos y servicios informáticos de las instituciones del Estado, mediante el establecimiento de disposiciones de uso común y continuidad de las Tecnologías de Información (TI) en la APN.

Actualmente, las normas técnicas y recomendaciones asociadas al tema de IO formuladas hasta el momento se presentan a continuación:

- Normas Técnicas para el uso de Formatos Abiertos de Documentos (ODF) y Formatos de Documentos Portátiles (PDF), según los Decretos 005 y 006, publicados en Gaceta Oficial N° 39.109, de fecha 29 de enero de 2009.
- Normativa de Clasificación y Tratamiento de la Información en la Administración Pública, publicada en Gaceta Oficial N° 39.578, de fecha 21 de diciembre de 2010: Establece los principios que deben regir la identificación, clasificación, tratamiento y protección de los activos de información en los órganos y entes de la APN.
- Recomendación de Norma Técnica para el Desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE): Establece los estándares para la comunicación entre los nodos que forman parte de la IDE Nacional a fin de asegurar el intercambio de información Geoespacial entre los órganos y entes de la AP.
- Recomendación de Norma Técnica para la Interoperabilidad de la Administración Pública Nacional: Sugiere los principios tecnológicos fundamentales, que buscan asegurar la capacidad de la relación de los ciudadanos y ciudadanas con las diferentes organizaciones e instituciones, a través del uso de medios electrónicos.
- Recomendación de Norma Técnica - Características Técnicas de la Plataforma de Servicios Informáticos Básicos: Establece las especificaciones técnicas que se deben considerar en la plataforma tecnológica al momento de su instalación, implementación y mantenimiento, con la finalidad de impulsar la Gestión Gubernamental enmarcado en un modelo eficiente, de calidad y sustentable.

### **3. MARCO METODOLOGICO**

En este capítulo se llevan a cabo cada uno de los pasos del método de investigación que se aplicará para cumplir con el objetivo general y los objetivos específicos de esta investigación.

#### **3.1. Investigación Acción (IA)**

Según (Hall, 1981) define:

*“La Investigación-Acción es una actividad integrada que combina la investigación social, el trabajo educacional y la acción”*. Para este autor se trata de la integración de tres formas de intervenir. Al plantearse una investigación desde la acción, los participantes se convierten en agentes investigadores, con lo cual el trabajador social será el dinamizador.

El término investigación-acción fue introducido por Lewin (1946), este autor describía una forma de investigación que podía combinar el enfoque experimental de las ciencias sociales con programas de acción social que respondiera a los problemas sociales principales de ese entonces. Mediante la investigación – acción, Lewis argumentaba que se podía lograr en forma simultáneas avances teóricos y cambios sociales.

De acuerdo a Lewin (1946), la investigación-acción tiene un doble propósito, de acción para cambiar una organización o institución, y de investigación para generar conocimientos.

##### **3.1.1. Características de la IA**

De acuerdo a Kemmis & McTaggart (1988), han descrito con amplitud las características de la investigación-acción. Como rasgos más destacados de la investigación-acción se mencionan las siguientes características:

- Es participativa. Las personas trabajan con la intención de mejorar sus propias prácticas.
- La investigación sigue una espiral introspectiva: Una espiral de ciclos de planificación, acción, observación y reflexión.
- Es colaborativa, se realiza en grupo por las personas implicadas.
- Crea comunidades autocríticas de personas que participan y colaboran en todas las fases del proceso de investigación.
- Es un proceso sistemático de aprendizaje, orientado a la praxis (acción críticamente informada y comprometida).
- Induce a teorizar sobre la práctica.

- Somete a prueba las prácticas, las ideas y las suposiciones.
- Implica registrar, recopilar, analizar nuestros propios juicios, reacciones e impresiones en torno a lo que ocurre; exige llevar un diario personal en el que se registran nuestras reflexiones.
- Es un proceso político porque implica cambios que afectan a las personas.
- Realiza análisis críticos de las situaciones.
- Procede progresivamente a cambios más amplios.
- Empieza con pequeños ciclos de planificación, acción, observación y reflexión, avanzando hacia problemas de más envergadura; la inician pequeños grupos de colaboradores, expandiéndose gradualmente a un número mayor de personas.

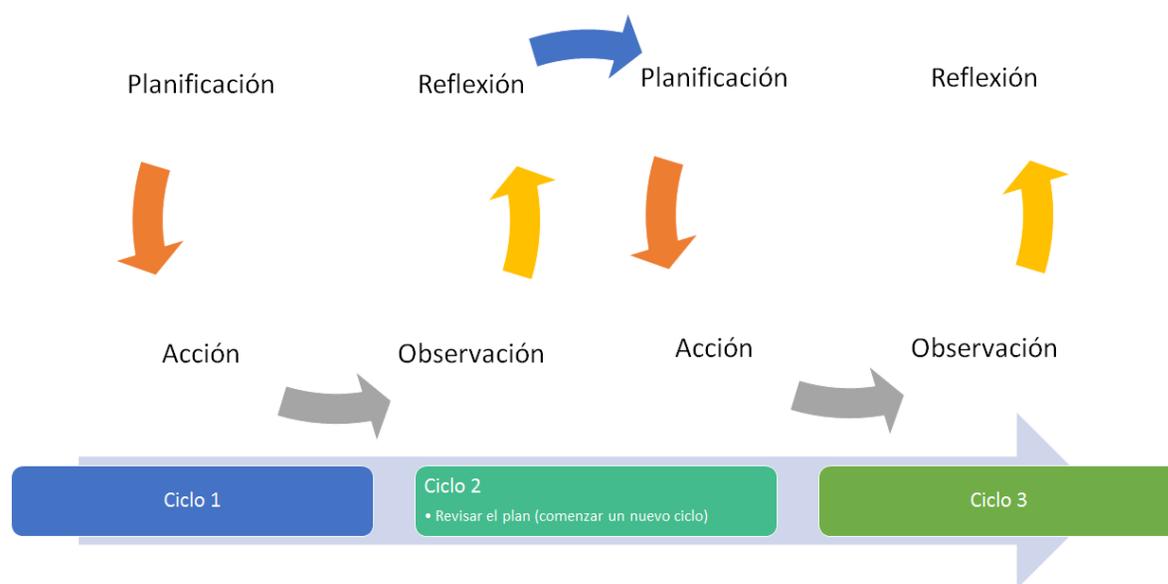
Otros autores como Latorre (2003), ven la investigación-acción como enfoque alternativo a la investigación social tradicional, se caracteriza por su naturaleza:

- **Práctica.** Los resultados y percepciones ganados desde la investigación no sólo tienen importancia teórica para el avance del conocimiento en el campo social, sino que ante todo conducen a mejoras prácticas durante y después del proceso de investigación.
- **Participativa y colaborativa.** Al investigador no se le considera un experto externo que realiza una investigación con personas, sino un coinvestigador que investiga con y para la gente interesada por los problemas prácticos y la mejora de la realidad.
- **Emancipatoria.** El enfoque no es jerárquico, sino simétrico, en el sentido de que los participantes implicados establecen una relación de iguales en la aportación a la investigación.
- **Interpretativa.** La investigación social no asume los resultados desde la visión de los enunciados del investigador positivista basados en las respuestas correctas o equivocadas para la cuestión de investigación, sino en soluciones basadas sobre los puntos de vista e interpretaciones de las personas involucradas en la investigación. La validez de la investigación se logra a través de estrategias cualitativas.
- **Crítica.** La comunidad crítica de participantes no sólo busca mejoras prácticas en su trabajo dentro de las restricciones sociopolíticas dadas, sino también actuar como agentes de cambio críticos y autocríticos de dichas restricciones. Cambian su ambiente y son cambiados en el proceso.

### 3.1.2. Fases de la IA

De acuerdo a Kemmis & McTaggart (1988) citado por Latorre (2003), elaboran un modelo para aplicarlo a la enseñanza. El proceso se organiza sobre dos ejes: Uno estratégico, constituido por la acción y reflexión; y otro organizativo, constituido por la planificación y la observación. Ambas dimensiones están en continua interacción, de manera que se establece una dinámica que contribuye a resolver los problemas.

El proceso está integrado por cuatro fases o momentos interrelacionados: Planificación, acción, observación y reflexión. Cada uno de los momentos implica una mirada retrospectiva, y una intención prospectiva que forman conjuntamente una espiral autoreflexiva de conocimiento y acción. En la figura 4 se concretan los momentos de investigación-acción.



**Figura 4 Los momentos de la investigación-acción**

**Nota.** Fuente: Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *Cómo planificar la investigación-acción*. Barcelona: Laertes.

El modelo de Kemmis se representa en espiral en ciclos donde cada uno de ellos los compone cuatro momentos:

1. **Planificación.** Se inicia con una “idea general” con el propósito de mejorar o cambiar algún aspecto problemático de la práctica profesional. Identificado el problema se diagnostica y a continuación se plantea la hipótesis acción o acción estratégica. Kemmis plantea tres preguntas: ¿Qué está sucediendo ahora? ¿En qué sentido es problemático? ¿Qué puedo hacer al respecto?

2. **Acción.** La acción es deliberada y está controlada, se proyecta como un cambio cuidadoso y reflexivo de la práctica. El control de la acción y la generación sistemática de datos debe ser un proceso sistemático. Ser sistemático en la recogida de datos tiene importancia en diferentes aspectos del proceso de investigación: Servirá para apoyar en el momento de la reflexión que se han generado evidencias sobre la práctica y de ayuda para explicitar los puntos donde los cambios han tenido lugar. Ser sistemático significa que la recogida de datos se realiza conforme a un plan y los datos se utilizan para apoyar las evidencias de los cambios.
3. **Observación.** La observación recae sobre la acción, ésta se controla y registra a través de la observación. La investigación acción prevé una mejora de la práctica profesional, la información obtenida nos permite identifica evidencias o pruebas para comprender si la mejora ha tenido lugar o no.
4. **Reflexión.** Constituye la fase que cierra el ciclo y da paso a la elaboración del informe y posiblemente el replanteamiento del problema para iniciar un nuevo ciclo de la espiral autoreflexiva. Constituye uno de los momentos más importantes del proceso de investigación acción es una tarea que se realiza mientras persiste el estudio.

En la Tabla 2 se muestran el conjunto de actividades a realizar en el desarrollo del prototipo de SHA correspondiente a cada uno de los momentos de la investigación-acción antes descritos. Asimismo, se indican los capítulos o secciones donde está plasmado el desarrollo y descripción de dichas actividades.

Tabla 2:

**Actividades del Proyecto de acuerdo a la Metodología Investigación-Acción**

Momento	Actividades	Capítulos/Productos
<b>Planificación</b>	Investigar el estado del arte sobre los SHA, TAI e Interoperabilidad.	Capítulo II
	Investigar sobre los métodos que se utilizan para validar un TAI.	Capitulo II
	Determinar los requisitos del sistema.	Capítulo IV
	Seleccionar la metodología de desarrollo de software.	Capítulo III
	Realizar el plan de trabajo.	Capítulo IV
<b>Acción</b>	Generar el TAI utilizando un método de validación para comprobar Confiabilidad y Unidimensionalidad.	Capitulo IV
	Generar el modelo de diseño de acuerdo a la metodología de desarrollo de software seleccionada.	Capítulo IV
	Desarrollar el prototipo del sistema.	Software
<b>Observación</b>	Realizar y analizar las pruebas de funcionalidad y usabilidad	Capítulo IV
<b>Reflexión</b>	Presentar resultados y análisis de las pruebas	Capítulo IV Conclusiones
	Realizar sugerencias para futuras versiones.	Recomendaciones

Nota. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Metodología de Desarrollo de Software

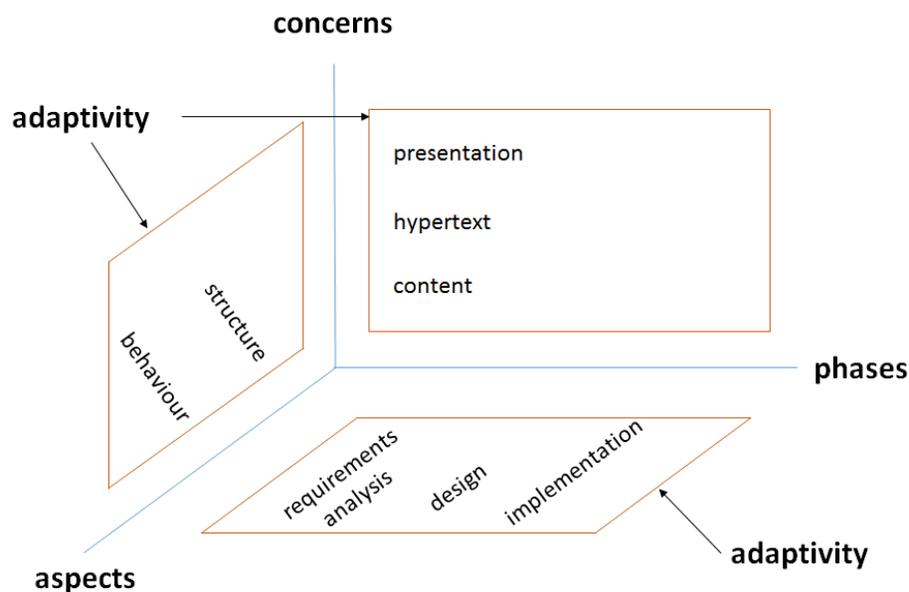
Para el desarrollo del software que cumpla con cada uno de los objetivos planteados en esta investigación, además tomando en cuenta los lineamientos descritos en la Ingeniería de Software de obtener un software confiable y eficiente, además que cumplas otras métricas de calidad, se seleccionará la metodología más adecuada tomando en cuenta el dominio de esta investigación.

### 3.2.2. UWE (UML – Based Web Engineering)

La propuesta de Ingeniería Web basada en UML definida por Koch (2010), es una metodología detallada en el proceso de autoría de aplicaciones con una definición exhaustiva del proceso de diseño que debe ser utilizado. Este proceso, iterativo e incremental, incluye flujos de trabajo y puntos de control, y sus fases coinciden con las propuesta del Proceso Unificado del Modelo.

UWE está especializada en la especificación de aplicaciones adaptativas, y por tanto hace hincapié en características de personalización, como es la definición de un modelo de usuario o una etapa de definición de características adaptativas de la navegación en función de preferencias, conocimientos o tareas de usuarios.

Otras características relevantes del proceso y método de autoría de UWE son el uso del paradigma orientado a objetos, su orientación al usuario, la definición de un meta-modelo (modelo de referencia) que da soporte al método y el grado de formalismo que alcanza debido al soporte que proporciona para la definición de restricciones sobre los modelos.



**Figura 5** Fases de UWE con los distintos puntos de vistas de la aplicación

**Nota.** Fuente: Koch, N. (2010). UML-based Web Engineering. Universität München. Almería: Cirquent GmbH.

### 3.2.1.1. Identificación de Requisitos

Fija los requisitos funcionales de la aplicación Web para reflejarlos en un modelo de casos de uso.

- **Modelo de Casos de uso:** Los diagramas de caso de uso se construyen con los elementos de UML: Actor y caso de uso. Los actores se utilizan para modelar los usuarios del sistema web. Los usuarios típicos de los sistemas web son: El usuario anónimo (llamado simplemente “usuario”), el usuario registrado, y el administrador del sistema. Los casos de uso son utilizados para visualizar las funcionalidades que el sistema provee.
- **Vista detallada de los Casos de uso:** Siguiendo el principio de uso de UML siempre que sea posible para la especificación, se refinan los requisitos con diagramas de actividad de UML. Para cada caso de uso no trivial se construye por lo menos un diagrama de actividades para el flujo principal de las tareas a realizar con el fin de proporcionar la funcionalidad indicada por el caso de uso correspondiente.

### 3.2.1.2. Diseño

Los modelos de análisis proporcionan la base para los modelos del diseño; en particular, el modelo de contenido de un sistema web.

- **Modelo de Contenido:** Es el modelo conceptual del dominio de la aplicación tomando en cuenta los requerimientos especificados en los casos de usos y es representado a través de un diagrama de clases; además con frecuencia también incluye entidades del dominio que se requieren para aplicaciones web personalizadas. Estas entidades constituyen el perfil de usuario o Modelo de Usuario.
- **Modelo de Navegación.** Basado en el análisis de requerimientos y el modelamiento de contenido, se define el Modelo de Navegación. Para la realización del modelo de navegación UWE utiliza los siguientes elementos:
  - **Clases de Navegación:** Representa nodos navegables de la estructura del hipertexto.
  - **Links de Navegación:** Muestran los enlaces entre las clases de navegación.
  - **Clase Menú:** Permite representar rutas de navegación alternativas.
  - **Primitivas de acceso:** Se usan para navegar hasta instancias múltiples de una clase de navegación con la clase index, o para seleccionar ítems con query.

- **Clases de Procesos:** Permiten representar la lógica de los procesos.
- **Modelo de Presentación:** El modelo de presentación provee una vista abstracta de la interfaz de usuario (IU) de una aplicación web. Está basado en el modelo de navegación y hace una abstracción de los aspectos concretos de la IU, como el uso de colores, fuentes y el sitio donde los elementos de la interfaz son colocados en el sitio. El modelo de presentación está compuesto por el siguiente elemento:
  - **Clase de presentación:** Están basados en los nodos del modelo de navegación, por ejemplo: Clases de navegación, menús, primitivas de acceso y clase de procesos. La clase de presentación está compuesto por los siguientes elementos:
    - Texto.
    - Ancla.
    - Botones.
    - Imágenes.
    - Formularios.
    - Colección de anclas.
- **Modelo de Adaptación:** Otro aspecto que es modelado en UWE es la adaptación. Los sistemas web personalizados y dependientes del contexto proporcionan al usuario información, enlaces o páginas adecuadas a las características del usuario. Hace especial hincapié en características de personalización, como es la definición de un modelo de usuario o una etapa de definición de características adaptativas de la navegación en función de las preferencias, conocimiento o tareas de usuario.

### 3.2.3 Descripción de la propuesta metodológica

Para el desarrollo del software se seleccionó UWE ya que está especializada en la especificación de aplicaciones adaptativas, y por tanto hace especial hincapié en características de personalización, como es la definición de un modelo de usuario o una etapa de definición de características adaptativas de la navegación en función de las preferencias, conocimiento o tareas de usuario. Sin embargo, el factor principal para su selección es que UWE apunta principalmente a facilitar la representación y modelación de las aplicaciones Web, a las cuales están vinculados sin duda alguna los SHA actualmente.

Además se ha decidido incorporar algunas técnicas de usabilidad descritas la metodología AgilUs, diseñada por Acosta (2011), con el fin de garantizar un diseño centrado en el usuario.

A continuación se describen las técnicas seleccionadas:

### **3.2.3.1 Tormentas de Ideas.**

Consiste en la generación de ideas por parte de un grupo multidisciplinario, liberando la mente para aceptar cualquier idea que se proponga, permitiendo, así, la libertad para la creatividad. En el caso del proceso de desarrollo de software, corresponde al equipo de desarrollo. El resultado de una sesión será un conjunto de buenas ideas, y un sentimiento general de haber resuelto el problema.

### **3.2.3.2. Guías de Estilos.**

Las guías de estilo para el diseño de interfaces de usuario resumen buenas prácticas y provee guías de bajo y alto nivel en el diseño de interfaces usables. La adopción de guías de estilo específicas se puede establecer como parte de los requerimientos no funcionales o requerimientos de usabilidad.

### **3.2.3.3. Prototipos ejecutables.**

La aplicación de la técnica de prototipaje consiste en la construcción de un modelo del sistema que se desarrolla. Esta técnica es fundamental en el desarrollo e implementación de los métodos descritos para la inspección y pruebas de un producto, debido a que, habitualmente, no se aplican al producto final, sino un prototipo del mismo con unas determinadas características.

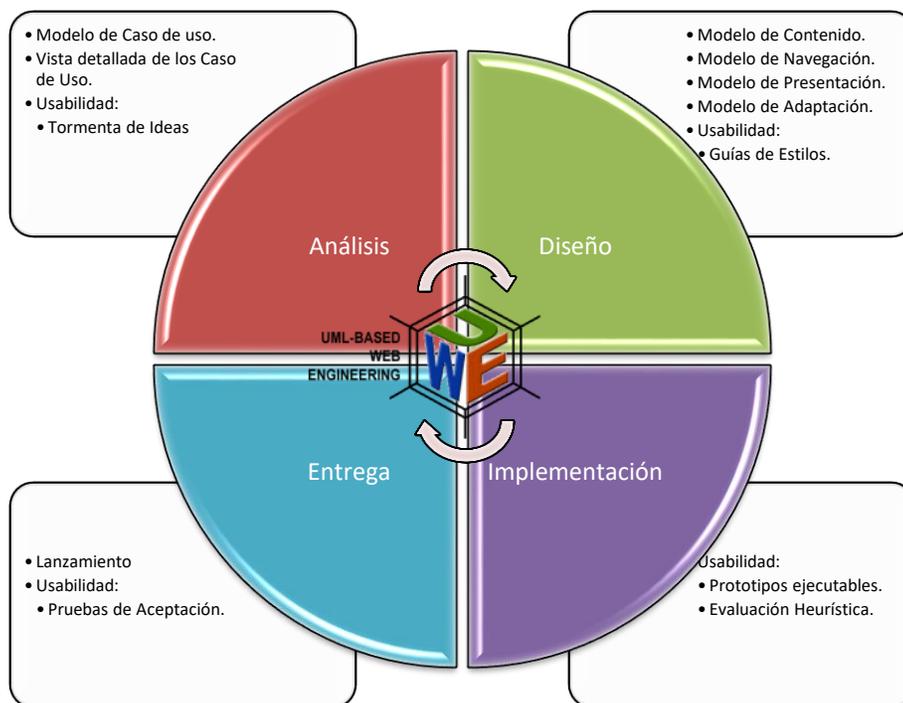
### **3.2.3.4. Evaluación Heurística.**

Es una técnica de inspección de usabilidad en la que los especialistas buscan problemas de usabilidad en la interfaz de usuario. Un grupo inspectores escudriñan la interfaz de usuario y evalúan cada uno de sus elementos ante una lista de principios o heurísticas, comúnmente aceptadas. Nielsen propone una lista de diez (10) heurísticas, resultando suficiente y aceptable para cualquier evaluación de diseño.

### 3.2.3.5. Pruebas de aceptación.

Las pruebas de aceptación conducidas por el cliente verifican que el sistema satisface los requerimientos funcionales y no funcionales. Estas pruebas las realiza el cliente. En general son básicamente pruebas funcionales, sobre el sistema completo, y buscan una cobertura de la especificación de requisitos y del manual del usuario; sin embargo, se pueden utilizar para verificar la satisfacción de los clientes en relación a los requerimientos no funcionales. Estas pruebas se realizan sobre el producto terminado e integrado o pudiera ser una versión del producto pactada previamente con el cliente.

En la siguiente figura se muestran los productos en cada fase de UWE junto a las técnicas de usabilidad antes mencionadas.



**Figura 6 Propuesta metodológica**

**Nota.** Fuente: Koch, N. (2010). UML-based Web Engineering. Universität München. Almería: Cirquent GmbH.

## **4. RESULTADOS**

Tomando en cuenta lo descrito en el Capítulo II y las propuestas metodológicas seleccionadas en el Capítulo III, se presentan las actividades realizadas y resultados obtenidos para el logro de los objetivos planteados en la presente investigación.

### **4.1. Fase de Análisis de Requisitos**

Para el correcto desarrollo de cualquier sistema es necesario identificar y definir las necesidades de los usuarios involucrados y las características del software; para esto, en primer lugar, se realizó una tormenta de ideas junto a algunas personas que laboran dentro del CNTI, se definió el objetivo del sistema (*Ver Fig. 7*), las características y tareas de cada tipo de usuario o rol involucrados mostrados en la Tabla 3. Luego se procedió al diseño genérico de la estructura del curso y de sus elementos y del modelo de usuario la cual va dirigido el SHA.

#### **4.1.1. Tormenta de Ideas**

El día 13 de Mayo de 2015 se llevó a cabo una reunión en el Centro Nacional de Tecnología (CNTI) ubicado en el antiguo edificio de Fondo Común en Caracas. Se dio lugar a la presentación del Proyecto de Investigación “Sistema Hipermedia Adaptativo para la Formación de Operadores de Interoperabilidad”, expuesto por el investigador de este proyecto junto algunas personas que laboran en el CNTI, entre ellas se encontraban: Lic. Lilia Sierra, Lic. Elizabeth Sierralta y la Lic. Alvis Useche.

La finalidad de esta reunión fue para determinar la factibilidad del proyecto y de formar alianzas de cooperación con el fin de culminar con éxito dicha investigación.

Una vez presentado este proyecto, las personas presentes dieron las siguientes acotaciones y compromisos:

- Aumentar el alcance del proyecto, no solo enfocar la investigación al operador de IO sino también a aquellos actores que laboran dentro de las instituciones públicas que serán participes en la implantación de la IO dentro de las organizaciones donde laboran.
- Facilitarán el/los contenido(s) con el fin de crear el Banco de Ítem.
- Convocarán a expertos en los temas definidos en los contenidos y realizar una reunión para estudiar en detalle cada pregunta definida en el banco de ítem, con el fin de:

- Verificar cada pregunta y determinar si está bien planteada, sino se modificara su estructura o se eliminara del banco de ítem.
- Definir por cada pregunta un nivel de dificultad.
- Luego de la evaluación de expertos, el personal presente del CNTI convocarán a un grupo de personas que será objeto de estudio para administrar el test y así obtener el modelo inicial que será instrumento primordial para determinar el nivel de habilidad de los operadores de IO y los actores.
- El sistema a desarrollar será un sistema web utilizando la técnica de diseño y desarrollo Responsive Web Design, con el fin de crear un sistema web que se adapte a la pantalla del usuario que está viéndolas. El Responsive Design se ha puesto muy de moda con el auge de la navegación móvil, pero va mucho más allá, se trata de webs con diseños inteligentes que facilitan la usabilidad de las webs en función de quien las observa. Siguiendo esta tendencia se utilizará Bootstrap como framework de CSS que fue creado por Twitter para simplificar el proceso de desarrollo Responsive Design.
- Java como lenguaje de programación por su robustez y por ser multiplataforma.
- Base de datos como MySQL o PostgreSQL, usando Hibernate como motor de persistencia de datos de código abierto

Luego, el día 28 de Mayo de 2015 se acordó otra reunión en el auditorium Mariana Souto de la Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología junto a la Comisión de la Especialización y la Lic. Elizabeth Sierralta y la Lic. Sandy Santiago personal del CNTI y se acordó tomar como usuarios solamente aquellos actores que laboran dentro de las organizaciones públicas que tengan perfil como administrador y desarrollador de sistemas y no considerar a los operadores de IO dentro de la investigación. En este sentido, el modelo de usuario a definir en el SHA será en base a estos actores; por otra parte, se realiza un cambio en el título del proyecto y el objetivo general definido en esta investigación en base a los usuarios seleccionado.

Una vez aclarados todos los puntos, se definió el objetivo del sistema mostrado a continuación

## **SISTEMA HIPERMEDIA ADAPTATIVO**

El Sistema Hipermedia Adaptativo aplicando la Técnica de los Test Adaptativo Informatizados tiene como objetivo principal capacitar a los administradores de sistemas y desarrolladores de sistemas, mostrándole las preguntas más adecuadas a su nivel de conocimiento. Asimismo, permite al personal del CNTI diagnosticar los posibles problemas generados en estas evaluaciones y darle solución con el fin de que estos usuarios puedan aplicar e implementar de manera efectiva la IO dentro de las organizaciones donde laboran y así cumplir los artículos 16 y 17 de la Ley de Infogobierno.

### **Figura 7 Objetivo del SHA**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Además se definió cada uno de los tipos de usuarios involucrados, mostrados a continuación:

Tabla 3:

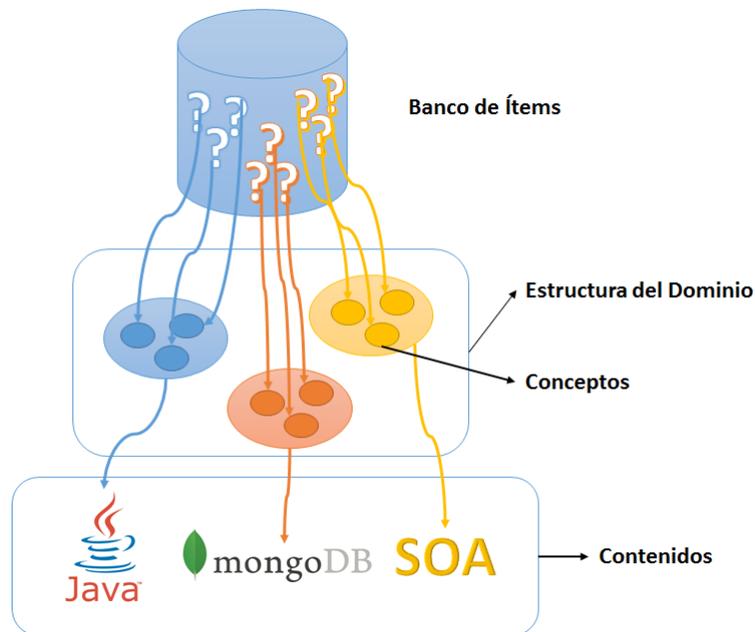
**Descripción de los Usuarios del Sistema**

Usuario	Descripción	Tareas que realiza				
Administrador 	Se encarga de registrar a los distintos usuarios que utilizarán el sistema, además se encarga de registrar los contenidos para aplicar el TAI.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registrar usuario.</li> <li>• Registrar contenido.</li> <li>• Visualizar rendimiento de los usuarios que presentaron el TAI.</li> <li>• Registrar Banco de Ítems.</li> </ul>				
Administrador de Sistema 	Estos usuarios también llamados usuarios finales según la Ley de Infogobierno ayudarán con sus tareas a promover la IO dentro de las organizaciones donde laboran. Estos usuarios presentarán la evaluación a través del cuestionario (banco de ítem) de acuerdo a su nivel de conocimiento o habilidad. De acuerdo al resultado obtenido en su nivel de habilidad, el sistema decidirá si mostrar contenido o no.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar auto evaluaciones.</li> <li>• Visualizar rendimiento.</li> </ul>				
Desarrollador de Sistema 			Expertos 	Este usuario estudiara el contenido del banco de ítem y de acuerdo a su experiencia este modifica o elimina un ítem del banco; así como también, le asignará un nivel de dificultad a cada una de ellos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar banco de ítem.</li> <li>• Asignar nivel de dificultad a cada ítem.</li> </ul>	Estudiantes 
Expertos 	Este usuario estudiara el contenido del banco de ítem y de acuerdo a su experiencia este modifica o elimina un ítem del banco; así como también, le asignará un nivel de dificultad a cada una de ellos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar banco de ítem.</li> <li>• Asignar nivel de dificultad a cada ítem.</li> </ul>				
Estudiantes 	Estos usuarios serán los responsables de realizar el test para poder calibrar el banco de ítems y así obtener el modelo inicial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar test.</li> </ul>				

Nota. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2. Diseño del modelo de dominio

En el caso del sistema propuesto, los elementos que forman parte del modelo del dominio son los conceptos y preguntas definidos en el banco de ítems. Las preguntas están asociada a uno o varios conceptos; en este sentido, la estructura del dominio del conocimiento que más se asemeja a este modelo es el de Grafos de Conceptos. En la siguiente figura se muestra como está estructurado el modelo del dominio del sistema



**Figura 8 Representación del modelo de dominio**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los elementos generales que conforman el modelo de dominio son los siguientes:

- Banco de Ítems: Está compuesto por el conjunto de preguntas para determinar el nivel de conocimiento o habilidad de los administradores y desarrolladores de sistemas.
- Contenidos: Son todos aquellos documentos, imágenes, videos, entre otros, que están relacionados a los conceptos del curso.
- Estructura del dominio: Contiene el conjunto de conceptos relacionados con cada tema definido en los contenidos a evaluar.

#### 4.1.3. Diseño del modelo de usuario

El modelo que mejor se ajusta en el sistema propuesto es el modelo superpuesto ya que se calcula el nivel de conocimiento del desarrollador o administrador del sistema para cada contenido definido en el modelo de dominio. Para comenzar, según lo expresa López-Cuadrado (2008), el sistema elige al azar un nivel de conocimiento entre  $-0.5$  y  $+0.5$ , algo usual cuando se piensa aplicar el test en contextos en los que no se tiene información previa sobre el nivel de habilidad de los evaluados. El propio test adaptativo ya irá ajustando la estimación de conocimiento inicial hacia su valor real.

#### 4.1.4. Modelo de Caso de Uso

En primer lugar se han detallado algunos de los requisitos no funcionales del sistema, mostrados a continuación:

- El sistema debe visualizarse correctamente en los distintos navegadores.
- Debe ser sencillo de utilizar.
- Disponer de una ayuda, tanto para el uso como para la instalación del sistema.
- Emplear imágenes intuitivas para que el usuario reconozca a simple vista las acciones a realizar.
- La presentación de las preguntas debe ser de forma intuitiva para no influir en el rendimiento de los evaluados.

Para el modelado de casos de uso se ha seguido el ejemplo tutorial para aplicaciones adaptativas “*Philoponella*” del sitio web de UWE<sup>2</sup>, usando además la extensión UWEprofile de la herramienta MagicDraw UML para la representación de distintos casos de usos a través de los estereotipos que provee la extensión (Ver Anexo A).

Además, para una representación más detallada de las actividades del usuario y las respuestas del sistema a dichas actividades, se han representado en cada diagrama de caso de uso dos vistas: uno con las actividades del usuario y otro con las actividades del sistema.

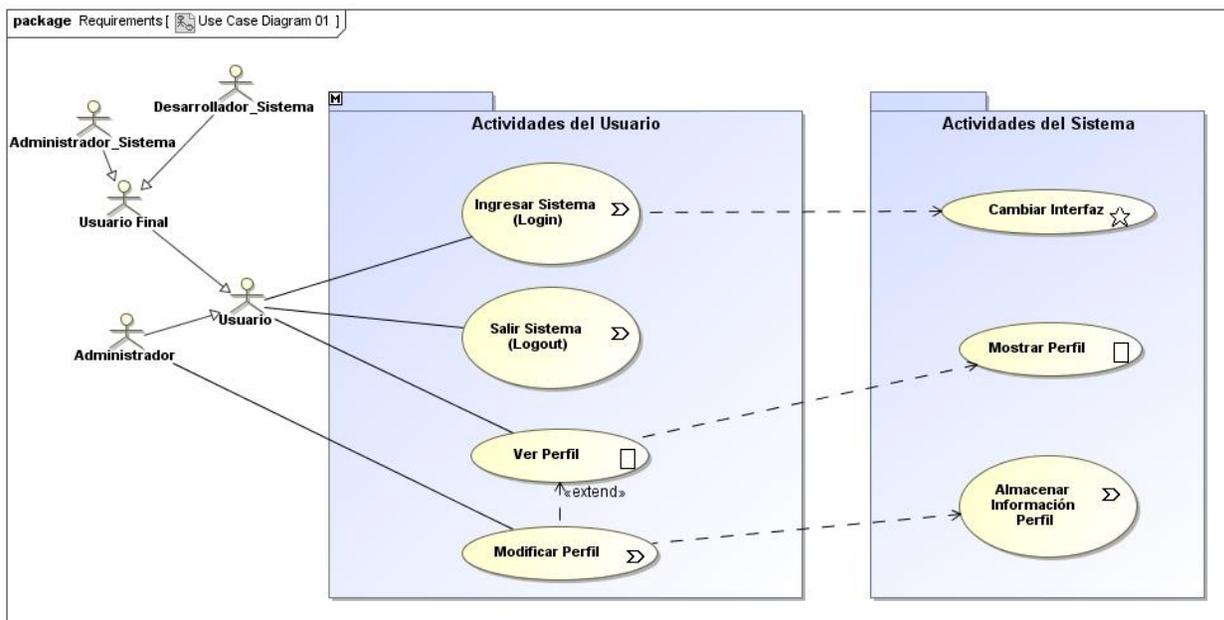
- Caso de uso del usuario registrado: Los usuarios registrados pueden ingresar al sistema a través de un login y contraseña y visualizar su perfil de usuario (Ver Fig. 9).
- Caso de uso del administrador: Este rol puede administrar el acceso a otros usuarios dentro del sistema, visualizar y registrar los contenidos que se utilizaran en los TAI a los

---

<sup>2</sup> <http://uwe.pst.ifi.lmu.de/examplePhiloponella.html>

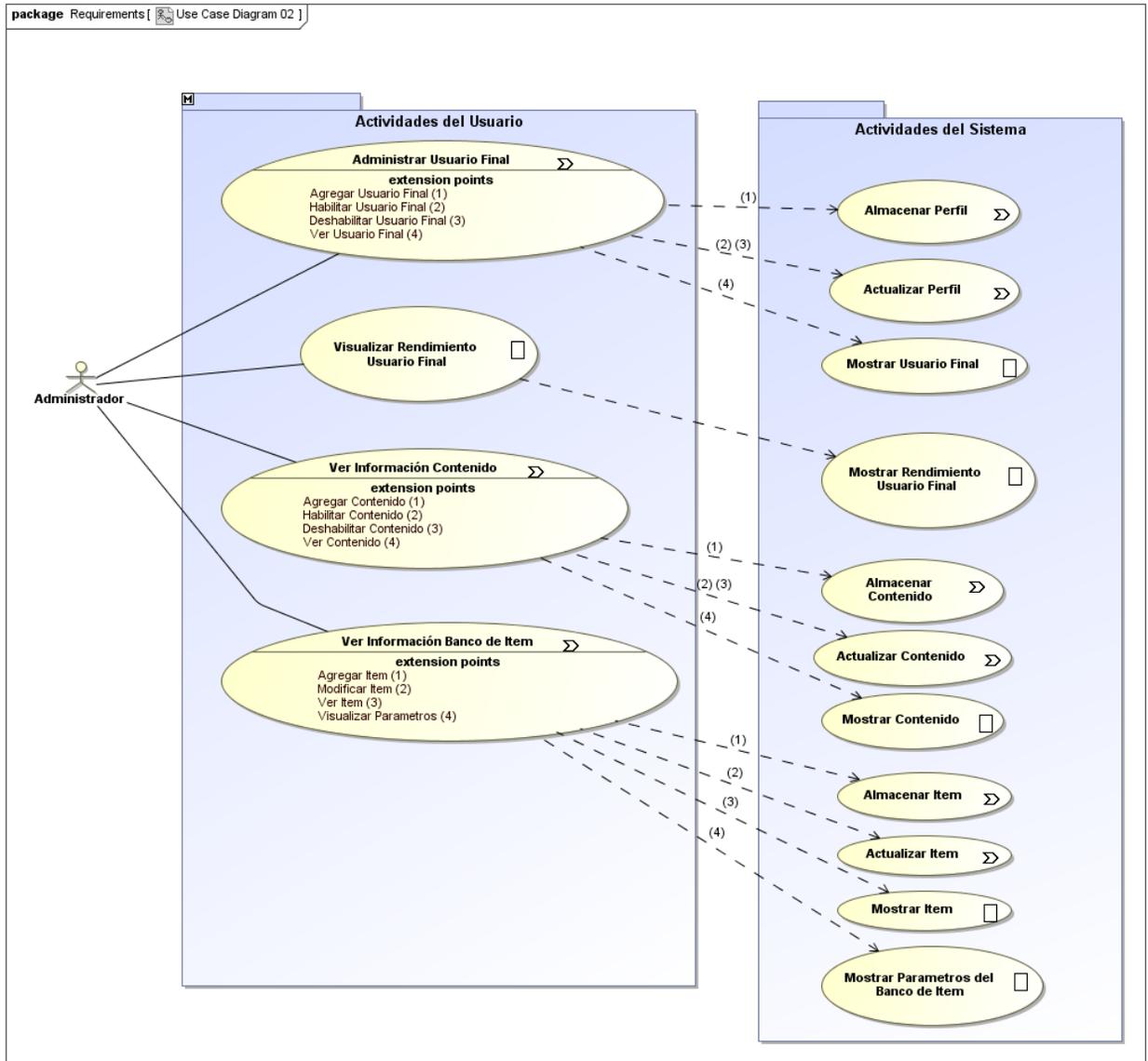
evaluados, ver el rendimiento de cada evaluado cuando presenta un TAI y por último visualizar y registrar las preguntas del banco de ítem (Ver Fig. 10).

- Caso de uso del usuario final: Tanto los administradores como los desarrolladores de sistemas realizan la evaluación mediante los TAI y pueden ver el rendimiento que tuvieron en éste (Ver Fig. 11).
- Caso de uso del experto: Evalúan el banco de ítem para determinar si están bien formadas o redactadas las preguntas y asignarle a cada una de ellas un nivel de dificultad (Ver Fig. 12).
- Caso de uso del estudiante: La única función que tiene el/los estudiante(s) es de presentar el test y así obtener el modelo inicial que se utilizará como base de información a la hora de que el usuario final realicen sus evaluaciones (Ver Fig. 13).



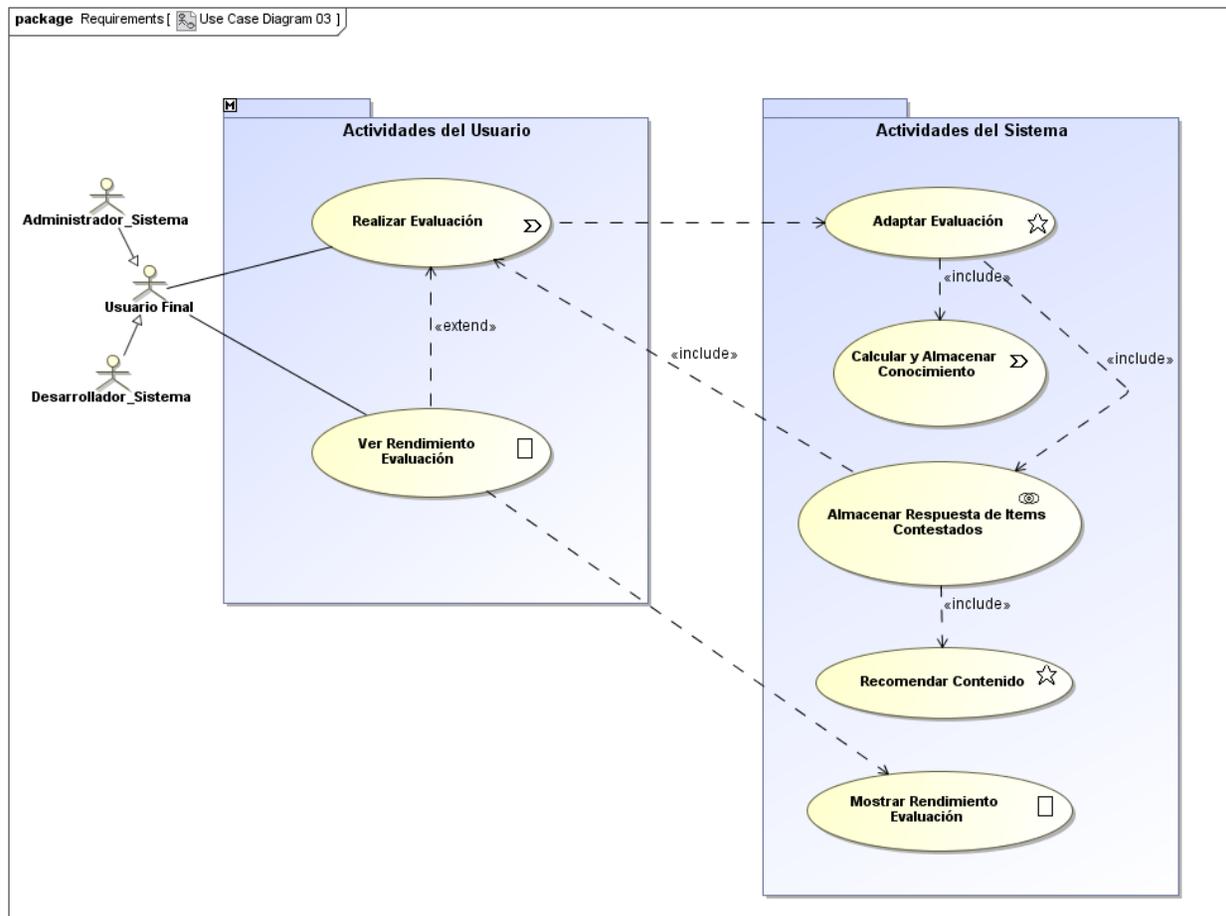
**Figura 9** Caso de uso del usuario registrado

Nota. Fuente: Elaboración propia.



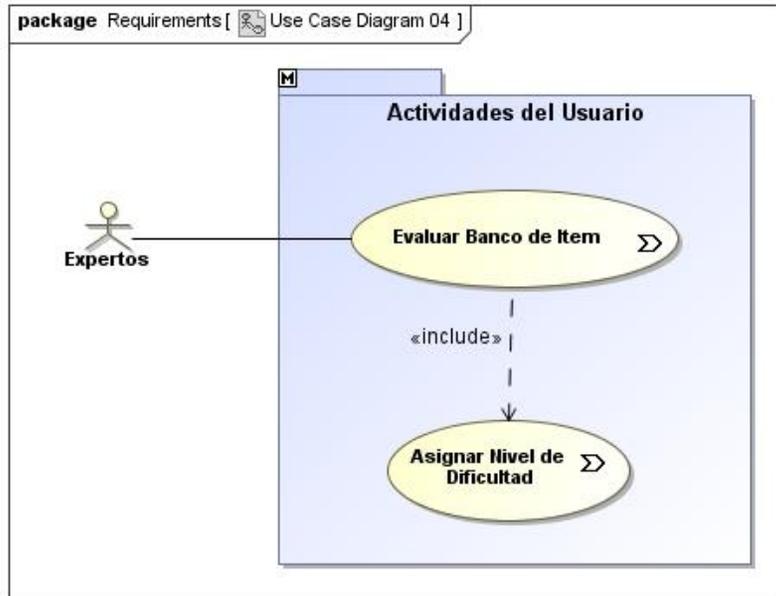
**Figura 10** Caso de uso del administrador

Nota. Fuente: Elaboración propia.



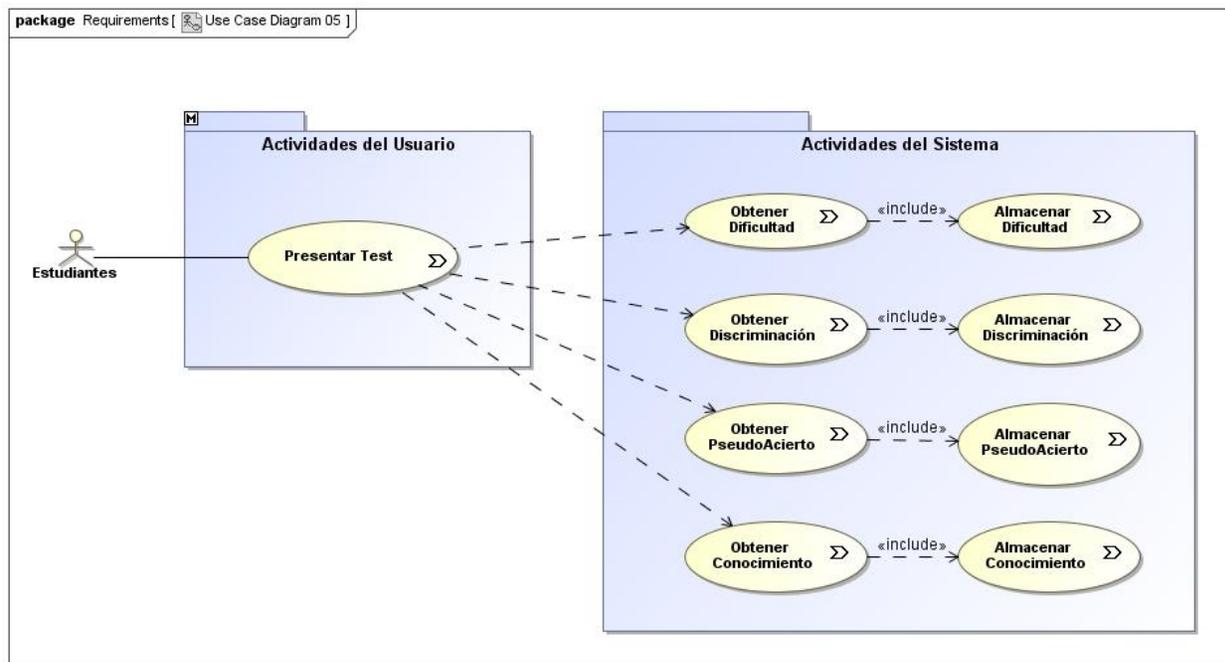
**Figura 11** Caso de uso del usuario final

Nota. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 12** Caso de uso del experto

Nota. Fuente: Elaboración propia.



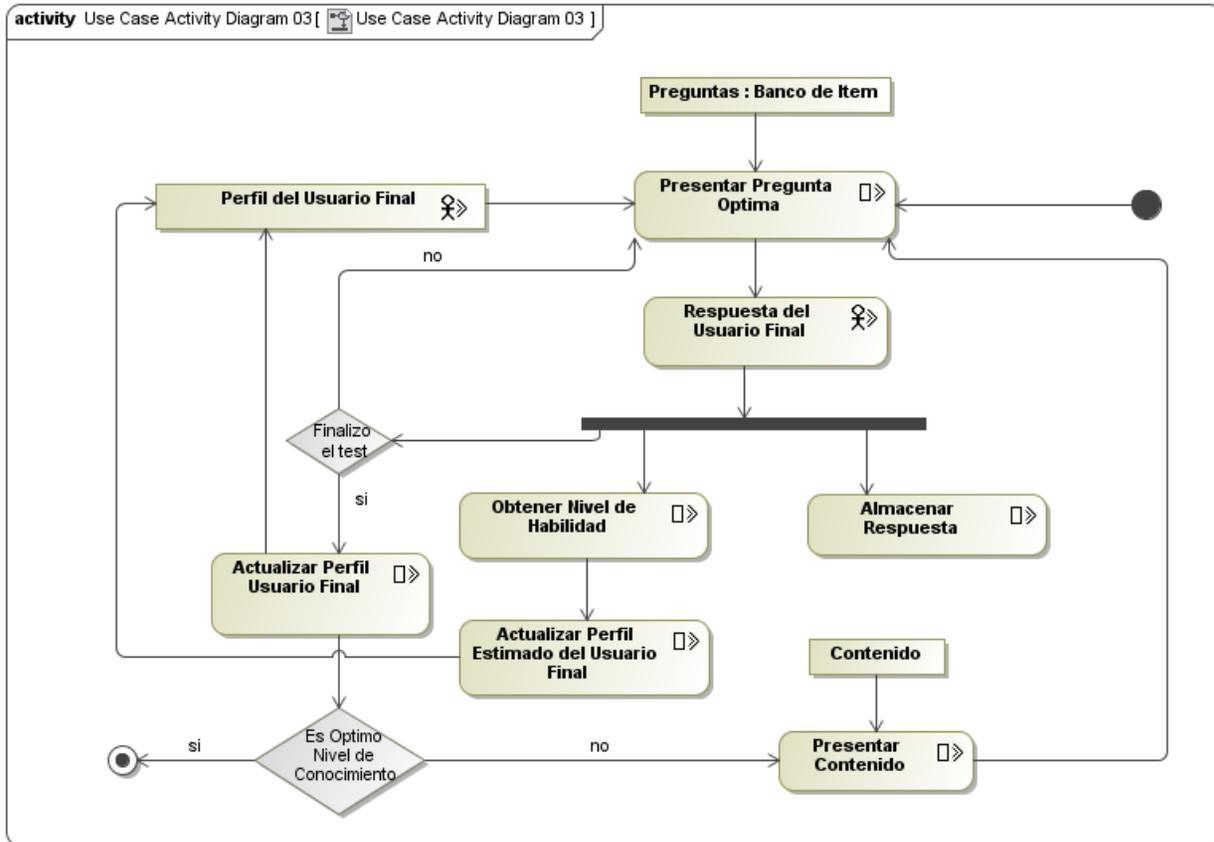
**Figura 13** Caso de uso de los estudiantes

Nota. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.5. Vista detallada de los casos de uso

Se han detallado los casos de usos más complejos del sistema a partir de diagramas de actividad, y los menos complejos a partir de una breve descripción (Ver Anexo B).

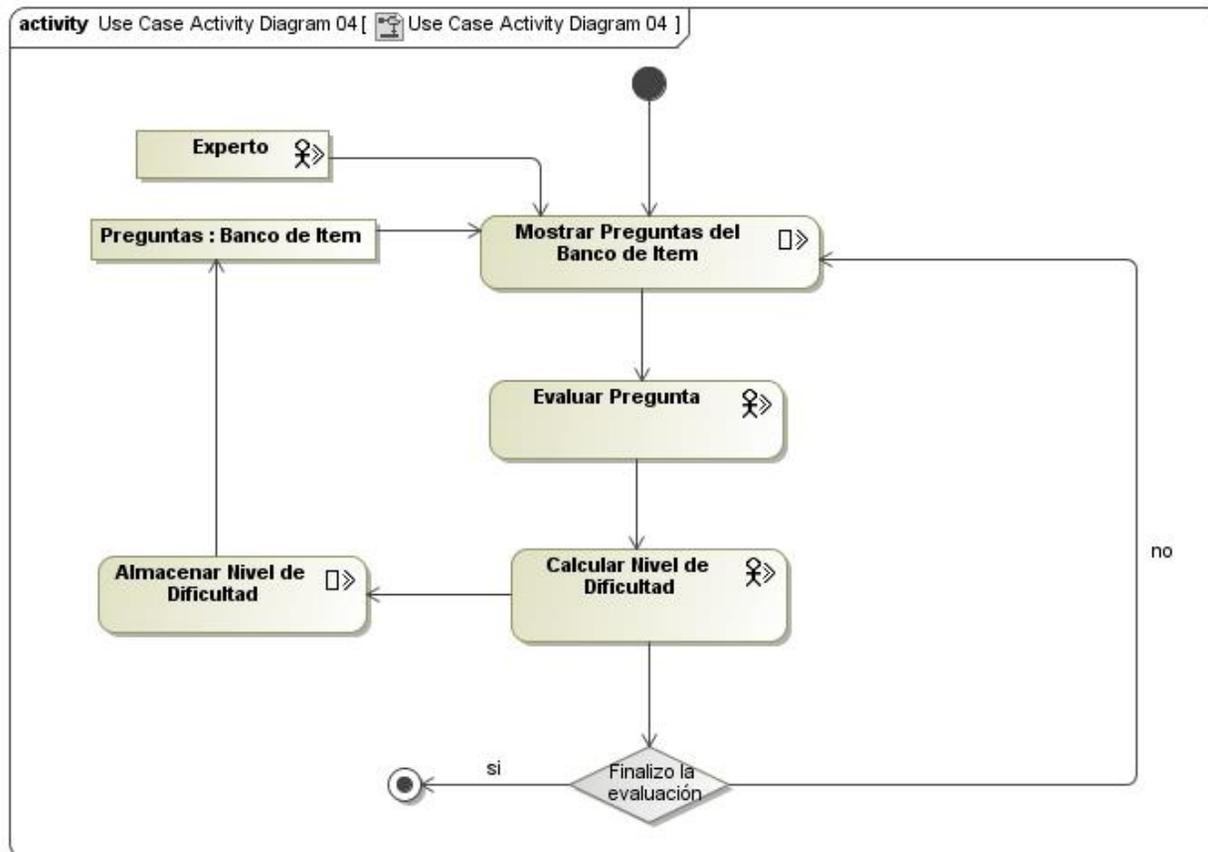
- Diagrama de Actividad del caso de Uso Realizar Evaluación (*Ver Fig. 14*): A través de un banco de ítems y de un nivel de conocimiento inicial seleccionado al azar por el sistema entre  $-0.5$  y  $+0.5$ , se le presenta al evaluado la pregunta que aporte más información en el intervalo del nivel de conocimiento  $\theta$  definido, el evaluado da una respuesta, dependiendo de la respuesta dada (correcta o incorrecta) se calcula un nuevo nivel de conocimiento estimado y se actualiza el perfil de usuario, paralelo a esto se almacena la respuesta proporcionada por el usuario final. De acuerdo a la condición de parada seleccionada, se verifica si el usuario finalizó o no el test, si no ha finalizado se le vuelve a presentar una pregunta de acuerdo al nuevo nivel de habilidad estimado; sino, se calcula el nivel de habilidad final o el rendimiento que tuvo durante todo el test. Si este nivel de habilidad es óptimo ya el usuario está en condiciones de ejercer sus tareas de acuerdo al tema que estaba definido el test, si por el contrario el nivel de habilidad es bajo, el sistema le muestra una serie de contenidos relacionados al tema que estaba definido en el test con el fin de que el evaluado mejore sus conocimientos y vuelva a presentar el test con el último nivel de habilidad de la iteración anterior.



**Figura 14 Diagrama de Actividad del caso de Uso Realizar Evaluación**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

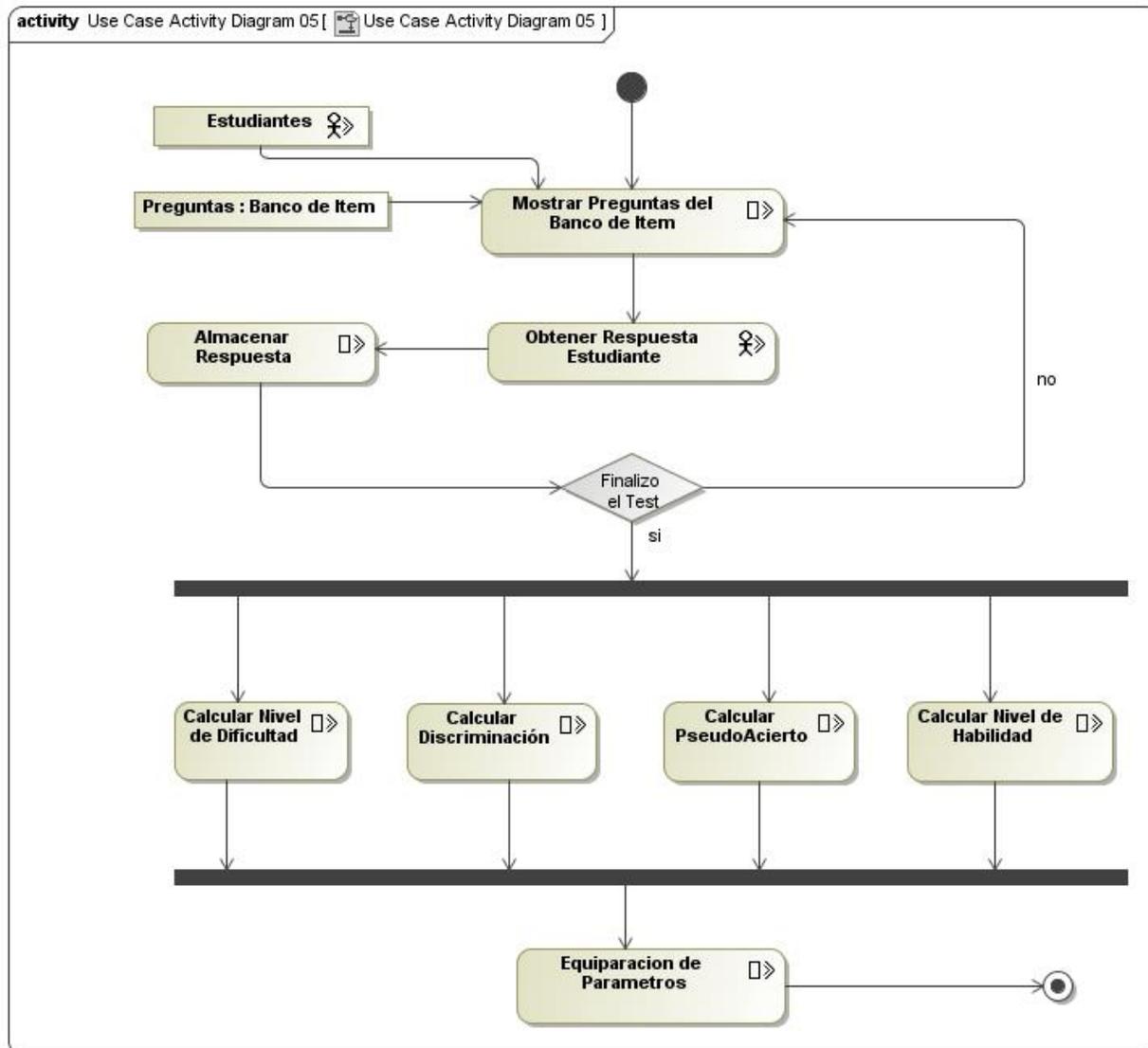
- Diagrama de Actividad del caso de Uso Evaluar Banco de Ítem (Ver Fig. 15): Una de las estrategias utilizadas para la estimación de parámetros del banco de ítem es la evaluación de expertos en el tema definido en el banco. El experto evalúa la sintaxis de la pregunta para modificarla o eliminarla de acuerdo a sus conocimientos, si la pregunta se mantiene en el banco, el experto le asigna un nivel de habilidad actualizando así el banco de ítem para esa pregunta estudiada.



**Figura 15 Diagrama de Actividad del caso de Uso Evaluar Banco de Ítem**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

- Diagrama de Actividad del caso de Uso Evaluar Banco de Ítem (Ver Fig. 16): La segunda estrategia a utilizar para la estimación de parámetros del banco de ítems es que estudiantes que tengan conocimiento respecto al tema a evaluar puedan realizar el test para así obtener un modelo inicial que será base para la administración del test a los usuarios finales. Se le presenta al estudiante una pregunta del banco, éste la responde y el sistema almacena la respuesta dada (correcto o incorrecto), si finalizo el test a través de un sistema estadístico y en base a las respuesta dadas por los estudiantes se obtienen por cada pregunta el nivel de dificultad, nivel de discriminación, pseudoacierto y nivel de conocimiento.



**Figura 16 Diagrama de Actividad del caso de Uso Evaluar Banco de Ítem**

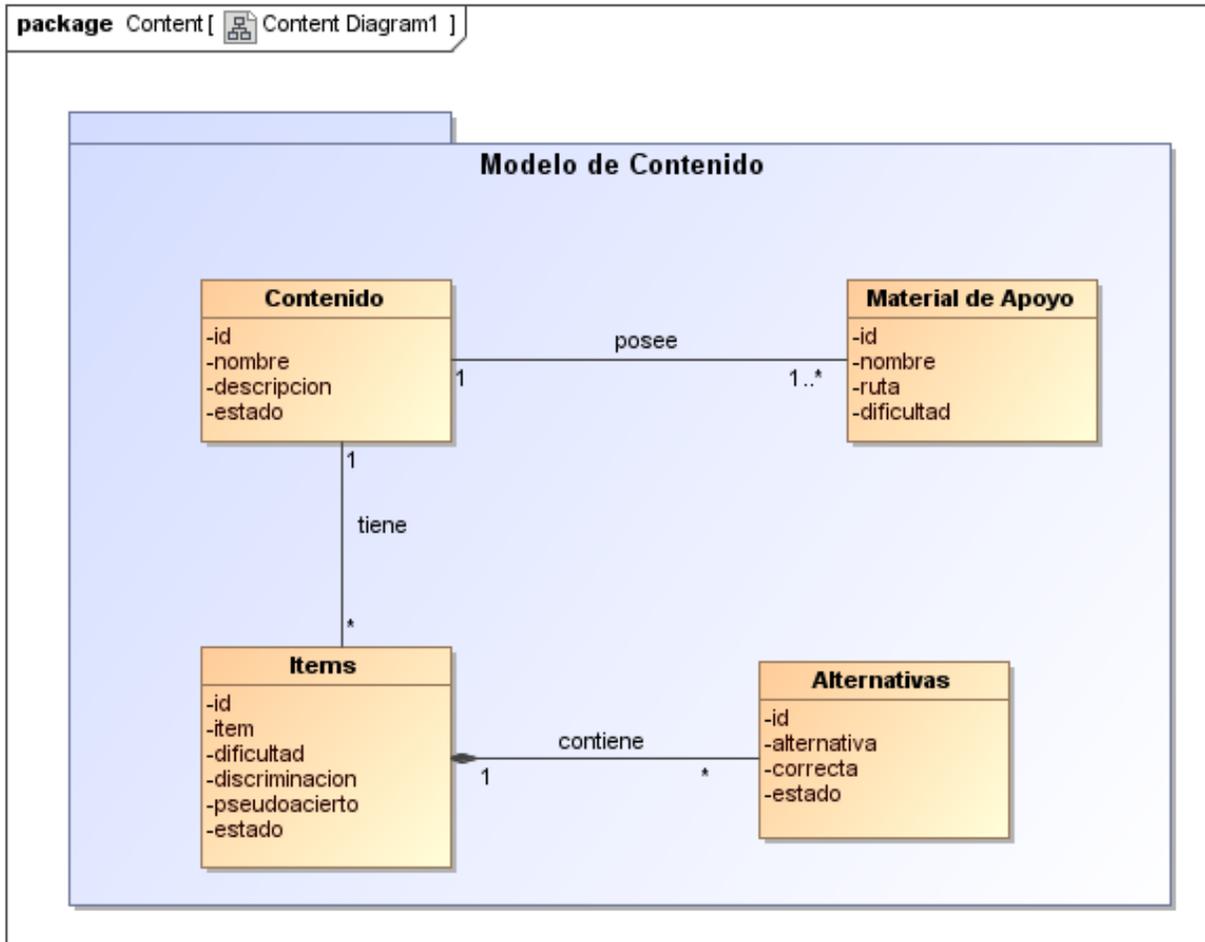
Nota. Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. Fase de Diseño

### 4.2.1. Modelo de Contenido y Modelo de Usuario

Para una mejor representación de estos dos modelos, se han realizado dos diagramas: Uno representando los elementos del modelo de contenido (Ver Fig. 17) y otro para representar la relación entre el modelo de contenido y el modelo de dominio (Ver Fig. 18).

- Modelo de Contenido:** En la figura 17 se puede observar que hay una serie de contenidos, cada uno de estos pueden tener uno o más material de apoyo tomando en cuenta el nivel de dificultad. Por otra parte, estos contenidos presentan una serie de ítems; es decir, las preguntas que se utilizarán para determinar el nivel de conocimiento del usuario y por último, cada uno de estos ítems pueden tener más de una alternativa la cual una de ese conjunto es correcta.

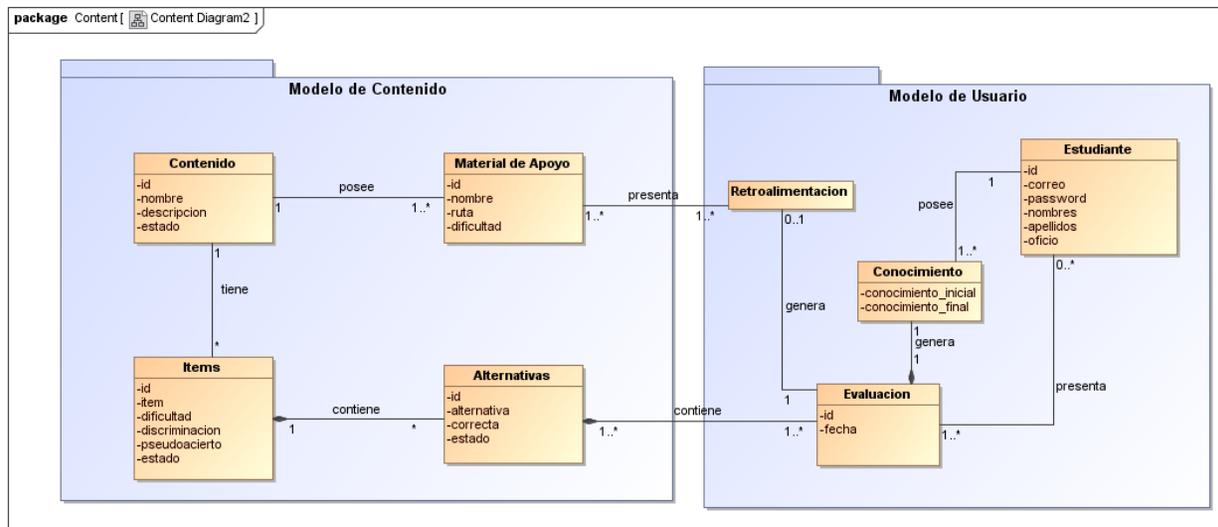


**Figura 17 Elementos del modelo de contenido**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

- Modelo de Usuario:** En la figura 18 se puede apreciar que cada estudiante se le asigna por cada test que vaya a presentar un nivel de conocimiento inicial comprendido entre  $[-0.5, +0.5]$ . Este conocimiento se va actualizando por cada pregunta contestada ya sea de forma correcta o incorrecta. Al finalizar el test se genera una retroalimentación

tomando en cuenta el nivel de conocimiento obtenido. Esta retroalimentación puede ser un conjunto de material de apoyo (documentos, imágenes, etc.).



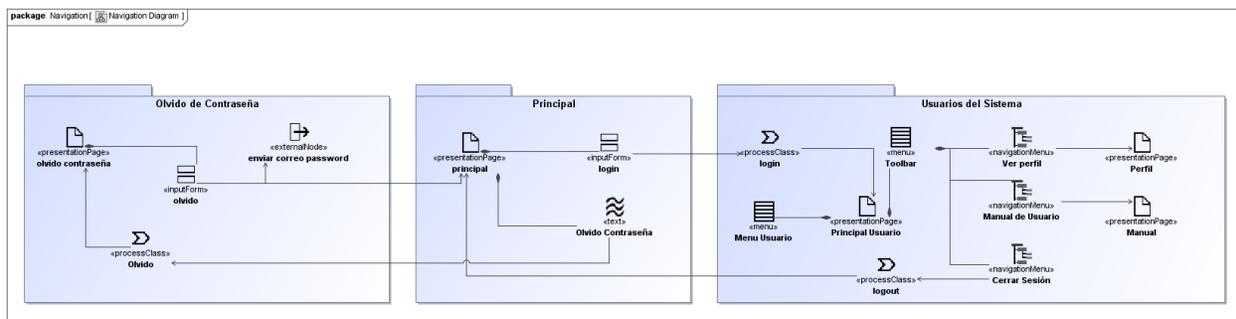
**Figura 18 Relación entre el Modelo de Contenido y Modelo de Usuario**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2. Modelo de Navegación

En la figura 19 se puede observar el modelo de navegación de todas las funcionalidades presentes en todos los usuarios sin importar el rol. Las siguientes funcionalidades son mencionadas a continuación:

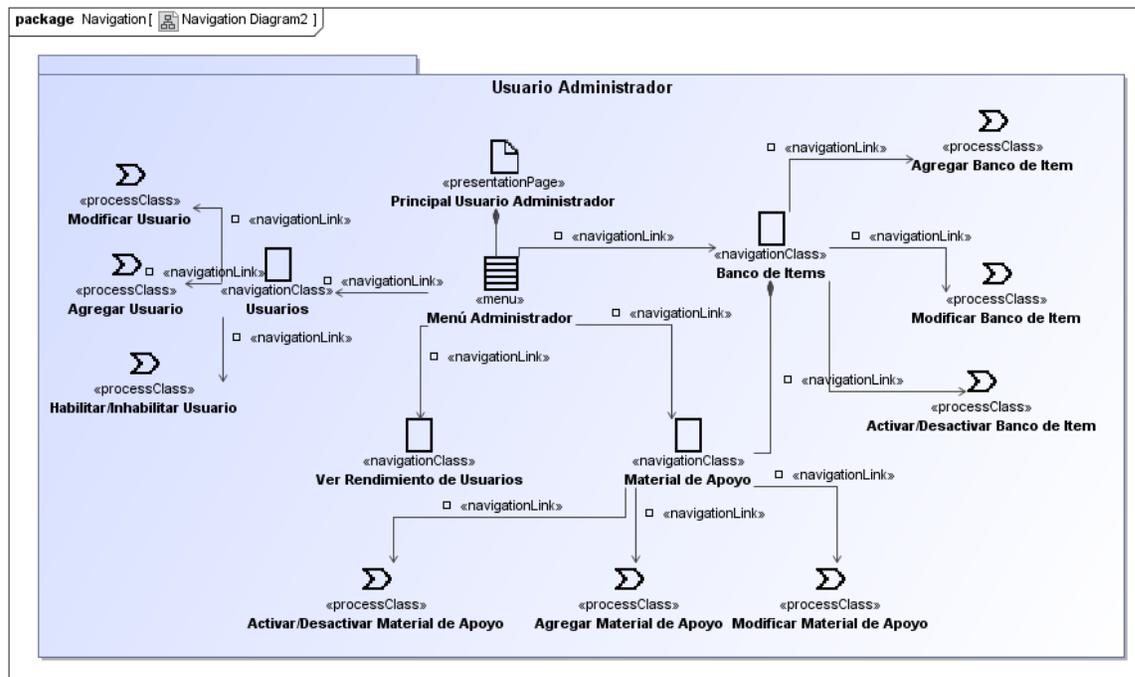
- En la página principal contiene un formulario para poder iniciar sesión, este formulario consta de dos campos de texto donde el usuario colocara como login el correo electrónico y el password que el creo. Por otra parte, se presenta la opción de Olvido contraseña?, al hacer click en esta opción se le enviara un correo electrónico al usuario con una clave provisional, luego al iniciar sesión con esta clave, el sistema solicitará al usuario cambiar dicha clave por otra de su preferencia.
- Luego de iniciar sesión abrirá una página dándole la bienvenida al usuario, todas las páginas contendrá un toolbar con las siguientes opciones: Ver Perfil, Manual de Usuario y Cerrar Sesión. Por otra parte en la parte izquierda de cada página tendrá un menú con las secciones que el usuario dependiendo del rol puede visitar.



**Figura 19 Modelo de Navegación del Usuario General**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

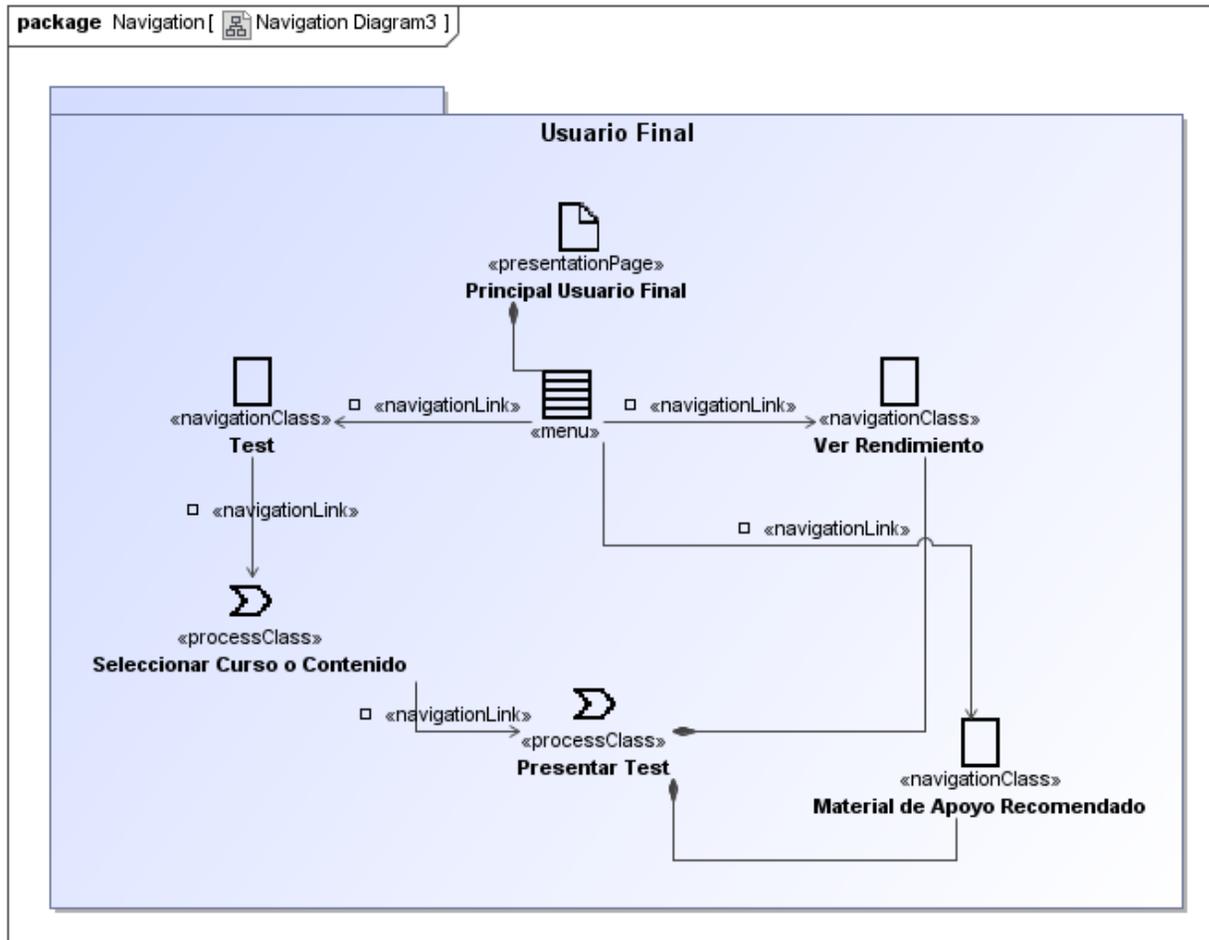
- **Navegación del Administrador:** El administrador del sistema tiene distintas opciones dentro del sistema, en la cual consisten en:
  - Agregar o registrar usuarios.
  - Modificar la información de los usuarios registrados.
  - Habilitar e Inhabilitar Usuarios.
  - Ver el rendimiento que tuvieron los usuarios al presentar un test.
  - Agregar Material de Apoyo.
  - Modificar Material de Apoyo.
  - Activar y Desactivar los materiales de apoyo registrados.
  - Crear Banco de Ítems.
  - Modificar Banco de Ítems.
  - Activar y Desactivar los Bancos de Ítems ya registrados.



**Figura 20 Modelo de Navegación del Usuario Administrador**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

- **Navegación del Usuario Final:** El usuario final tienen distintas opciones dentro del sistema, en la cual consisten en:
  - Presentar test.
  - Ver el rendimiento obtenido al presentar un test.
  - Presentar el material de apoyo de acuerdo al test presentado siempre y cuando éste haya obtenido un nivel de conocimiento bajo o intermedio.



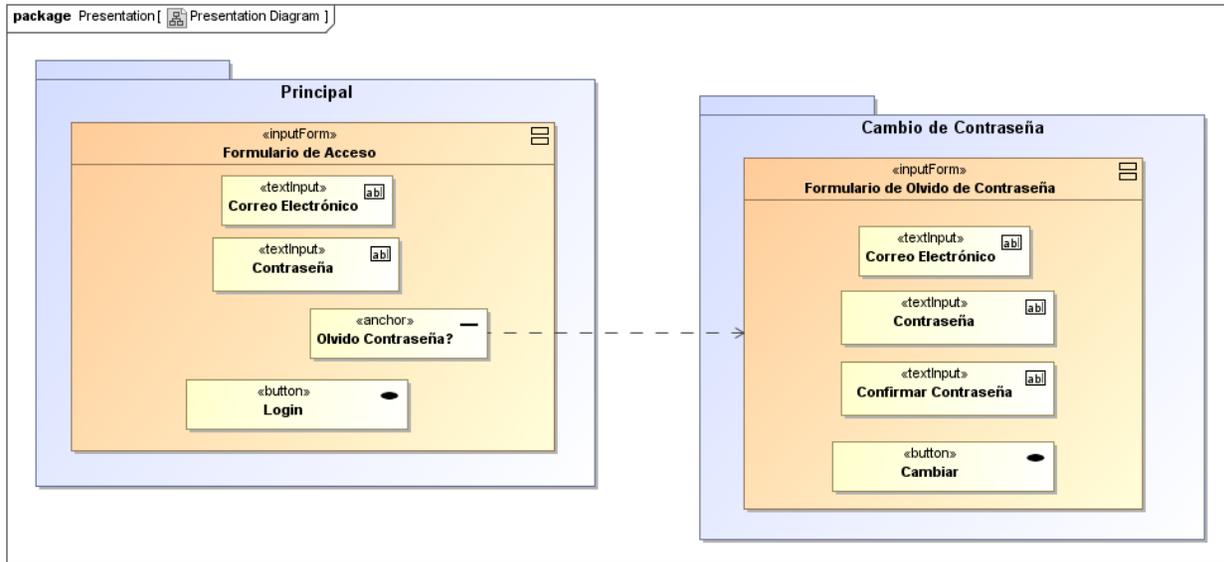
**Figura 21 Modelo de Navegación del Usuario Final**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

### 4.2.3. Modelo de Presentación

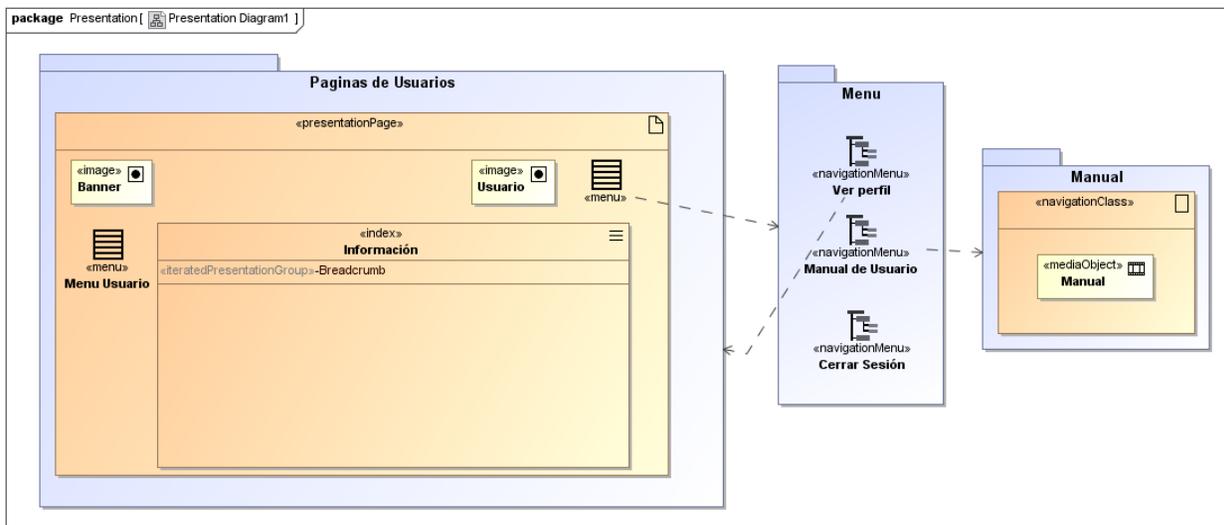
Una ventaja del modelo de presentación es que es independiente de las técnicas usadas para implementar el sitio Web, al tiempo que permite a los involucrados discutir el grado de idoneidad de la presentación antes de implementarla.

En la figura 22 se muestra la presentación de la página principal y la página que se muestra cuando un usuario intenta recuperar su contraseña y en la figura 23 se muestra la página de acceso genérica para todos los usuarios, sin importar si son administradores o usuarios finales. Los modelos de presentación aquí propuestos sirven como bosquejo inicial de la estructura y de los elementos que forman parte de la interfaz.



**Figura 22** Modelo de presentación de la página principal y de la página de olvido de contraseña

Nota. Fuente: Elaboración propia.



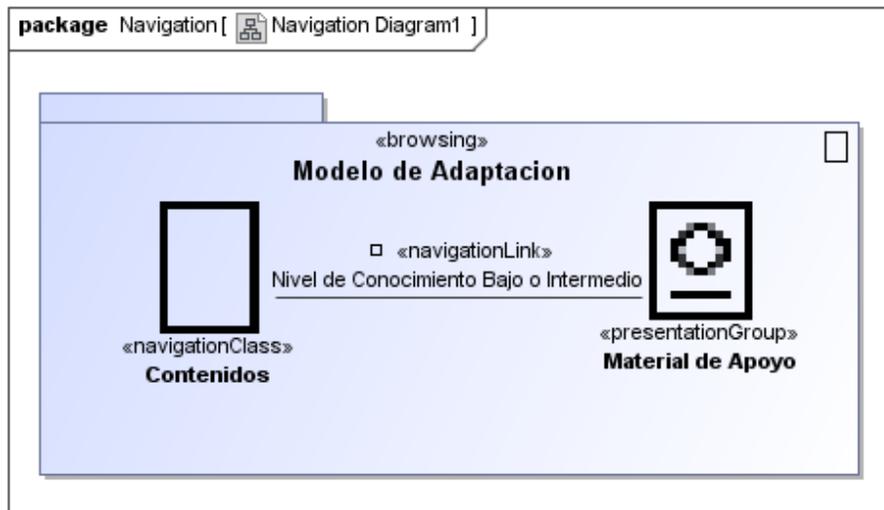
**Figura 23** Modelo de presentación de la página de acceso a todos los usuarios

Nota. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.4. Modelo de Adaptación

En la figura 24 se establece que si el nivel de conocimiento del usuario es bajo o intermedio, entonces se establece un link entre el material del Contenido cuyo nivel de conocimiento es bajo

o intermedio. El sistema recomendará el material de apoyo relacionado a un contenido en base al nivel de conocimiento obtenido por el usuario.



**Figura 24 Modelo de Adaptación**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.4.1. Diseño del algoritmo de adaptación

Para el diseño del algoritmo de adaptación, se ha decidido trabajar con la TRI (ver Capítulo II, sección 2.5), ya que permite tomar en cuenta las propiedades psicométricas de las preguntas, como por ejemplo el nivel de dificultad, discriminación y pseudoacierto. A continuación se mencionan cada una de las actividades realizadas para la implementación del algoritmo de adaptación.

##### 1. Diseño del Banco de Ítems.

En la elaboración del banco de ítems se seleccionó el tema Programación Orientado a Objetos como parte de los cursos de Java que implanta el CNTI y así evaluar el nivel de habilidad que tendrán los desarrolladores y administradores de sistema en este paradigma de programación. Para la implantación correcta y exitosa de la Interoperabilidad, todo profesional en el área de la Ingeniería de Software debe ser capaz de utilizar las herramientas correctas para diseñar y/o construir software sostenible, mantenibles y usables con el fin de que estos sistemas sean competitivos en el mercado. En base a lo anteriormente descrito, surge el paradigma orientado objeto con el fin de cumplir con las características antes mencionadas.

Las ventajas de utilizar el paradigma orientado a objeto son numerosas y cada una de ellas aporta un valor significativo, a continuación se mencionarán algunas ventajas de utilizar dicho paradigma:

- Reusabilidad. Cuando se ha diseñado adecuadamente las clases, se pueden usar en distintas partes del programa y en numerosos proyectos.
- Mantenibilidad. Debido a la sencillez para abstraer el problema, los programas orientados a objetos son más sencillos de leer y comprender, pues permiten ocultar detalles de implementación dejando visibles sólo aquellos detalles más relevantes.
- Modificabilidad. La facilidad de añadir, suprimir o modificar nuevos objetos permiten hacer modificaciones de una forma muy sencilla.
- Fiabilidad. Al dividir el problema en partes más pequeñas se pueden probar de manera independiente y aislar mucho más fácilmente los posibles errores que puedan surgir.

El banco de ítems diseñado consta de 100 preguntas, cada una de ellas dicotómicas (una sola opción verdadera), teniendo hasta tres opciones distractoras (opciones incorrectas). Para visualizar el banco de ítems diseñado pueden ir al Anexo C.

## **2. Administración de los Ítems.**

Para hacer la administración de los ítems lo más parecido a la aplicación final de los TAI, y también aprovechar las características de las computadoras y la web, se ha utilizado un sistema en la Web llamado E-encuesta<sup>3</sup>. E-encuesta es un servicio online que permite organizar y llevar a cabo encuestas con plantillas editables o desde cero, acceder a los resultados gráficos en tiempo real, además de estar online cualquier persona desde el lugar que se encuentre y con conexión a internet puede acceder a él sin problemas.

Los ítems dentro de E-Encuesta se presentaron en grupos de 20 preguntas por páginas, esto con el fin de no saturar de información a los usuarios que ingresaban al sistema online para contestar las preguntas.

---

<sup>3</sup> <http://www.e-encuesta.com/home/>

El link<sup>4</sup> proporcionado por E-Encuesta para acceder al cuestionario fue enviado vía correo electrónico además de ser publicado en varias redes sociales como Twitter y Facebook con el fin de que la información sea llegada a un grupo numeroso de usuarios.

Un total de 50 personas ingresaron al cuestionario, obteniendo los siguientes resultados por cada pregunta o ítem presentados en la Figura 25:



**Figura 25 Porcentaje de Acierto y Fallo de respuestas contestadas**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Apreciando el resultado presentado en la Figura 25 se deduce que de las 100 preguntas presentadas dentro del cuestionario diseñado en E-Encuesta, el 51% de las respuestas fueron contestadas de forma incorrecta y el 49% de los ítems restantes fueron contestados correctamente. Para ver en detalle el porcentaje de personas que contestaron de forma correcta o incorrecta cada ítem ir al Anexo D.

### 3. Validez.

La validez de todo Modelo TAI no es más que comprobar las propiedades de Unidimensionalidad e Independencia Local; sin embargo, antes de la verificación de las propiedades antes mencionadas se procede a verificar la consistencia interna del instrumento utilizando análisis de fiabilidad en lo que se destaca el alfa de Cronbach.

<sup>4</sup> <http://www.e-encuesta.com/answer?testId=32SygH7z2QQ=>

Para el análisis de fiabilidad utilizando el alfa de Cronbach se utilizó el programa estadístico SPSS v.19.0. SPSS es un programa estadístico informático muy utilizado teniendo en cuenta su capacidad para trabajar con grandes bases de datos y una sencilla interfaz para la mayoría de los análisis.

Los resultados obtenidos del análisis de fiabilidad (*Ver Fig. 26*) muestra que el desempeño del aprendizaje de los involucrados que respondieron el cuestionario en línea es inaceptable, con Alfa de Cronbach de 0.297. Una de las razones por la cual el valor del alfa de Cronbach sea tan bajo se debe a que la tasa de fallos de las respuestas contestadas en E-Encuesta fue de un 51%.

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,297	,298	100

**Figura 26 Estadísticos de fiabilidad**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Este coeficiente puede variar de valor si se elimina del modelo algunos ítems o preguntas provistas del cuestionario. En Tabla 4 se podrá apreciar cuales son los ítems que se puede eliminar del modelo, la cual hace que el coeficiente de alfa de Cronbach aumente de valor.

Tabla 4:

**Estadísticos Total - Elemento**

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
VAR00001	48,9800	34,959	,072	.	,291
VAR00002	48,8800	34,883	,084	.	,289
VAR00003	48,9600	35,345	,006	.	,299
VAR00004	48,9000	34,010	,233	.	,271
VAR00005	48,8800	35,700	-,053	.	,306
VAR00006	49,0000	35,633	-,041	.	,304
VAR00007	48,9000	33,929	,247	.	,269
VAR00008	48,9800	36,102	-,119	.	,313
VAR00009	48,7800	34,991	,071	.	,291
VAR00010	48,9800	34,673	,121	.	,285
VAR00011	48,9600	34,692	,116	.	,285
VAR00012	48,9200	35,177	,034	.	,295
VAR00013	49,0000	35,592	-,034	.	,303
VAR00014	49,0400	36,121	-,123	.	,314
VAR00015	49,0000	34,980	,069	.	,291
VAR00016	48,9600	34,447	,158	.	,280
VAR00017	48,8600	36,409	-,169	.	,319
VAR00018	48,8200	34,804	,101	.	,287
VAR00019	48,9600	34,570	,137	.	,283
VAR00020	48,9000	35,806	-,070	.	,308
VAR00021	48,9800	34,755	,107	.	,286
VAR00022	48,9200	36,483	-,181	.	,321
VAR00023	48,8800	36,026	-,106	.	,312
VAR00024	48,9600	36,611	-,202	.	,323
VAR00025	48,8400	34,178	,208	.	,274
VAR00026	48,9600	36,692	-,215	.	,325
VAR00027	48,9000	34,745	,107	.	,286
VAR00028	48,8600	32,980	,418	.	,248
VAR00029	48,9600	35,468	-,014	.	,301
VAR00030	49,0200	34,387	,173	.	,279
VAR00031	48,8400	34,423	,165	.	,279
VAR00032	49,0000	34,204	,203	.	,275
VAR00033	48,8800	33,496	,324	.	,259
VAR00034	48,9800	34,959	,072	.	,291
VAR00035	48,9200	35,585	-,034	.	,303
VAR00036	48,9000	34,786	,100	.	,287
VAR00037	48,8800	35,659	-,046	.	,305
VAR00038	48,8800	36,598	-,199	.	,323
VAR00039	48,9000	33,929	,247	.	,269
VAR00040	48,8600	34,490	,152	.	,281

VAR00041	48,9400	34,180	,204	.	,274
VAR00042	48,8200	35,416	-,004	.	,300
VAR00043	49,0000	36,898	-,249	.	,328
VAR00044	48,9600	33,958	,243	.	,270
VAR00045	48,9600	33,835	,264	.	,267
VAR00046	48,9200	34,810	,096	.	,288
VAR00047	48,9600	35,345	,006	.	,299
VAR00048	48,8400	34,096	,222	.	,272
VAR00049	48,9600	36,366	-,162	.	,319
VAR00050	48,9000	35,520	-,023	.	,302
VAR00051	48,9000	35,765	-,064	.	,307
VAR00052	48,9200	35,259	,020	.	,297
VAR00053	48,8600	35,837	-,075	.	,308
VAR00054	48,8800	34,638	,126	.	,284
VAR00055	48,9400	33,731	,282	.	,265
VAR00056	48,8600	36,531	-,189	.	,322
VAR00057	48,9800	33,489	,327	.	,259
VAR00058	48,9000	35,316	,011	.	,298
VAR00059	49,0200	35,489	-,017	.	,301
VAR00060	49,0400	36,243	-,144	.	,316
VAR00061	48,9800	35,489	-,017	.	,301
VAR00062	48,9200	36,769	-,227	.	,326
VAR00063	48,8400	35,484	-,016	.	,301
VAR00064	48,9000	35,439	-,010	.	,301
VAR00065	48,9000	37,888	-,403	.	,346
VAR00066	48,9000	35,439	-,010	.	,301
VAR00067	49,0000	34,857	,090	.	,289
VAR00068	48,9800	35,081	,051	.	,293
VAR00069	48,8800	35,128	,043	.	,294
VAR00070	48,9600	35,264	,020	.	,297
VAR00071	48,9200	34,647	,124	.	,284
VAR00072	48,8600	34,980	,068	.	,291
VAR00073	48,9800	35,693	-,052	.	,306
VAR00074	48,9200	34,198	,200	.	,275
VAR00075	48,9200	34,687	,117	.	,285
VAR00076	48,9600	36,121	-,122	.	,314
VAR00077	48,9200	36,238	-,141	.	,316
VAR00078	49,0200	36,306	-,153	.	,317
VAR00079	48,9200	35,340	,007	.	,299
VAR00080	48,8400	34,504	,151	.	,281
VAR00081	48,9600	35,264	,020	.	,297
VAR00082	49,0000	35,102	,048	.	,294
VAR00083	49,0200	34,469	,159	.	,280
VAR00084	48,9400	36,588	-,198	.	,323
VAR00085	49,0000	36,612	-,203	.	,323
VAR00086	48,9200	34,932	,075	.	,290
VAR00087	48,8600	33,592	,308	.	,261

VAR00088	48,8800	35,128	,043	.	,294
VAR00089	48,8400	34,260	,193	.	,276
VAR00090	48,8000	33,673	,303	.	,263
VAR00091	48,9200	34,442	,158	.	,280
VAR00092	49,0400	35,100	,051	.	,293
VAR00093	48,8600	36,368	-,163	.	,319
VAR00094	48,9000	34,296	,184	.	,277
VAR00095	48,9400	35,282	,017	.	,297
VAR00096	48,8600	35,551	-,028	.	,303
VAR00097	48,9000	34,867	,086	.	,289
VAR00098	48,8800	35,128	,043	.	,294
VAR00099	48,9600	36,243	-,142	.	,316
VAR00100	49,0400	35,060	,058	.	,292

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para proceder a eliminar los ítems que afecta el coeficiente de Cronbach, se verifica de la Tabla 4, la columna de *Correlación elemento-total corregida* aquellos valores que son negativos. Por otra parte, la columna de *Alfa de Cronbach si se elimina el elemento* indica como quedara el coeficiente si se elimina el ítem en cuestión.

Las preguntas o ítems a eliminar serán mostradas en la figura 27:

VAR00005, VAR00006, VAR00008, VAR00013, VAR00014, VAR00017, VAR00020, VAR00022, VAR00023, VAR00024, VAR00026, VAR00029, VAR00035, VAR00037, VAR00038, VAR00042, VAR00043, VAR00049, VAR00050, VAR00051, VAR00053, VAR00056, VAR00059, VAR00060, VAR00061, VAR00062, VAR00063, VAR00064, VAR00065, VAR00066, VAR00073, VAR00076, VAR00077, VAR00078, VAR00084, VAR00085, VAR00093, VAR00096, VAR00099.

**Figura 27 Ítems a eliminar del modelo**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Luego de eliminar los ítems antes señalados, resulta un coeficiente de alfa de Cronbach de 0.694, la cual resulta cuestionable aunque autores como Frías Navarro (2014), Bojórquez Molina, López Aranda, Hernández Flores, & López (2013) describen que este valor es aceptable.

Una vez probado la confiabilidad o consistencia interna del modelo, se procederá de probar que el modelo definido para este estudio es unidimensional. Para ello, se realizara el análisis factorial tomando en cuenta la varianza explicada por el primer factor extraído. Para esto, primero hay que evaluar la medida de adecuación muestral de KMO la cual indica que proporción de la varianza en las variables es considerada varianza común.

Una vez eliminado los ítems que afectan negativamente el valor del coeficiente de alfa de Cronbach, se procedió a realizar el análisis factorial utilizando el programa SPSS, dando como resultado que no se puede obtener una matriz de correlaciones definida positiva.

Al no obtener una matriz de correlaciones definida positiva no se puede obtener un valor de KMO, por consiguiente el modelo aplicado no es Unidimensional. Esto es debido a la poca cantidad de personas que respondió el cuestionario y de que la tasa de fallos por ítems fue mayor a la tasa de acierto.

Para solucionar estos problemas, se realizó una simulación en Java para determinar cuál sería el número de personas con la cual se pueda obtener un valor de coeficiente de alfa de Cronbach mayor y cumplir con la unidimensionalidad e independencia local del modelo.

Para el desarrollo de la Simulación se utilizó las siguientes herramientas y métodos:

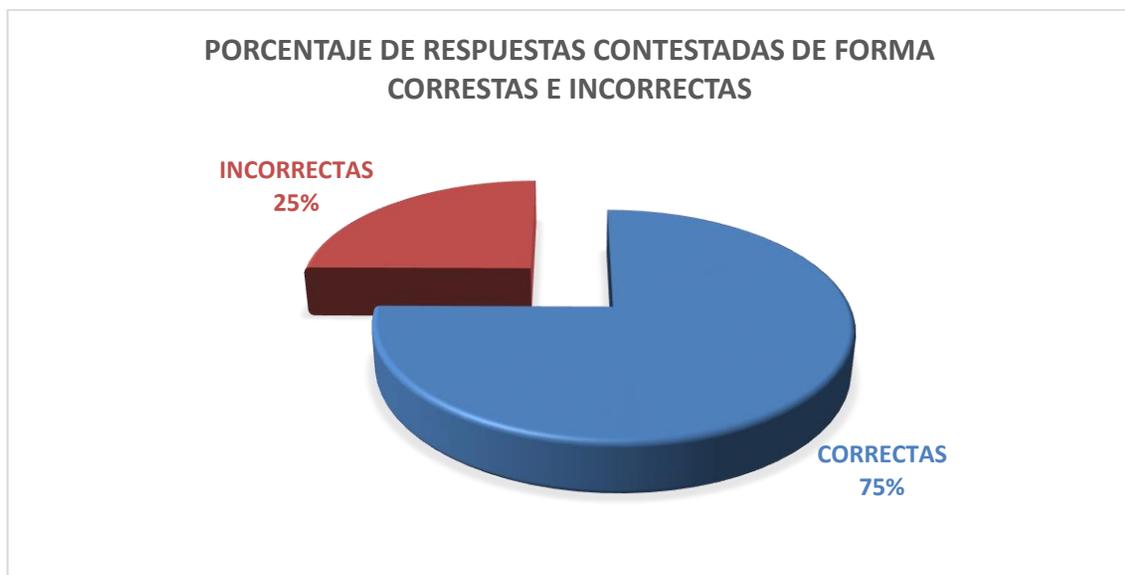
- Método Monte Carlo ya que es una técnica que combina conceptos estadísticos (muestreo aleatorio) con la capacidad que tienen los ordenadores para generar números pseudo-aleatorios y automatizar.
- Lenguaje de Programación Java a través del entorno de desarrollo JDK 8.
- NetBeans IDE 8.0.2.
- Java Excel Api JExcelAPI v.2.6 para guardar los resultados obtenidos en la simulación en un archivo Excel.

Manteniendo las respuestas contestadas por las 50 personas que accedieron a E-Encuesta se procedió a realizar la simulación, cada corrida simulaba la respuesta dada por un usuario en cada una de las preguntas dispuestas en el banco de ítems.

Luego de varias simulaciones se pudo constatar que con 1000 individuos se puede tener un coeficiente de alfa de Cronbach excelente y cumplir con el principio de unidimensionalidad.

Con el fin de simular las respuestas por cada ítem, se utilizó una variable aleatoria con distribución de Bernoulli. De acuerdo a Lahoz-Beltrá (2005), estas variables son el fundamento de la simulación de experimentos estocásticos en los que únicamente puede obtenerse uno de entre dos posibles resultados. Los dos posibles resultados mencionado anteriormente para efectos de esta investigación son las respuestas dada por cada individuo (acierto o fallo).

En la figura 28 se muestra una gráfica donde indica la tasa de aciertos y fallos, resultado de la simulación desarrollada.



**Figura 28 Porcentaje de Acierto y Fallo de respuestas resultado de la simulación**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados alcanzados por la simulación muestran que el modelo generado es un instrumento confiable al obtener un coeficiente de Alfa de Cronbach de 0.979 (Ver Fig. 29) considerado excelente. Este valor manifiesta la consistencia interna del modelo, es decir muestra la correlación entre cada una de las preguntas o ítems.

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,979	,979	100

**Figura 29 Estadísticos de Fiabilidad resultado de la Simulación**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, como lo indica la Tabla 5, no es necesario eliminar ningún ítem del modelo ya que el valor del coeficiente de alfa de Cronbach es el máximo valor obtenido para este estudio.

Tabla 5:

**Estadísticos Total - Elemento resultado de la Simulación**

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
VAR00001	74,3775	597,139	,557	.	,979
VAR00002	74,3855	596,751	,569	.	,979
VAR00003	74,3815	596,333	,592	.	,979
VAR00004	74,3710	596,946	,571	.	,979
VAR00005	74,3715	597,184	,560	.	,979
VAR00006	74,3700	597,008	,569	.	,979
VAR00007	74,3640	597,110	,569	.	,979
VAR00008	74,3615	597,517	,552	.	,979
VAR00009	74,3620	597,323	,561	.	,979
VAR00010	74,3600	597,728	,543	.	,979
VAR00011	74,3670	597,081	,568	.	,979
VAR00012	74,3815	596,894	,565	.	,979
VAR00013	74,3900	596,817	,563	.	,979
VAR00014	74,3840	597,863	,518	.	,979
VAR00015	74,3860	596,903	,562	.	,979
VAR00016	74,3820	596,897	,565	.	,979
VAR00017	74,3815	596,739	,573	.	,979
VAR00018	74,3855	597,411	,538	.	,979
VAR00019	74,3875	597,225	,545	.	,979
VAR00020	74,3855	597,638	,527	.	,979
VAR00021	74,3860	596,813	,566	.	,979
VAR00022	74,3895	597,071	,551	.	,979
VAR00023	74,3875	597,699	,523	.	,979

VAR00024	74,3760	597,061	,562	.	,979
VAR00025	74,3760	596,671	,581	.	,979
VAR00026	74,3775	597,231	,553	.	,979
VAR00027	74,3770	597,052	,561	.	,979
VAR00028	74,3765	597,104	,559	.	,979
VAR00029	74,3795	596,808	,571	.	,979
VAR00030	74,3810	596,659	,577	.	,979
VAR00031	74,3790	597,259	,550	.	,979
VAR00032	74,3780	596,730	,576	.	,979
VAR00033	74,3805	596,805	,571	.	,979
VAR00034	74,3925	597,057	,550	.	,979
VAR00035	74,3885	596,378	,585	.	,979
VAR00036	74,3885	597,037	,553	.	,979
VAR00037	74,3895	597,713	,521	.	,979
VAR00038	74,3890	598,081	,504	.	,979
VAR00039	74,3880	597,117	,550	.	,979
VAR00040	74,3800	597,463	,539	.	,979
VAR00041	74,3790	596,690	,577	.	,979
VAR00042	74,3795	596,952	,564	.	,979
VAR00043	74,3795	597,627	,532	.	,979
VAR00044	74,3795	597,248	,550	.	,979
VAR00045	74,3795	596,890	,567	.	,979
VAR00046	74,3800	596,790	,572	.	,979
VAR00047	74,3820	596,750	,572	.	,979
VAR00048	74,3795	596,603	,581	.	,979
VAR00049	74,3755	596,974	,566	.	,979
VAR00050	74,3745	596,897	,571	.	,979
VAR00051	74,3745	597,013	,565	.	,979
VAR00052	74,3740	597,259	,554	.	,979
VAR00053	74,3755	597,565	,538	.	,979
VAR00054	74,3740	596,756	,578	.	,979
VAR00055	74,3760	596,593	,584	.	,979
VAR00056	74,3760	597,808	,526	.	,979
VAR00057	74,3930	596,378	,581	.	,979
VAR00058	74,3920	596,682	,568	.	,979
VAR00059	74,3925	596,950	,555	.	,979
VAR00060	74,3930	596,421	,579	.	,979
VAR00061	74,3940	596,215	,588	.	,979
VAR00062	74,3940	596,880	,557	.	,979
VAR00063	74,3935	597,899	,510	.	,979
VAR00064	74,3945	597,334	,535	.	,979
VAR00065	74,3915	598,335	,490	.	,979
VAR00066	74,3765	596,887	,570	.	,979
VAR00067	74,3780	596,814	,572	.	,979
VAR00068	74,3780	596,696	,578	.	,979
VAR00069	74,3780	596,880	,569	.	,979
VAR00070	74,3780	597,195	,554	.	,979

VAR00071	74,3790	596,568	,583	.	,979
VAR00072	74,3740	597,145	,559	.	,979
VAR00073	74,3735	596,911	,571	.	,979
VAR00074	74,3725	597,114	,562	.	,979
VAR00075	74,3750	597,229	,555	.	,979
VAR00076	74,3735	596,741	,579	.	,979
VAR00077	74,3720	597,316	,553	.	,979
VAR00078	74,3710	597,095	,564	.	,979
VAR00079	74,3785	597,179	,554	.	,979
VAR00080	74,3775	597,832	,524	.	,979
VAR00081	74,3790	596,825	,571	.	,979
VAR00082	74,3790	596,611	,581	.	,979
VAR00083	74,3795	597,077	,558	.	,979
VAR00084	74,3805	596,845	,569	.	,979
VAR00085	74,3800	597,313	,547	.	,979
VAR00086	74,3805	596,937	,564	.	,979
VAR00087	74,3770	596,945	,567	.	,979
VAR00088	74,3775	597,095	,559	.	,979
VAR00089	74,3775	598,283	,502	.	,979
VAR00090	74,3760	596,682	,580	.	,979
VAR00091	74,3795	597,458	,540	.	,979
VAR00092	74,3790	596,617	,581	.	,979
VAR00093	74,3775	596,988	,564	.	,979
VAR00094	74,3710	597,489	,545	.	,979
VAR00095	74,3705	596,979	,570	.	,979
VAR00096	74,3715	597,007	,568	.	,979
VAR00097	74,3680	597,467	,549	.	,979
VAR00098	74,3695	596,933	,573	.	,979
VAR00099	74,3720	597,116	,562	.	,979
VAR00100	74,3680	597,063	,568	.	,979

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 30, muestra qué tanto se adecuan las variables al análisis factorial. La medida de adecuación muestral de KMO indica que proporción de la varianza en las variables es considerada varianza común. El valor obtenido (0.988) es bastante alto, por lo cual se puede considerar que si es posible factorizar la matriz de correlaciones. La prueba de Esfericidad de Bartlett contrasta la hipótesis referida a que la matriz de correlaciones con la cual se trabajo es una matriz de identidad<sup>5</sup>. El valor chi-cuadrado aproximado es de 78391.863, que para 4950 grados de libertad tiene un nivel de significancia de 0. Estos resultados permiten rechazar la hipótesis nula al 99%, afirmando que la matriz de

<sup>5</sup> Una matriz de identidad implicaría que las variables no se encuentran relacionadas entre sí.

correlaciones no corresponde a una matriz de identidad. En conclusión, la matriz de correlaciones obtenida por el modelo desarrollado en esta investigación puede ser factorizada.

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,988
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	78391,863
	GI	4950
	Sig.	,000

**Figura 30 KMO y prueba de Bartlett**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se puede observar en la Tabla 6 los autovalores extraídos para cada uno de los factores. Se puede apreciar que once de ellos son superiores a 1.00 y que en conjunto explican el 43.652% de la varianza.

Tabla 6:

**Varianza Total Explicada. Método de extracción: Análisis de Componentes principales**

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	32,637	32,637	32,637	32,637	32,637	32,637
2	1,487	1,487	34,125	1,487	1,487	34,125
3	1,125	1,125	35,250	1,125	1,125	35,250
4	1,112	1,112	36,362	1,112	1,112	36,362
5	1,096	1,096	37,458	1,096	1,096	37,458
6	1,062	1,062	38,520	1,062	1,062	38,520
7	1,057	1,057	39,576	1,057	1,057	39,576
8	1,037	1,037	40,613	1,037	1,037	40,613
9	1,021	1,021	41,634	1,021	1,021	41,634
10	1,016	1,016	42,650	1,016	1,016	42,650
11	1,001	1,001	43,652	1,001	1,001	43,652
12	,975	,975	44,627			
13	,959	,959	45,585			
14	,956	,956	46,541			
15	,935	,935	47,477			
16	,928	,928	48,405			
17	,923	,923	49,328			

18	,907	,907	50,234
19	,904	,904	51,138
20	,890	,890	52,028
21	,884	,884	52,912
22	,876	,876	53,788
23	,870	,870	54,658
24	,856	,856	55,513
25	,843	,843	56,356
26	,830	,830	57,186
27	,821	,821	58,007
28	,814	,814	58,821
29	,813	,813	59,634
30	,804	,804	60,438
31	,795	,795	61,233
32	,790	,790	62,023
33	,785	,785	62,808
34	,772	,772	63,580
35	,768	,768	64,348
36	,763	,763	65,111
37	,758	,758	65,869
38	,737	,737	66,606
39	,732	,732	67,338
40	,727	,727	68,065
41	,727	,727	68,791
42	,719	,719	69,510
43	,712	,712	70,222
44	,698	,698	70,920
45	,693	,693	71,613
46	,688	,688	72,300
47	,682	,682	72,983
48	,677	,677	73,660
49	,675	,675	74,334
50	,658	,658	74,992
51	,650	,650	75,643
52	,647	,647	76,290
53	,644	,644	76,934
54	,635	,635	77,568
55	,627	,627	78,195
56	,618	,618	78,814
57	,612	,612	79,426
58	,606	,606	80,032
59	,596	,596	80,628
60	,594	,594	81,222
61	,589	,589	81,811
62	,583	,583	82,393
63	,576	,576	82,969
64	,569	,569	83,539

65	,566	,566	84,105		
66	,563	,563	84,668		
67	,556	,556	85,224		
68	,550	,550	85,774		
69	,543	,543	86,318		
70	,537	,537	86,854		
71	,535	,535	87,389		
72	,525	,525	87,914		
73	,522	,522	88,437		
74	,515	,515	88,951		
75	,509	,509	89,461		
76	,505	,505	89,965		
77	,492	,492	90,457		
78	,487	,487	90,944		
79	,483	,483	91,427		
80	,475	,475	91,901		
81	,466	,466	92,368		
82	,462	,462	92,830		
83	,456	,456	93,286		
84	,448	,448	93,734		
85	,440	,440	94,174		
86	,434	,434	94,608		
87	,430	,430	95,038		
88	,427	,427	95,465		
89	,419	,419	95,884		
90	,415	,415	96,299		
91	,404	,404	96,704		
92	,400	,400	97,104		
93	,392	,392	97,496		
94	,377	,377	97,873		
95	,371	,371	98,244		
96	,366	,366	98,610		
97	,360	,360	98,970		
98	,353	,353	99,323		
99	,350	,350	99,673		
100	,327	,327	100,000		

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Luego de la extracción inicial y la aplicación de la extracción de varianza utilizando el método del eje principal (Ver Tabla 7), sólo el primer factor posee una saturación cuadrada superior a 1.00.

Tabla 7:

**Varianza Total Explicada. Método de extracción: Factorización de Ejes principales**

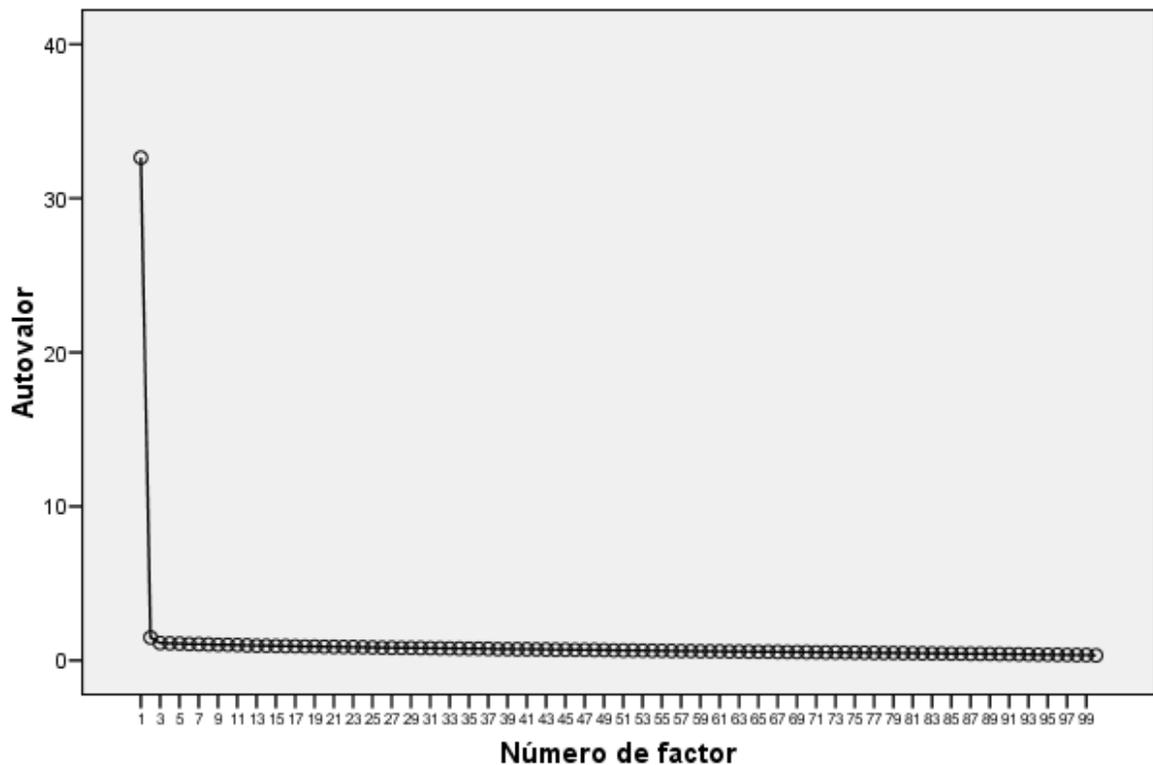
Factor	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	32,637	32,637	32,637	32,006	32,006	32,006
2	1,487	1,487	34,125	,857	,857	32,863
3	1,125	1,125	35,250	,500	,500	33,363
4	1,112	1,112	36,362	,485	,485	33,848
5	1,096	1,096	37,458	,470	,470	34,317
6	1,062	1,062	38,520	,438	,438	34,756
7	1,057	1,057	39,576	,428	,428	35,184
8	1,037	1,037	40,613	,405	,405	35,589
9	1,021	1,021	41,634	,393	,393	35,982
10	1,016	1,016	42,650	,381	,381	36,363
11	1,001	1,001	43,652	,375	,375	36,738
12	,975	,975	44,627			
13	,959	,959	45,585			
14	,956	,956	46,541			
15	,935	,935	47,477			
16	,928	,928	48,405			
17	,923	,923	49,328			
18	,907	,907	50,234			
19	,904	,904	51,138			
20	,890	,890	52,028			
21	,884	,884	52,912			
22	,876	,876	53,788			
23	,870	,870	54,658			
24	,856	,856	55,513			
25	,843	,843	56,356			
26	,830	,830	57,186			
27	,821	,821	58,007			
28	,814	,814	58,821			
29	,813	,813	59,634			
30	,804	,804	60,438			
31	,795	,795	61,233			
32	,790	,790	62,023			
33	,785	,785	62,808			
34	,772	,772	63,580			
35	,768	,768	64,348			
36	,763	,763	65,111			
37	,758	,758	65,869			
38	,737	,737	66,606			
39	,732	,732	67,338			
40	,727	,727	68,065			

41	,727	,727	68,791
42	,719	,719	69,510
43	,712	,712	70,222
44	,698	,698	70,920
45	,693	,693	71,613
46	,688	,688	72,300
47	,682	,682	72,983
48	,677	,677	73,660
49	,675	,675	74,334
50	,658	,658	74,992
51	,650	,650	75,643
52	,647	,647	76,290
53	,644	,644	76,934
54	,635	,635	77,568
55	,627	,627	78,195
56	,618	,618	78,814
57	,612	,612	79,426
58	,606	,606	80,032
59	,596	,596	80,628
60	,594	,594	81,222
61	,589	,589	81,811
62	,583	,583	82,393
63	,576	,576	82,969
64	,569	,569	83,539
65	,566	,566	84,105
66	,563	,563	84,668
67	,556	,556	85,224
68	,550	,550	85,774
69	,543	,543	86,318
70	,537	,537	86,854
71	,535	,535	87,389
72	,525	,525	87,914
73	,522	,522	88,437
74	,515	,515	88,951
75	,509	,509	89,461
76	,505	,505	89,965
77	,492	,492	90,457
78	,487	,487	90,944
79	,483	,483	91,427
80	,475	,475	91,901
81	,466	,466	92,368
82	,462	,462	92,830
83	,456	,456	93,286
84	,448	,448	93,734
85	,440	,440	94,174
86	,434	,434	94,608
87	,430	,430	95,038

88	,427	,427	95,465		
89	,419	,419	95,884		
90	,415	,415	96,299		
91	,404	,404	96,704		
92	,400	,400	97,104		
93	,392	,392	97,496		
94	,377	,377	97,873		
95	,371	,371	98,244		
96	,366	,366	98,610		
97	,360	,360	98,970		
98	,353	,353	99,323		
99	,350	,350	99,673		
100	,327	,327	100,000		

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la Figura 31, el Scree Plot de Cattell también llamado grafico de sedimentación, muestra que hay evidencias suficientes para optar por una solución factorial de tipo unidimensional.



**Figura 31 Gráfico de Sedimentación**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Calibración del Banco de Ítems.

Con el fin de realizar la calibración del Banco de Ítems, se utilizó el programa XCalibre. XCalibre es uno de los programas más utilizados para el análisis y evaluación de los TAI, además calibra banco de ítems dicotómicos y politómicos a través de los modelos de TRI de un, dos y tres parámetros. Por otra parte, los resultados son presentados en informes profesionales a través de gráficos y tablas la cual facilita el análisis e interpretación de los datos. La versión utilizada de XCalibre fue v.4.2.2.

Para obtener la calibración de los ítems, XCalibre necesita dos archivos de configuración, los cuales son mencionados a continuación:

- *Data Matrix File*. Este archivo contiene la identificación del examinado a través de un Identificador (ID) y las respuestas a cada ítem representados con los valores 0 (fallo) o 1 (acierto).

```
Persona1 111100001111000  
Persona2 101010111100001  
:  
Personan 11110111110000
```

**Figura 32 Ejemplo del Data Matrix File**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

- *Item Control File*. Este archivo presenta 6 columnas por cada ítem, donde cada columna representa una propiedad que se mencionara a continuación:
  - Identificador del Ítem.
  - Cantidad de opciones correctas para el ítem, en el caso de ítems dicotómicos se representa con el número 1.
  - Numero de alternativas. Para ítems dicotómicos las alternativas son verdadero o falso, por consiguiente se representa con el número 2.
  - Dominio o área de contenido.
  - Estatus de inclusión:
    - Y: Incluye el ítem en el análisis.

- N: No incluye el ítem en el análisis.
- P: Ítem obtenido de un pretest.
- A: Ítem de anclaje.
- Tipo de ítem:
  - M: Sin puntaje de selección múltiple.
  - R: Ítems politómicos.
  - P: Ítems dicotómicos.

Item <sub>1</sub>	1	4	1	Y	M
Item <sub>2</sub>	2	4	1	Y	M
Item <sub>3</sub>	3	4	1	P	M
⋮					
Item <sub>n</sub>	1	4	1	Y	P

**Figura 33 Ejemplo de Ítem Control File**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que el Data Matrix File acepta por persona 50 respuestas. En el caso de esta investigación que eran 100 ítems, se crearon dos archivos.

Luego de crear los archivos anteriormente mencionados y seleccionar el modelo TRI de tres parámetros, el programa XCalibre genera la calibración de cada uno de los ítems (Ver Anexo E), que no es más que obtener los parámetros de discriminación ( $a$ ), dificultad ( $b$ ) y pseudoacierto ( $c$ ). En la Tabla 8 se puede apreciar un resumen de los estadísticos obtenidos de cada uno de los parámetros presentes en el modelo de TRI seleccionado.

Tabla 8:

**Resumen de Estadísticas de los Ítems Calibrados**

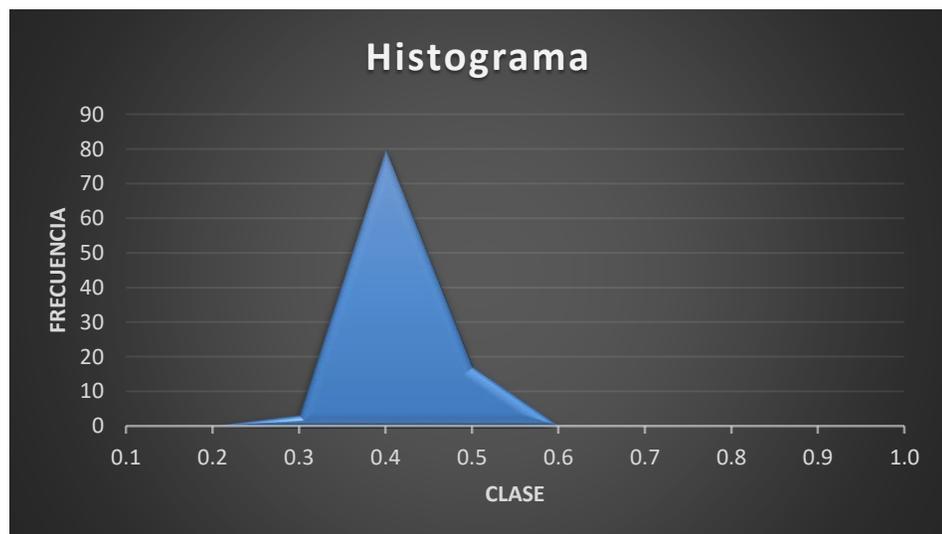
Parámetro	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
<i>a</i>	0.36705203	0.03456245	0.255	0.452
<i>b</i>	1.47484	0.65082739	-0.045	2.924
<i>c</i>	0.25339818	0.01966486	0.245	0.394

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Para comprender mejor los resultados presentados en la Tabla 8, a continuación se presentan los histogramas de cada uno de los parámetros obtenidos de los ítems calibrados.

En la Figura 34 se observa la distribución del parámetro *a*, se observó una concentración de 80 ítems cuyo valor se encuentra alrededor de 0.4, 17 ítems tuvieron una discriminación cuyo valor se encuentra alrededor de 0.5 y solo 3 ítems presentaron un valor de discriminación alrededor de 0.3. En promedio el nivel de discriminación obtenido es aceptable ya que se encuentra en el intervalo permitido para este parámetro (0.30 , 4.00).

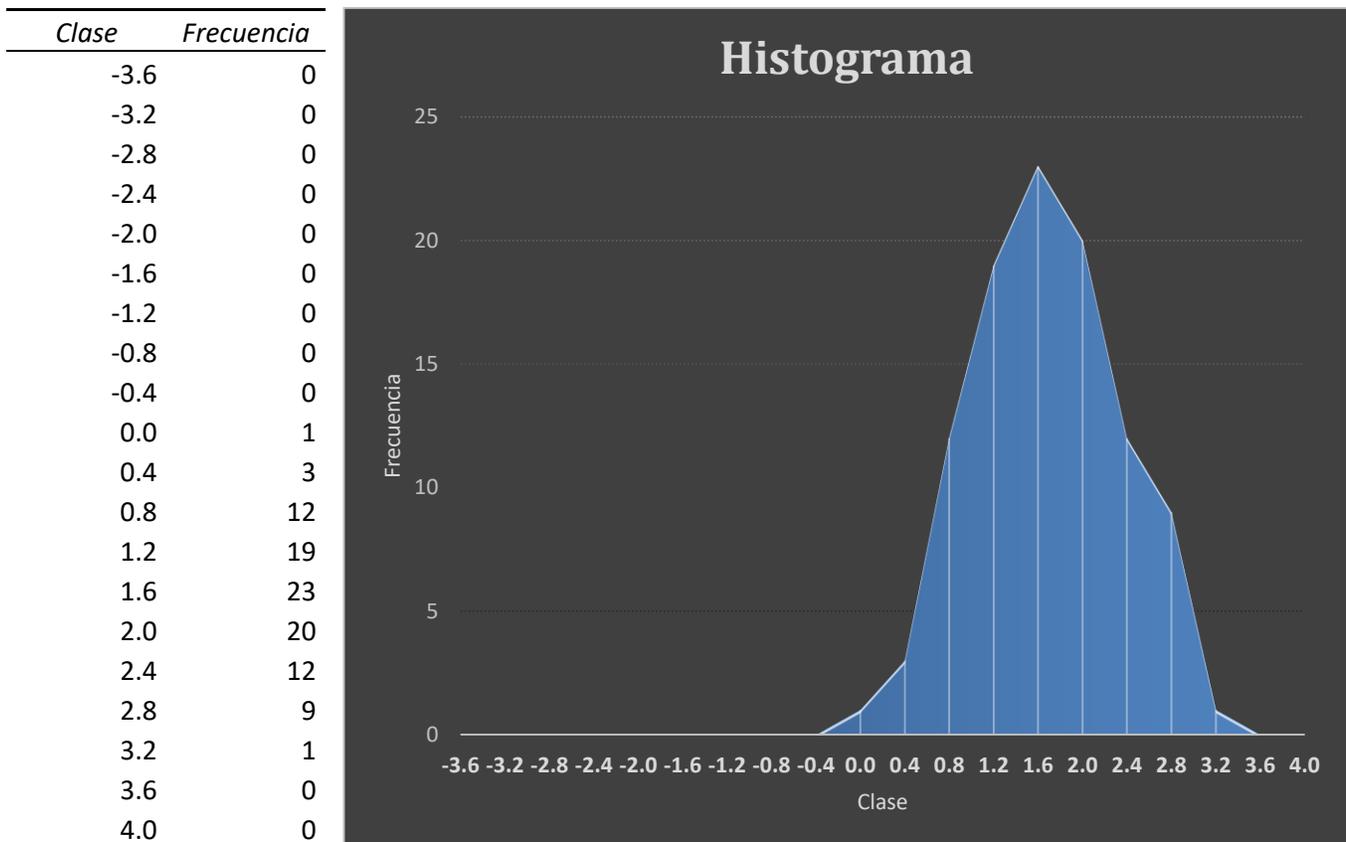
Clase	Frecuencia
0.1	0
0.2	0
0.3	3
0.4	80
0.5	17
0.6	0
0.7	0
0.8	0
0.9	0
1.0	0



**Figura 34 Histograma del parámetro de discriminación**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

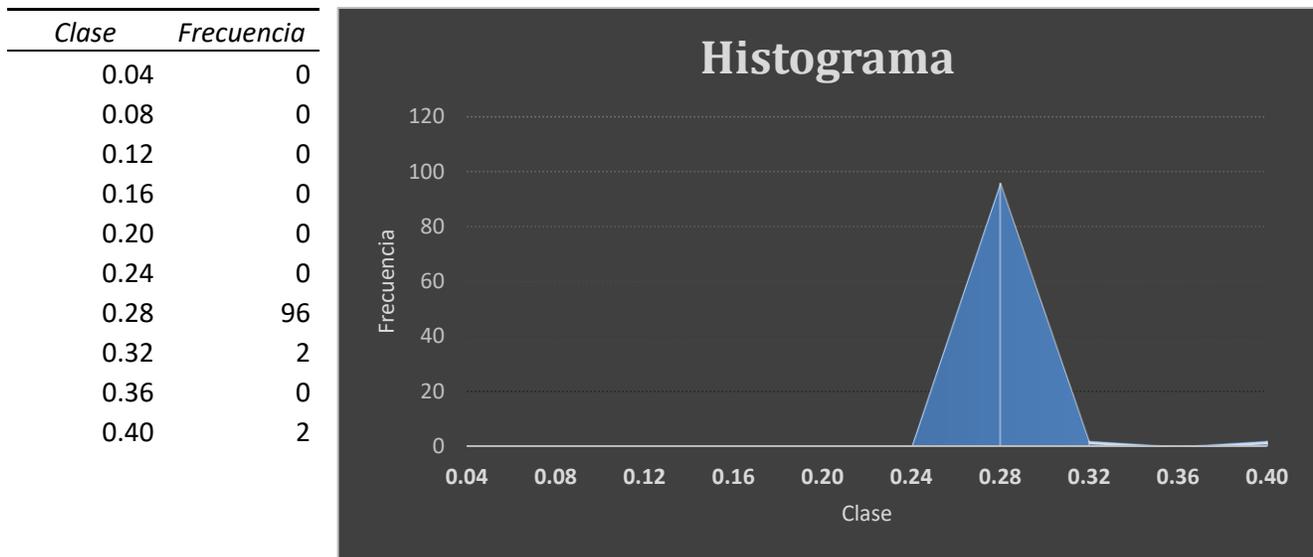
En la Figura 35 se observa la distribución del parámetro  $b$ , se observó que alrededor del 80% de las preguntas que componen el banco de ítems están dentro del intervalo (0.8, 2.4) con un promedio de 1.47484, esto significa que la mayoría de los ítems tienen dificultad entre baja e intermedia. Los valores obtenidos del nivel de dificultad para el banco de ítems diseñado en esta investigación son ideales ya que personas con poco o alto conocimiento pudiesen responder sin inconveniente cada una de las preguntas aquí presentes.



**Figura 35 Histograma del parámetro de dificultad**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 36 se presenta el histograma obtenido para el parámetro  $c$ , se encontró una concentración de los ítems en los valores alrededor de 0.2, más del 80%. Solo el 2% de los ítems tuvo un valor no deseable en este parámetro (de más de 0.3).



**Figura 36 Histograma del parámetro pseudoacierto**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

5. Luego de calibrar cada uno de los ítems presentes en el banco de ítem, se dispone a presentar el test al usuario. El nivel inicial de conocimiento es un valor aleatorio comprendido entre  $[-0.5, +0.5]$ , y tras cada respuesta del usuario el TAI afina la estimación del nivel de conocimiento a través del método de máxima verosimilitud.
6. Una vez estimado el nivel de habilidad provisional del usuario en función de las respuestas suministradas hasta el momento se elige el siguiente ítem a través del criterio de máxima de información, este método minimiza el error estándar maximizando la precisión para la estimación actual del nivel de conocimiento del usuario.
7. En cuanto al control de la exposición del ítem se selecciona un ítem al azar entre los más informativos utilizando el método de randomesque. Este método se caracteriza por su sencillez de implementación, fácil comprensión y a pesar de que no se obtiene el ítem óptimo para administrar, si se presenta uno muy bueno, salvaguardando además la seguridad del banco de ítem.
8. Los criterios utilizados para parar el test es después de presentar entre 12 y 22 ítems alcanzar un error menor de 0.5 o haber aplicado 30 ítems si la condición presentada anteriormente no aplica.
9. Tras la aplicación del TAI se dispone de un valor numérico correspondiente al nivel de habilidad entre  $(-3.0, +3.0)$ , este valor es transformado a la métrica de la curva de

característica del test utilizado, de modo que , para un test de  $n$  ítems, la puntuación obtenida se concentrará en el intervalo  $(\varepsilon, n)$ , siendo  $\varepsilon$  la suma de los pseudoaciertos de los ítems del test. Ahora bien, la puntuación obtenida se normaliza con la escala del Educational Testing Service (Educational Testing Service, n.d.)<sup>6</sup> utilizando la formula 
$$puntuacion_{final} = \frac{30}{n-\varepsilon}(puntuacion_{obtenida} - \varepsilon).$$

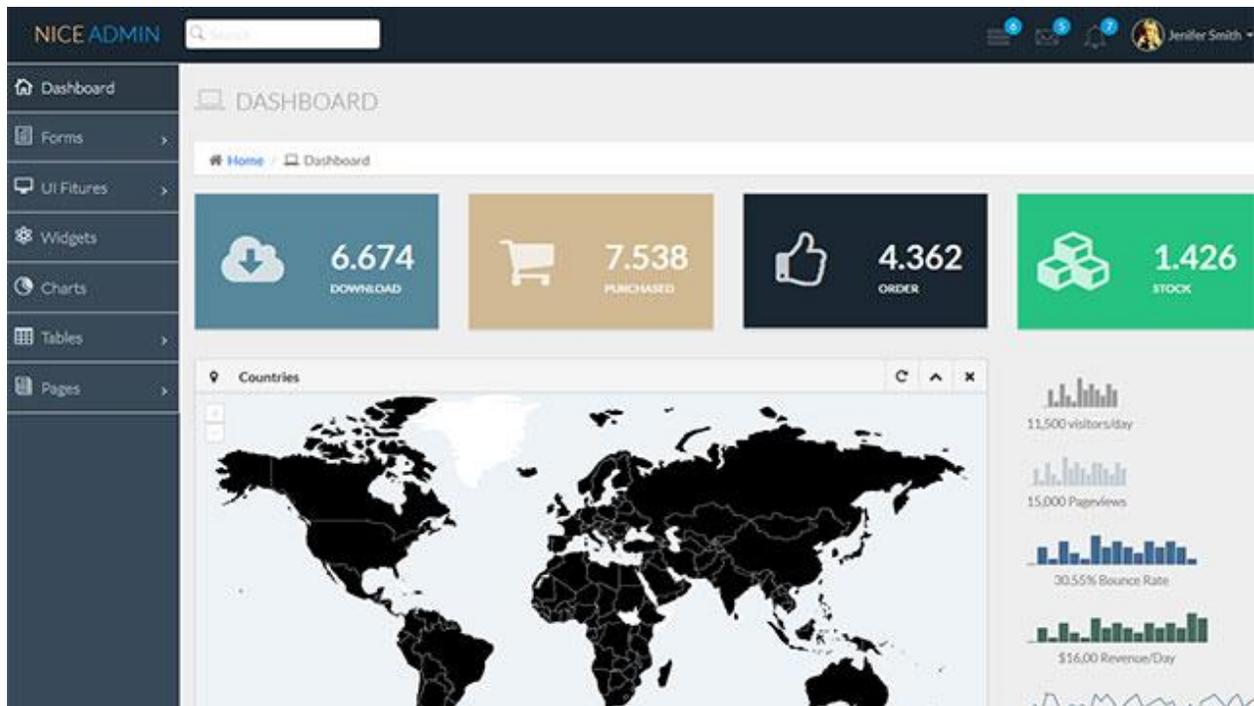
10. Por ultimo si la puntuación obtenida es baja o intermedia, se le presentara una variedad de material de apoyo con el fin de que el usuario se vaya capacitando y en los próximos tests subir su nivel de conocimiento.

#### 4.2.5. Guías de Estilo

Con el fin de aprovechar los recursos en la web, se optó por buscar una plantilla gratis que cumpla con las características de usabilidad y que utilicen las últimas tendencias en diseño web. Luego de una exhaustiva búsqueda se seleccionó la plantilla provista por BootstrapTaste (2016). Esta plantilla (*Ver Fig. 37*) que utiliza bootstrap v. 3.0 ofrece un diseño limpio e intuitivo que se centra en la experiencia del usuario. Los plugins incluidos han sido cuidadosamente personalizados para adaptarse a la apariencia general del tema que utiliza esta plantilla; por otra parte, trabaja sin problemas para todos los navegadores, tabletas y celulares.

---

<sup>6</sup> Educational Testing Service (ETS) fundada en 1947, es la mayor organización educativa no lucrativa en realizar pruebas y evaluaciones. ETS desarrolla diversas pruebas estandarizadas principalmente en Estados Unidos y también administra pruebas internacionales como el TOEFL.



**Figura 37** Plantilla seleccionada para el desarrollo del sistema web

Nota. Fuente: <https://www.bootstrapzero.com/bootstrap-template/nice-admin>.

La fuente utilizada en la plantilla seleccionada es Lato. Lato<sup>7</sup> es una tipografía perteneciente a la familia *sans serif* lanzada en el año 2010 bajo licencia Open Font con el apoyo de Google. Esta fuente da una sensación de calor, armonía y elegancia; mientras que la estructura sólida proporciona estabilidad y seriedad.

### 4.3. Fase de Implementación

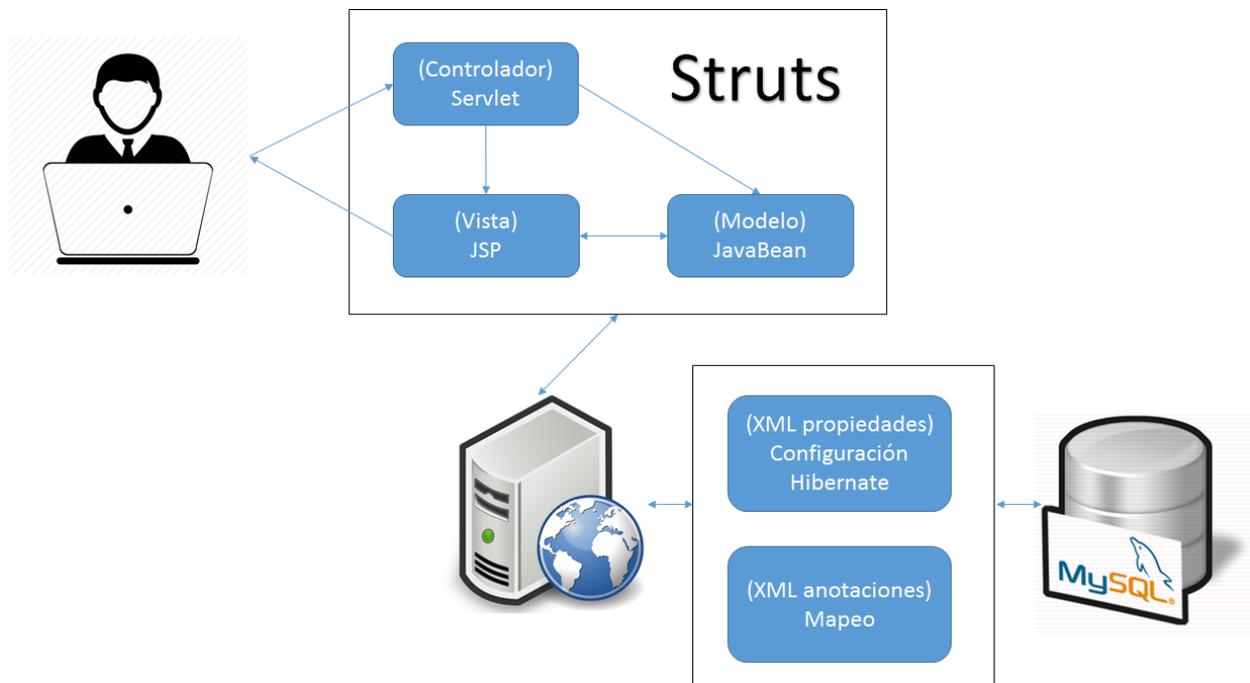
Una vez definido cada uno de los artefactos descritos en la fase de diseño, se procedió a implementar un prototipo utilizando las siguientes herramientas tecnológicas:

- Lenguaje de Programación: Java 1.8.0. Se utilizó este lenguaje de programación ya que es independiente de la plataforma. Por otra parte, Java cuenta con frameworks para desarrollo web, los utilizados fueron Hibernate 4.3.1 para manejar la persistencia en base de datos y Struts 2.3.15.2 como framework Modelo Vista Controlador.

<sup>7</sup> Se puede encontrar más de la Fuente Lato, ingresando a la siguiente dirección: <https://www.google.com/fonts/specimen/Lato>. Por otra parte para ver la hoja de estilo provista para esta fuente ingresar a la siguiente dirección: <http://fonts.googleapis.com/css?family=Lato:400,300,300italic,400italic,600,600italic,700,700italic,800,800italic>

- HTML5, CSS3 y bootstrap v. 3.0 provisto por la plantilla descrita en la guía de estilo (ver sección 4.2.5).
- IDE de desarrollo: NetBeans 8.0.2.
- Base de Datos: MySQL 5.5.24. Según Oracle Corporation (2016), MySQL es la base de datos de código abierto número uno del mundo; sumando a esto, es la base de datos número uno para Web y es una excelente base de datos embebida.
- Servidor de aplicaciones Java Glassfish 4.1.

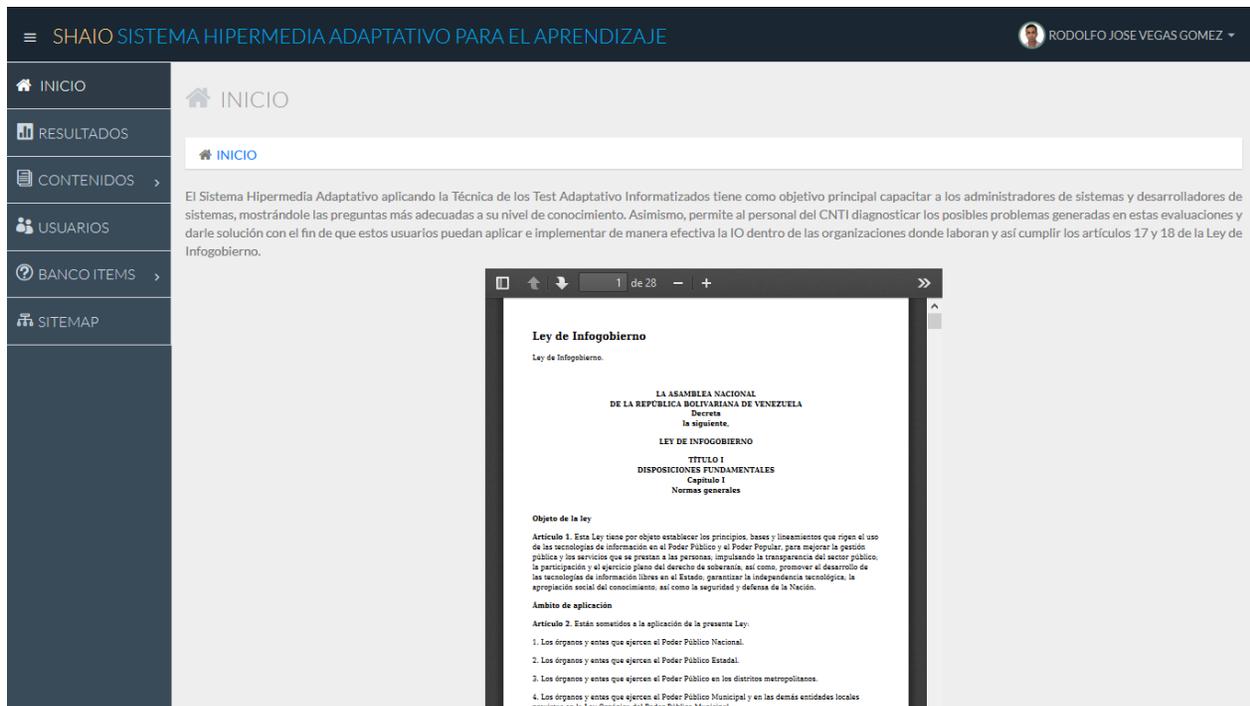
En la figura 38 se presenta la arquitectura del prototipo implementado, la cual se puede apreciar una arquitectura modelo-vista-controlador por medio del framework Struts, utilizando Hibernate para manejar la persistencia de los datos.



**Figura 38 Arquitectura del prototipo implementado**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El prototipo implementado es un prototipo de alta fidelidad ya que presenta en detalle las funcionalidades definidas en la fase de análisis (ver sección 4.1). En la figura 39 se puede contemplar la página de inicio del prototipo implementado para esta investigación.



**Figura 39** Página de inicio del prototipo implementado

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Una vez implementado el prototipo del sistema se procedió a evaluar la usabilidad del mismo a través del instrumento denominado Sirius<sup>8</sup>. Sirius es un sistema de evaluación de la usabilidad web que parte de la evaluación heurística pero que aúna una serie de características que la diferencia de otras propuestas: (1) se aplica a cualquier sitio web, (2) es aplicable durante todo el ciclo de vida del sistema, por último (3) da como resultado un valor porcentual del nivel de usabilidad del sitio evaluado (Suárez, 2011).

#### 4.4. Fase de Entrega

Antes del lanzamiento del sistema, se procedió a diseñar un formato de pruebas de aceptación (Ver Anexo H) con el fin de recoger las opiniones de usuarios expertos y determinar si se cumple con cada uno de los requerimientos señalados en la sección 4.1. Los resultados obtenidos de esta prueba en conjunto con la evaluación de usabilidad serán indicativos suficientes para lanzar al público el Sistema Hipermedia Adaptativo para el Aprendizaje.

<sup>8</sup> Nueva versión en formato excel para la evaluación de la usabilidad según la metodología Sirius: [http://www.usableyaccesible.com/archivos/checklist\\_revison\\_heuristica\\_metodo\\_sirius\\_v3.xlsx](http://www.usableyaccesible.com/archivos/checklist_revison_heuristica_metodo_sirius_v3.xlsx)

Para realizar la evaluación de usabilidad y la prueba de aceptación, se instaló en el Laboratorio de E-Learning del Departamento de Computación de la Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología (FACyT) Java 1.8 y el servidor de aplicaciones Glassfish para poder desplegar el prototipo implementado y que distintos evaluadores expertos accedieran a él y realizar las pruebas. Cada evaluador experto se le creó una cuenta dentro del sistema para que pudieran conocer su estructura interactuando con el mismo o a través de los manuales de usuarios creados.

Los heurísticos a evaluar dentro de las pruebas de usabilidad son mencionados a continuación:

- Aspectos Generales. Elementos relacionados con los objetivos del sitio, el look & feel, coherencia y nivel de actualización de contenidos.
- Identidad e Información. Elementos relacionados con la identidad del sitio, la información proporcionada sobre el proveedor y la autoría de los contenidos.
- Estructura y Navegación. Elementos relacionados con la idoneidad de la arquitectura de la información y la navegación del sitio.
- Rotulado. Elementos relacionados con la significación, corrección y familiaridad del rotulado de los contenidos.
- Layout. Elementos relacionados con la distribución y el aspecto de los elementos de navegación e información en la interfaz.
- Entendibilidad y facilidad en la interacción. Elementos relacionados con la adecuación y calidad de los contenidos textuales, iconos y controles de la interfaz.
- Control y Retroalimentación. Elementos relacionados con libertad del usuario en la navegación y la información proporcionada al mismo en el proceso de interacción con el sitio.
- Elementos multimedia. Elementos relacionados con el grado de adecuación de los contenidos multimedia al sitio web.
- Búsqueda. Elementos relacionados con el buscador implementado en el sitio web.
- Ayuda. Elementos relacionados con la ayuda ofrecida al usuario durante la navegación por el sitio.

Luego de la evaluación realizada utilizando la herramienta Sirius a través de dos expertos, se obtuvo un porcentaje de usabilidad de 77.97% (Ver Anexo I). Dicho valor considerado menor, indica que los usuarios pueden trabajar con el sistema pudiendo mejorar algunos elementos de la

interfaz. Dichos elementos a mejorar son los relacionados a las heurísticas de Identidad e Información y Rotulado, las cuales fueron las que menor puntaje obtuvieron.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

Bajo esta sección se enumeran las aportaciones producidas como consecuencia del trabajo de investigación que se ha realizado y por los resultados obtenidos.

En primer lugar, con el fin de conocer el nivel de conocimiento de los administradores y desarrolladores de sistema que intervienen en los procesos de capacitación ligados a los proyectos de Gobierno electrónico, de cara a lograr una convergencia de competencias directivas, así como de conocimientos técnicos y profesionales necesarios para la colaboración, se implementó un Sistema Hipermedia Adaptativo para la formación de los administradores y desarrolladores de sistemas. De esta forma, el objetivo general de la investigación se ha logrado en la medida que efectivamente se ha diseñado y desarrollado un prototipo del sistema.

El prototipo implementado proporciona un ambiente personalizado donde se tiene la oportunidad de adquirir un amplio conocimiento acerca de los usuarios y proveerles la información adaptada a la solicitud de ellos, con el objeto de tener la certeza que los usuarios cuenten con un nivel de conocimientos alto sobre distintas herramientas tecnológicas y así poder implementar los estándares de interoperabilidad en la gestión pública sin ningún inconveniente.

Este sistema proporciona un entorno genérico para sistemas e-learning, diseñado modularmente, lo que facilita la inclusión de nuevos elementos, y por ende, la escalabilidad del sistema. Como se ha visto en la sección 4.2.4, el modelo de adaptación, sin duda alguna es el más interesante de todos en lo que respecta a la presente investigación, permite a los administradores y desarrolladores de sistemas de la gestión pública realizar pruebas sobre distintas herramientas tecnológicas que se quieran evaluar y así conocer a través de modelos matemáticos su nivel de conocimiento. Además, las evaluaciones hacen que la necesidad de un profesor tutor pase a un segundo plano.

A este respecto, las instituciones públicas gubernamentales de Venezuela contarán con una herramienta que proporciona evaluación adaptativa del usuario, mostrando contenidos o guías de ayuda con el fin de aumentar el nivel de conocimiento. En este sentido, se estará dando oportunidad a todos por igual y así contribuir con la implementación efectiva de la interoperabilidad dentro la administración pública.

Aunado a la situación de tener un modelo de adaptación efectivo, fue necesario establecer y formalizar un método de calibración de banco de ítems, basado en las técnicas de los TAI. A continuación se nombran los pasos seguidos para cumplir tal fin:

- Selección del contenido o tema a evaluar.
- Selección del conjunto de ítems por contenido a evaluar.
- Administración del test a una población que tuviesen conocimientos sobre el tema a evaluar. En este caso fue necesario utilizar una herramienta web donde se generan reportes e indicadores en base a los resultados obtenidos.
- Una vez finalizada la fase de aplicación de las pruebas a la muestra de sujetos, se procedió a filtrar y validar los resultados, con objeto de anular aquellos ítems que puedan comprometer la validez de los mismos.
- Se realizó una serie de análisis psicométricos, como el de confiabilidad y unidimensionalidad, garantizando que el banco de ítems permitiría generar evaluaciones fiables.
- Por último, se procedió a realizar la equiparación de parámetros. La equiparación de parámetros se obtuvo a través del modelo matemático 3PL, donde por cada ítem se determina un nivel de dificultad, nivel de discriminación y un nivel de pseudoacierto.

Durante la implementación del prototipo y siguiendo con la filosofía de ingeniería de software, se optó por desarrollar una herramienta operativa y a la vez simple en componentes. De este modo, la solución obtenida es fácilmente escalable, ya que contempla la posibilidad de incorporar nuevos elementos tales como: Contenidos y usuarios o ampliar los existentes.

Con respecto al proceso de diseño y desarrollo del prototipo, se utilizó la metodología UWE debido a que centra su atención en aplicaciones adaptativas, y permitió definir y diseñar los principales componentes de este sistema. Conjuntamente se integraron algunas actividades de usabilidad para garantizar un diseño centrado en el usuario utilizando la metodología AgilUs.

El prototipo fue desarrollado utilizando tecnologías de tendencia, tales como: Java, Struts, Hibernate, MySQL, HTML5, Bootstrap, CSS3 y JQuery, las cuales son Open Source y compatibles con los navegadores más utilizados.

Por último, la revisión de la literatura realizada en esta investigación en el campo de los SHA y los TAI puede considerarse un aporte al crecimiento tecnológico y de investigación en el

Departamento de Computación de la FACyT ya que es amplia, pudiendo ser utilizada como antecedente para futuras investigaciones.

## 5.2. Recomendaciones

Con respecto a futuras modificaciones y mejoras del prototipo desarrollado se hacen las siguientes recomendaciones:

- Mejorar el proceso de instalación del sistema, con la finalidad de hacerlo más seguro y de permitir otros formatos de preguntas, como por ejemplo: Selección múltiple, completar, pareamiento, preguntas generadas dinámicamente, entre otras.
- Integrar a las instituciones gubernamentales y educativas con el fin de conseguir un mayor número de personas para aplicar la calibración de banco de ítems y así poder generar resultados más cercanos a la realidad.
- Implementar la calibración online, pudiendo registrar nuevos ítems y en base a los resultados ya obtenidos poder equipararlos.
- Crear certificados virtuales donde se presente el nivel de conocimiento obtenido en un tema en particular.
- Utilizar otras técnicas de adaptación y tomar en cuenta otras características del modelo de usuario.
- Reunir expertos en los temas a evaluar para que determinen en base a sus criterios un nivel de dificultad por cada ítem y promediarlo con los obtenidos en la calibración del banco de ítem.

Por otro lado, con respecto al uso del sistema se hacen las siguientes recomendaciones:

- Es ideal que el banco de ítems tenga como mínimo 100 preguntas ya que garantiza un mejor desempeño del sistema.
- Se sugiere mantener en la equiparación de parámetros el modelo matemático 3PL ya que proporciona información suficiente para tener un nivel de conocimiento confiable del sujeto que presenta un test.
- Realizar un módulo dentro del rol Administrador para que se realicen respaldos diarios a la base de datos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

- Abad, F., Olea, J., Real, E., & Ponsoda, V. (2002). Estimación de habilidad y precisión en tests adaptativos informatizados y tests óptimos: Un caso práctico. *Revista Electrónica de Metodología Aplicada*, 7(1), 1-20.
- Abal, F., Lozzia, G., Aguerri, M., Galibert, M., & Attorresi, H. (2009). La escasa aplicación de la teoría de respuesta al ítem en test de ejecución típica. *Revista Colombiana de Psicología*, 19(1), 111-122.
- Acosta, A. E. (2011). *AgilUs: un método ágil de desarrollo de software que incorpora la usabilidad*. Universidad Central de Venezuela, Centro de Ingeniería de Software y Sistema, Caracas.
- Allison, L., & Hammond, N. (2002). Learning support environments: rationale and evaluation. *Computers & Education*, 15(1-3), 137-143.
- Alvarado, J., & Santisteban, C. (2001). *Modelos psicométricos*. Madrid, España: Ediciones UNED.
- Arruabarrena, R. M. (2010). *E-learning y la calibración de ítems de test: Teoría de Respuesta al Ítem versus calibración basada en juicio de expertos*. Universidad del País Vasco, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, San Sebastián.
- Asún, R., & Zúñiga, C. (2008). Ventajas de los Modelos Politémicos de Teoría de Respuesta al ítem en la Medición de Actitudes Sociales. El Análisis de un Caso. *PSYKHE*, 17(2), 103-115.
- Baker, F. (2001). *The Basics of Item Response Theory*. (C. Boston, & L. Rudner, Edits.) Maryland, Estados Unidos: ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation.
- Barrada, J. R., Olea, J., Ponsoda, V., & Abad, F. (2006). Estrategias de selección de ítems en un test adaptativo informatizado. *Psicothema*, 18(4), 828-834.
- Barton, M., & Lord, F. (1981). *An Upper Asymptote for the Three-Parameter Logistic Item-Response Model*. Princeton: N.J.: Educational Testing Services.
- Bergstrom, B., & Gershon, R. (1995). *Does Cheating on CAT Pay: NOT!* San Francisco: Annual meeting of American Educational Research Association.
- Berlanga Flores, A. J. (2006). *Diseños instructivos adaptativos: Formación personalizada y reutilizable en entornos educativos*. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca, Departamento de Informática y Automática, Salamanca.
- Berlanga Flores, A. J., & García Peñalvo, F. J. (2004). *Sistemas Hipermedia Adaptativos en el ambito de la educación*. Informe Técnico, Universidad de Salamanca, Departamento de Informática y Automática, Salamanca.
- Bianchini, A. (Junio de 2000). *Conceptos y definiciones de hipertexto*. Obtenido de Laboratorio Docente de Computación de la Universidad Simón Bolívar: <http://ldc.usb.ve/~abianc/hipertexto.html>

- Birnbaum, A. (1968). Some latent trait models and their use in inferring an examinee's ability. *Statistical Theories of Mental Test Scores*, 395-479.
- Bojórquez Molina, J. A., López Aranda, L., Hernández Flores, M., & López, E. J. (2013). Utilización del alfa de Cronbach para validar la confiabilidad de un instrumento de medición de satisfacción del estudiante en el uso del software Minitab. *LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*(11), 14-16.
- BootstrapTaste. (2016). *Nice Admin -Free bootstrap admin HTML template*. Obtenido de Bt BOOTSTRAPTASTE: <http://bootstraptaste.com/nice-admin-bootstrap-admin-html-template/>
- Brunner, J. J. (2000). *Globalización y el Futuro de la Educación: Tendencias, Desafíos, Estrategias*. Santiago de Chile: UNESCO/OREALC.
- Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted*, 6(2-3), 87-129.
- Brusilovsky, P. (1998). Adaptive Educational Systems on the World-Wide-Web: A Review of Available Technologies. In: *Proceedings of Workshop "WWW-Based Tutoring" at 4th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS'98)*. San Antonio, Texas, Estados Unidos.
- Brusilovsky, P. (2001). Adaptive Hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11, 87-110.
- Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. En P. Brusilovsky, A. Kobsa, & W. Nejdl, *The Adaptive Web* (págs. 3-53). New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. (P. Brusilovsky, A. Kobsa, & W. Nejdl, Edits.) *The Adaptive Web*, 4321, 3-53.
- Burga, A. (2005). *La unidimensionalidad de un instrumento de medición: Perspectiva Factorial*. Ministerio de Educación, Lima.
- Carmagnola, F., Cena, F., Gena, C., & Torre, I. (2006). UbiquiTo-S: A Preliminary Step Toward Semantic Adaptive Web Services. (V. Wade, H. Ashman, & B. Smyth, Edits.) *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, 4018, 249-253.
- Carro, R. M., Pulido, E., & Rodríguez, P. (2001). *Un mecanismo basado en tareas y reglas para la creación de sistemas hipermedias adaptativos: aplicación a la educación a través de Internet*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Informática, Madrid.
- Chen, S., & Macredie, R. (2004). Cognitive Modeling of Student Learning in Web-Based Instructional Programs. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 17(3), 375-402.
- Chen, S., & Magoulas, G. (2005). *Adaptable and Adaptive Hypermedia Systems*. Londres: IRM Press.

- CNTI. (2012a). *Avances en la Implementación de la Interoperabilidad en Venezuela*. Centro Nacional de Tecnologías de Información (CNTI). Caracas: Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación.
- CNTI. (Agosto de 2012b). *Avances Interoperabilidad - Formación*. Obtenido de Centro Nacional de Tecnologías de Información:  
[http://www.cnti.gob.ve/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2583:avancesinteroperabilidad&catid=63:de-interes&Itemid=116](http://www.cnti.gob.ve/index.php?option=com_content&view=article&id=2583:avancesinteroperabilidad&catid=63:de-interes&Itemid=116)
- Costa, P., Veiga, A., & Lopes, A. (2015). Does training in how to regulate one's learning affect how students report self-regulated learning in diary task? *Metacognition Learning*, 10(2), 199-230.
- Criado, I., Gascó, M., & Jiménez, C. (2010). *Bases para una Estrategia Iberoamericana de Interoperabilidad*. Buenos Aires: Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo.
- Dawber, T., Rogers, T., & Carbonaro, M. (2009). Robustness of Lord's Formulas for Item Difficulty and Discrimination. Conversions between Classical and Item Response Theory Models. *The Alberta Journal of Educational Research*, 55(4), 512-533.
- De Bra, P., Aerts, A., Berden, B., De Lange, B., Rousseau, B., Santic, T., . . . Stash, N. (2003). AHA! The Adaptive Hypermedia Architecture. *HYPERTEXT'03*, 81-84.
- Dodd, B. (1990). The Effect of Item Selection Procedure and Stepsize on Computerized Adaptive Attitude Measurement Using the Rating Scale Model. *Applied Psychological Measurement*, 14, 355-366.
- Educational Testing Service. (s.f.). *Explicación de las calificaciones de examen TOEFL iBT*. Obtenido de ETS TOEFL: <http://www.ets.org/es/toefl/ibt/scores/understand>
- Eggen, T. (2001). *Overexposure and underexposure of items in computerized adaptive testing*. Arnhem: CITO Groep.
- Eklund, J., & Sinclair, K. (2000). An empirical appraisal of the effectiveness of adaptive interfaces for instructional systems. *Educational Technology & Society*, 3(4), 165-177.
- Elissavet, G., & Economides, A. (2003). An Evaluation Instrument for Hypermedia Courseware. *Educational Technology & Society*, 6(2), 31-44.
- Escobar Moreno, H., & Santanna, R. (2007). *Libro blanco de interoperabilidad de gobierno electrónico para América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Felder, R. (1996). Matters of Style. *ASEE Prism*, 6(4), 18-23.
- Frías Navarro, D. (2014). *Análisis de fiabilidad de las puntuaciones de un instrumento de medida. Alfa de Cronbach: un coeficiente de fiabilidad*. Informe Técnico, Universidad de Valencia, Valencia.
- Gaffney, C., Staikopoulos, T., O'Keeffe, I., Conlan, O., & Wade, V. (2014). A Training Framework for Adaptive Educational Hypermedia Authoring Tools. (C. Rensing, Ed.) *Springer International Publishing*, 8719, 416-421.

- Gaudioso, E. (2002). *Contribuciones al Modelado del Usuario en Entornos Adaptativos de Aprendizaje y Colaboración a través de Internet mediante técnicas de Aprendizaje Automático*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Departamento de Inteligencia Artificial, Madrid.
- Gena, C. (2005). Methods and techniques for the evaluation of user-adaptive systems. *The Knowledge Engineering Review*, 20(1), 1-37.
- Georgiadou, E., Triantafillou, E., & Economides, A. (2007). A Review of Item Exposure Control Strategies for Computerized Adaptive Testing Developed from 1983 to 2005. *The Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 5(8), 1-38.
- Giugni, M., Grimón, F., Fernández, F., Monguet, J., & Guerra, A. (2011). AHSPeR: Adaptive Hypermedia System oriented toward Personalization of Readings plans. *Recent Researches in Applied Informatics*, 131-135.
- Grimón, F. (2008). *Modelo para la Gestión de Dominios de contenido en Sistemas Hipermedia Adaptativos aplicados a entornos de Educación Superior Semipresencial*. Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria, Barcelona.
- Grimón, F. (2013). Modelo para la Formación Semipresencial con Sistema Hipermedia Adaptativos aplicado a los estudiantes de las Licenciaturas de Química, Física y Biología. *Memorias del II Congreso Anual de Investigación*. Caracas: UPEL.
- Guigni, M., Vera, M., Díaz, A., & Cattafi, R. (2002). *Sistema hipermedia adaptativo para contenidos educativos, basado en tecnología de agentes de software*. Obtenido de Universidad Tecnológica Nacional: <http://www.utn.edu.ar/aprobedutec07/docs/146.pdf>
- Gutiérrez, J., & Pérez, T. (2001). Sistemas hipermedia adaptativos. (M. Ortega, & J. Bravo, Edits.) *Sistemas de interacción persona - computador*, 159-179.
- Gutiérrez, J., Pérez, T., López-Cuadrado, J., Arruabarrena, R., & Vadillo, J. (2001). *Evaluación en Sistemas Hipermedia Adaptativos*. Universidad del País Vasco, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, San Sebastián.
- Haley, D. (1952). *Estimation of the dosage mortality relationship when the dose is subject to error*. Stanford University, Department of Statistics, Stanford.
- Hall, B. (1981). Participatory research, popular knowledge and power : a personal reflection. *Convergence*, 14(3), 6-19.
- Hambleton, R., & Swaminathan, H. (1985). *Item Response Theory: Principles and Applications*. Boston, Estados Unidos: Kluwer Nijhoff Publishing.
- Hattie, J. (1985). Methodology review: Assessing unidimensionality of tests and items. *Applied Psychological Measurement*, 9(2), 139-164.
- Henze, N., & Nejdil, W. (2003). *Logically Characterizing Adaptive Educational Hypermedia Systems*. Universidad de Hannover, Hannover.

- Hernández, E. (2012). *Sistema Hipermedia Adaptativo para la gestión de autoevaluaciones de conocimiento*. Tesis de pregrado, Universidad de Carabobo, Departamento de Computación, Bárbula.
- Herrando, S. (1989). *Tests adaptativos computerizados: una sencilla solución al problema de la estimación con puntuaciones perfecta y cero*. Segovia: II Conferencia Española de Biometría.
- Hidalgo, M., López-Pina, J., Inglés, C., & Méndez, X. (2002). Análisis psicométrico del Cuestionario de confianza para hablar en público, usando la teoría de respuesta al ítem. *Anales de Psicología*, 18(2), 333-349.
- Hidalgo, R., & Castaño, E. (2008). Teoría de Respuesta al Ítem: una aplicación educativa. *Eureka*, 22, 20-31.
- Karampiperis, P., & Sampson, D. (2013). Performance Evaluation of Decision-Based Content Selection Approaches in Adaptive Educational Hypermedia Systems. En A. Peña, *Intelligent and Adaptive* (págs. 161-182). Berlin: Springer-Verlag.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *Cómo planificar la investigación-acción*. Barcelona: Laertes.
- Kim, J., & Nicewander, W. (1993). Ability estimation for conventional tests. *Psychometrika*, 58(4), 587-599.
- Kingsbury, G. G., & Zara, A. (1989). Procedures for Selecting Items for Computerized Adaptive Tests. *Applied Measurement in Education*, 2(4), 359-375.
- Koch, N. (2010). *UML-based Web Engineering*. Universität München. Almería: Cirquent GmbH.
- Kolen, M., & Brennan, R. (1996). Test Equating. *Journal of Educational Measurement*, 33(3), 369-373.
- Kwan, R. (2002). A Preliminary Evaluation of a Computerized Adaptive Testing System on the Web. (K. Wong, R. Kwan, & J. Chan, Edits.) *Web-Based Learning: Men and Machines*, 123-134.
- Lahoz-Beltrá, R. (2005). *Bioinformática: simulación, vida artificial e inteligencia artificial*. Madrid: Día de Santos.
- Latorre, A. (2003). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Ed.Graó.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34-46.
- Lewis, A. (2003). *Tests psicológicos y evaluación*. México: Pearson Educación.
- Linacre, J. M. (2000). *Computer-Adaptive Testing: A Methodology Whose Time has come*. University of Chicago, MESA Psychometric Laboratory. Seoul: Komesa Press.
- López-Cuadrado, J. (2008). *Evaluación mediante test adaptativos informatizados en el contexto de un sistema adaptativo para el aprendizaje de la lengua vasca*. Tesis doctoral, Universidad del País Vasco, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, San Sebastián.

- López-Cuadrado, J., Pérez, T., & Armendariz, A. J. (2005). Evaluación mediante test: ¿Por qué no usar el ordenador? *Revista Iberoamericana de Educación*, 36(11), 1-15.
- López-Mezquita, M. T. (2005). *La evaluación de la competencia léxica: Test de vocabulario. Su fiabilidad y validez*. Centro de Investigaciones y Documentación Educativa. Granada: Solana e Hijos, A.G., S.A.
- Lord, F. (1955). Esúmatmgtestreliabiüity. *Educational and Psychological*, 15, 325-336.
- Lord, F. (1968). *Some Test Theory for Tailored Testing*. Princeton: Educational Testing Service.
- Lord, F. (1980). *Applications of Item Response Theory to Practical Testing*. Princeton, Estados Unidos: Lawrence Erlbaum.
- Majó, J., & Marqués, P. (2002). *La revolución educativa en la era de Internet*. Barcelona: Cisspraxis.
- McDonald, R. (1981). The dimensionality of tests and items. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 34(1), 100-117.
- Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación. (17 de Octubre de 2013). *Ley de Infogobierno*. Obtenido de Centro Nacional de Tecnología de Inofrmación - CNTI: [http://www.cnti.gob.ve/images/stories/documentos\\_pdf/leydeinfogob.pdf](http://www.cnti.gob.ve/images/stories/documentos_pdf/leydeinfogob.pdf)
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia del Gobierno de Chile. (s.f.). *Experiencias Internacionales*. Obtenido de Modernización y Gobierno Electrónico: <http://www.modernizacion.gob.cl/interoperabilidad/experiencias-internacionales/>
- Moldovan, L. (2014). Innovative Method of Peer Assisted Learning by Technology and Assessment of Practical Skills. *Procedia Technology*, 12, 667-674.
- Muraki, E., Hombo, C. M., & Lee, Y. (2000). Equating and linking of performance assessments. *Applied Psychological Measurement*, 24(4), 325-337.
- Navas, M. J. (2000). Equiparación de puntuaciones: exigencias actuales y retos de cara al futuro. *Metodología de las Ciencias del Comportamiento*, 2(2), 151-165.
- Ogasawara, H. (2001). Standard errors of item response theory equating/linking by response function methods. *Applied Psychological Measurement*, 25(1), 53-67.
- Olea, J., & Ponsoda, V. (2003). *Tests Adaptativos Informatizados*. Madrid, España: UNED Ediciones.
- Olea, J., Abad, F. J., Ponsoda, V., & Ximénez, M. C. (2004). Un test adaptativo informatizado para evaluar el conocimiento de inglés escrito: diseño y comprobaciones psicométricas. *Psicothema*, 16(3), 519-525.
- Oracle Corporation. (2016). *Las 10 razones principales para usar MySQL como base de datos integrada*. Obtenido de MySQL: <https://www.mysql.com/why-mysql/white-papers/las-10-razones-principales-para-usar-mysql-como-base-de-datos-integrada/>

- Ortega, F. (2005). *Sistemas Hipermedia para el aprendizaje de la Lectoescritura*. Cádiz, España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- Palacios, L., Arenas, R., & Pérez, G. (2003). Sistemas Hipermedia Adaptativos: una aproximación al tema. *Revista Cubana de Informática Médica*, 3(2), 55-70.
- Palamidessi, M. (2006). *Las escuelas y las tecnologías, en el torbellino del nuevo siglo*. Buenos Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica.
- Pérez, J. (2001). *Modelos de Medición: Desarrollos actuales, supuestos, ventajas e inconvenientes: Teoría de Respuesta a los Items (TRI)*. Universidad de Sevilla, Departamento de Psicología Experimental, Sevilla.
- Pérez, T., Gutiérrez, J., López, R., González, A., & Vadillo, J. (2001). Hipermedia, adaptación, constructivismo e instructivismo. *Inteligencia Artificial*, 12, 29-38.
- Reuelta, J., & Ponsoda, V. (1998). A comparison of item exposure control methods in computerized adaptive testing. *Journal of Educational Measurement*, 35(4), 311-327.
- Rossel, G. (2006). *Usando IRT y Agentes para Educación Distancia Adaptativa*. Universidad de Buenos Aires, Departamento de Computación – FCEyN, Buenos Aires.
- Rudner, L. (2010). Implementing the Graduate Management Admission Test Computerized Adaptive Test. *Elements of Adaptive Testing*, 151-165.
- Shneiderman, B. (1998). *Designing the user interface. Strategies for effective human-computer interaction*. Maryland: Addison-Wesley.
- Sierra, F. A., Valdelamar, J. R., Hernández, F. A., & Sarmiento, L. M. (2007). Test Adaptativos Informatizados. *Avances en Medición*, 5, 157-162.
- Simanca, F., Abuchar, A., & Rivera, P. (2014). *Odiseo: Algoritmo de Evaluación Inteligente en e-Learning*. Buenos Aires: Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.
- Stroud, A., & Secrest, D. (1966). *Gaussian Quadrature Formulas*. Princeton, Estados Unidos: Prentice-Hall.
- Suárez, M. (Febrero de 2011). SIRIUS: Sistema de Evaluación de la Usabilidad Web Orientado al Usuario y basado en la Determinación de Tareas Críticas. *Tesis Doctoral*. Universidad de Oviedo.
- Thissen, D., & Mislevy, R. J. (2000). Testing algorithms. En H. Wainer, N. Dorans, D. Eignor, R. Flaugher, B. Green, R. J. Mislevy, . . . D. Thissen, *Computerized Adaptive Testing: A Primer 2nd Ed* (págs. 101-132). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- van der Linden, W., & Pashley, P. (2000). Item Selection and Ability Estimation in Adaptive Testing. (W. van der Linden, & G. Glas, Edits.) *Computerized Adaptive Testing: Theory and Practice*, 1-25.

- van Rosmalen, P., & Boticario, J. (2005). Using Learning Design to Support Design and Runtime Adaptation. (R. Koper, & C. Tattersall, Edits.) *Learning Design*, 291-301.
- Wainer, H. (2000). *CATs: Whither and whence*. Princeton: Educational Testing Service.
- Wainer, H., & Mislevy, R. (2000). Item Response Theory, Item Calibration, and Proficiency Estimation. En H. Wainer, *Computerized Adaptive Testing* (págs. 61-99). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wainer, H., Dorans, N., Flaugher, R., & Green, B. (2000). *Computerized Adaptive Testing: A Primer* (Segunda ed.). New Jersey, Estado Unidos: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wang, T.-H. (2014). Developing an assessment-centered e-Learning system for improving student learning effectiveness. *Computers & Education*, 73, 189-203.
- Weiss, D. (1974). *Strategies of Adaptive Ability Measurement*. University Minneapolis, Department of Psychology. Minneapolis: Psychological Sciences Division Office of Naval Research of University of Minnesota.
- Wong, K., Leung, K., Kwan, R., & Tsang, P. (2010). E-Learning: Developing a Simple Web-Based Intelligent Tutoring System Using Cognitive Diagnostic Assessment and Adaptive Testing Technology. (P. Tsang, S. Cheung, V. Lee, & R. Huang, Edits.) *Hybrid Learning*, 6248, 23-34.
- Wu, H., De Bra, P., Aerts, A., & Houben, G.-J. (2000). Adaptation Control in Adaptive Hypermedia Systems. (P. Brusilovsky, O. Stock, & C. Strapparava, Edits.) *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, 1892, 250-259.

## ANEXO A

### Algunos estereotipos de UWE

Símbolo / Nombre	Uso en Diagrama	Significado
☆ adaptation	Caso de uso	Representa un caso de uso que realiza una adaptación de la aplicación al usuario.
⤵ process	Caso de uso	Representa un caso de uso en el que ocurren cambios en los datos de la aplicación.
Ⓞ observation	Caso de uso	Representa un caso de uso en el que se “observa” una actividad del usuario y se “almacena” para luego ser utilizada en actividades de adaptación. Por ejemplo: el usuario realiza una búsqueda de música, el sistema “observa” la música buscada por el usuario y la almacena, luego, con esta información puede hacer recomendaciones de música similar.
□ browsing	Caso de uso	Representa un caso de uso en el que los datos persistentes son solo leídos y mostrados al usuario.
⤵ userAction	Actividad	Es usado para indicar interacciones del usuario con la página web.
□⤵ systemAction	Actividad	Describe acciones que son ejecutadas por el sistema.
□ navigationClass	Navegación	Representa un nodo navegable y es la instancia de las clases del modelo de contenido.
▫ navigationLink	Navegación	Este tipo de enlace permite navegar entre dos clases de manera bidireccional.
☰ menú	Navegación	Se usa para manejar caminos de navegación alternativos.
⤵ processClass	Navegación	Se usan para integrar procesos al modelo de navegación y para definir el tipo de información que se intercambia con el usuario durante el proceso.
▸ processLink	Navegación	Si dos clases A y B se enlazan con este tipo de enlace significa que la primera desencadenó un proceso y la segunda es la respuesta a ese proceso. Un link de este tipo no permite la navegación hacia atrás. Por ejemplo: la

		clase “crear contacto” estaría enlazada con un <<processLink> con la “Creación del contacto”.
 button	Presentación	Elemento que permite iniciar alguna acción de la aplicación web.
 form	Presentación	Área de formulario Web.
 image	Presentación	Se utiliza para mostrar una imagen estática.
 presentationGroup	Presentación	Define un grupo de clases de presentación cuyos contenidos se muestran alternadamente en el mismo lugar de la página, dependiendo de la navegación.
 textInput	Presentación	Permite al usuario introducir texto.

## ANEXO B

### Especificación de Casos de Usos

Caso de Uso	Ingresar Sistema	Actores	Usuarios
<b>Descripción</b>	Los usuarios pueden acceder al sistema a través de un login y password.		
<b>Pre-Condiciones</b>	Tener una cuenta de acceso al sistema.		
<b>Flujo Normal</b>	Usuario	Sistema	
		El sistema muestra un formulario para que el usuario pueda ingresar el login y password.	
	<b>FN1</b> El usuario ingresar el login y password en el formulario.	El sistema valida los datos de acceso y lo redirecciona a la página de inicio de acuerdo a su perfil.	
<b>Flujo Alternativo</b>	<b>FN1</b> El usuario llena el formulario de acceso al sistema de manera incorrecta.	El sistema muestra un mensaje de error, dando la opción al usuario de insertar de nuevo los datos.	

Caso de Uso	Salir del Sistema	Actores	Usuarios
<b>Descripción</b>	Los usuarios pueden salir del sistema una vez hayan iniciado sesión en el mismo.		
<b>Pre-Condiciones</b>	Haber iniciado sesión.		
<b>Flujo Normal</b>	Usuario	Sistema	
		El sistema muestra al usuario la opción de cerrar sesión.	
	<b>FN1</b> El usuario selecciona la opción de cerrar sesión.	El sistema cierra la sesión del usuario y muestra la página de inicio para que vuelva iniciar sesión.	

<b>Caso de Uso</b>	<b>Ver Perfil</b>	<b>Actores</b>	<b>Usuarios</b>
<b>Descripción</b>	El usuario puede visualizar la información registrada de acuerdo al perfil que el pertenezca.		
<b>Pre-Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario debe estar registrado en el sistema.</li> <li>• El usuario debe haber iniciado sesión dentro del sistema.</li> </ul>		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>		<b>Sistema</b>
			El sistema muestra cada uno de los usuarios registrados.
	<b>FN1</b> El usuario selecciona el usuario a visualizar su información registrada. Si el usuario no es administrador solo podrá ver su información.		El sistema muestra la información registrada del perfil de usuario seleccionado. Si el usuario no es administrador, el sistema solo muestra el perfil del usuario que ha iniciado sesión

<b>Caso de Uso</b>	<b>Modificar Perfil</b>	<b>Actores</b>	<b>Administrador</b>
<b>Descripción</b>	El administrador del sistema puede modificar la información almacenada en el perfil de todos los usuarios registrados.		
<b>Pre-Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador debe estar registrado en el sistema.</li> <li>• El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.</li> </ul>		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>		<b>Sistema</b>
			El sistema muestra la información de cada uno de los perfiles de usuarios registrados.
	<b>FN1</b> El administrador selecciona el usuario a modificar su información.		El sistema muestra el formulario para modificar el perfil de usuario seleccionado.
	<b>FN2</b> El administrador llena el formulario.		El sistema valida el formulario, actualiza el perfil de usuario seleccionado y muestra pantalla de éxito.
<b>Flujo Alternativo</b>	<b>FN2</b> El administrador llena el formulario de modificación de manera incorrecta.		El sistema muestra un mensaje de error, dando la opción al administrador de insertar de nuevo los datos.

<b>Caso de Uso</b>	<b>Agregar Usuario Final</b>	<b>Actores</b>	<b>Administrador</b>
<b>Referencia CU</b>	Administrar Usuario Final.		
<b>Descripción</b>	El administrador puede registrar a los usuarios finales laborales definidos en el perfil de usuario tales como administradores y desarrolladores de sistemas.		
<b>Pre-Condiciones</b>	El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>	<b>Sistema</b>	
		El sistema muestra el formulario correspondiente para registrar el Usuario Final.	
	<b>FN1</b> El administrador llena el formulario.	El sistema valida el formulario, ingresa el usuario final y muestra la pantalla de éxito.	
<b>Flujo Alternativo</b>	<b>FN1</b> El administrador rellena el formulario de manera incorrecta.	El sistema muestra el mensaje de error y permite al administrador intentar de nuevo.	
<b>Caso de Uso</b>	<b>Deshabilitar Usuario Final</b>	<b>Actores</b>	<b>Administrador</b>
<b>Referencia CU</b>	Administrar Usuario Final.		
<b>Descripción</b>	El administrador podrá deshabilitar a un Usuario Final; es decir, restringir el acceso al sistema de un usuario final en particular.		
<b>Pre-Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.</li> <li>• El usuario final a deshabilitar debe estar registrado en el sistema y estar habilitado.</li> </ul>		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>	<b>Sistema</b>	
		El sistema muestra a cada uno de los usuarios finales registrados dentro del sistema.	
	<b>FN1</b> El administrador selecciona a los usuarios finales a deshabilitar.	El sistema deshabilita a los usuarios finales seleccionados por el administrador y muestra pantalla de éxito.	

<b>Caso de Uso</b>	<b>Habilitar Usuario Final</b>	<b>Actores</b>	<b>Administrador</b>
<b>Referencia CU</b>	Administrar Usuario Final.		
<b>Descripción</b>	El administrador podrá habilitar al usuario final; es decir, permitirle el acceso al sistema de un usuario final en particular.		
<b>Pre-Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.</li> <li>• El usuario final a habilitar debe estar deshabilitado dentro del sistema.</li> </ul>		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>		<b>Sistema</b>
			El sistema muestra todos los usuarios finales deshabilitados dentro del sistema.
	<b>FN1</b>	El administrador selecciona a los usuarios finales a habilitar.	El sistema habilita a los usuarios finales seleccionados por el administrador y muestra pantalla de éxito.

<b>Caso de Uso</b>	<b>Visualizar Rendimiento Usuario Final</b>	<b>Actores</b>	<b>Administrador</b>
<b>Descripción</b>	El administrador puede visualizar el rendimiento que tuvo el usuario final en los resultados obtenidos al aplicar el Test Adaptativo Informatizado.		
<b>Pre-Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.</li> <li>• El Usuario Final debió presentar el Test Adaptativo Informatizado.</li> </ul>		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>		<b>Sistema</b>
			El sistema muestra todos los usuarios finales laborales que han presentado uno o más test adaptativos informatizados.
	<b>FN1</b>	El administrador selecciona al usuario final con el fin de ver su rendimiento que tuvo en los test presentados por éste.	El sistema busca la información de los resultados generados en los test presentado por el usuario final seleccionado, tal como: nivel de habilidad, preguntas contestadas y el resultados obtenido por cada pregunta (correcta / incorrecta). Dicha información es mostrada por pantalla.

Caso de Uso	Agregar Contenido	Actores	Administrador
<b>Referencia CU</b>	Ver Información Contenido.		
<b>Descripción</b>	El administrador agrega contenidos que están relacionados a un test adaptativo informatizado, con el fin de mostrar dicho contenido si el nivel de habilidad obtenido del usuario final es bajo.		
<b>Pre-Condiciones</b>	El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>	<b>Sistema</b>	
		El sistema muestra el formulario correspondiente para agregar contenidos.	
	<b>FN1</b> El administrador llena el formulario.	El sistema valida el formulario, registra el contenido y muestra pantalla de éxito.	
<b>Flujo Alternativo</b>	<b>FN1</b> El administrador rellena el formulario de manera incorrecta.	El sistema muestra el mensaje de error y permite al administrador intentar de nuevo.	

Caso de Uso	Modificar Contenido	Actores	Administrador
<b>Referencia CU</b>	Ver Información Contenido.		
<b>Descripción</b>	El administrador puede modificar la información almacenada de los contenidos registrados.		
<b>Pre-Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.</li> <li>Los contenidos a modificar deben estar registrados.</li> </ul>		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>	<b>Sistema</b>	
		El sistema muestra la información de cada uno de los contenidos registrados.	
	<b>FN1</b> El administrador selecciona el contenido a modificar su información.	El sistema muestra el formulario para modificar el contenido seleccionado.	
	<b>FN2</b> El administrador llena el formulario.	El sistema valida el formulario, actualiza el contenido y muestra pantalla de éxito.	
<b>Flujo Alternativo</b>	<b>FN2</b> El administrador rellena el formulario de manera incorrecta.	El sistema muestra el mensaje de error y permite al administrador intentar de nuevo.	

Caso de Uso	Deshabilitar Contenido	Actores	Administrador
<b>Referencia CU</b>	Ver Información Contenido.		
<b>Descripción</b>	El administrador podrá deshabilitar contenidos, con el fin de que éstos no aparezcan dentro del sistema.		
<b>Pre-Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.</li> <li>• El contenido a deshabilitar debe estar registrado en el sistema y estar habilitado.</li> </ul>		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>		<b>Sistema</b>
			El sistema muestra a cada uno de los contenidos registrados dentro del sistema.
	<b>FN1</b>	El administrador selecciona los contenidos a deshabilitar.	El sistema deshabilita los contenidos seleccionados por el administrador y muestra pantalla de éxito.

Caso de Uso	Habilitar Contenido	Actores	Administrador
<b>Referencia CU</b>	Ver Información Contenido.		
<b>Descripción</b>	El administrador podrá habilitar los contenidos deshabilitados; es decir, volver a permitir visualizar los contenidos dentro del sistema.		
<b>Pre-Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.</li> <li>• El contenido a habilitar debe estar deshabilitado dentro del sistema.</li> </ul>		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>		<b>Sistema</b>
			El sistema muestra todos los contenidos deshabilitados dentro del sistema.
	<b>FN1</b>	El administrador selecciona los contenidos a habilitar.	El sistema habilita los contenidos seleccionados por el administrador y muestra pantalla de éxito.

Caso de Uso	Ver Contenido	Actores	Administrador
<b>Referencia CU</b>	Ver Información Contenido.		
<b>Descripción</b>	El administrador puede visualizar los contenidos registrados dentro del sistema.		
<b>Pre-Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.</li> <li>• El contenido debe estar registrado dentro del sistema.</li> </ul>		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>	<b>Sistema</b>	
		El sistema muestra todos los contenidos registrados dentro del sistema.	
	<b>FN1</b> El administrador selecciona el contenido a visualizar.	El sistema muestra la información registrada del contenido seleccionado.	

Caso de Uso	Agregar Ítem	Actores	Administrador
<b>Referencia CU</b>	Ver Información Banco de Ítem.		
<b>Descripción</b>	El administrador tiene la opción de crear un banco de ítems que conformarán los test adaptativo informatizados.		
<b>Pre-Condiciones</b>	El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>	<b>Sistema</b>	
		El sistema muestra el formulario correspondiente para agregar ítems.	
	<b>FN1</b> El administrador llena el formulario.	El sistema valida el formulario, ingresa el ítem y muestra pantalla de éxito.	
<b>Flujo Alternativo</b>	<b>FN1</b> El administrador llena el formulario de manera incorrecta.	El sistema muestra mensaje de error y permite intentar de nuevo.	

<b>Caso de Uso</b>	<b>Modificar Ítem</b>	<b>Actores</b>	<b>Administrador</b>
<b>Referencia CU</b>	Ver Información Banco de Ítem.		
<b>Descripción</b>	El administrador puede modificar la información registrada de cada uno de los ítems que conforman el Banco de Ítem.		
<b>Pre-Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.</li> <li>• Los ítems a modificar deben estar registrados dentro del sistema.</li> </ul>		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>		<b>Sistema</b>
			El sistema muestra la información de cada uno de los ítems registrados.
	<b>FN1</b>	El administrador selecciona el ítem para modificar.	El sistema muestra el formulario para modificar el ítem seleccionado.
	<b>FN2</b>	El administrador llena el formulario.	El sistema valida el formulario, actualiza el ítem y muestra pantalla de éxito.
<b>Flujo Alternativo</b>	<b>FN2</b>	El administrador rellena el formulario de manera incorrecta.	El sistema muestra el mensaje de error y permite al administrador intentar de nuevo.

Caso de Uso	Modificar Contenido	Actores	Administrador
<b>Referencia CU</b>	Ver Información Contenido.		
<b>Descripción</b>	El administrador puede modificar la información almacenada de los contenidos registrados.		
<b>Pre-Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.</li> <li>• Los ítems a modificar deben estar registrados dentro del sistema.</li> </ul>		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>	<b>Sistema</b>	
		El sistema muestra la información de cada uno de los contenidos registrados.	
	<b>FN1</b> El administrador selecciona el contenido a modificar su información.	El sistema muestra el formulario para modificar el contenido seleccionado.	
	<b>FN2</b> El administrador llena el formulario.	El sistema valida el formulario, actualiza el contenido y muestra pantalla de éxito.	
<b>Flujo Alternativo</b>	<b>FN2</b> El administrador rellena el formulario de manera incorrecta.	El sistema muestra el mensaje de error y permite al administrador intentar de nuevo.	

Caso de Uso	Ver Ítem	Actores	Administrador
<b>Referencia CU</b>	Ver Información Banco de Ítem.		
<b>Descripción</b>	El administrador tiene la opción de visualizar cada uno de los ítems que conforman el banco de ítems registrado dentro del sistema.		
<b>Pre-Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.</li> <li>• El ítem debe estar registrado dentro del sistema.</li> </ul>		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>	<b>Sistema</b>	
		El sistema muestra todos los ítems del banco de ítem registrado dentro del sistema.	
	<b>FN1</b> El administrador selecciona el ítem a visualizar.	El sistema muestra la información registrada del ítem seleccionado	

<b>Caso de Uso</b>	<b>Visualizar Parámetros</b>	<b>Actores</b>	<b>Administrador</b>
<b>Referencia CU</b>	Ver Información Banco de Ítem.		
<b>Descripción</b>	El administrador tiene la opción de visualizar los parámetros proporcionados por cada ítem después de haber realizado la equiparación a través de la reunión de expertos y administración del test a los estudiantes.		
<b>Pre-Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El administrador debe haber iniciado sesión dentro del sistema.</li> <li>• El ítem debe estar registrado dentro del sistema.</li> </ul>		
<b>Flujo Normal</b>	<b>Usuario</b>		<b>Sistema</b>
			El sistema muestra todos los ítems del banco de ítem registrado dentro del sistema.
	<b>FN1</b>	El administrador selecciona el ítem para visualizar sus parámetros.	El sistema muestra los parámetros registrados del ítem seleccionado.

## ANEXO C

### Banco de Ítems

#### Programación Orientada a Objetos

Todo profesional en el área de la Ingeniería de Software debe ser capaz de utilizar las herramientas correctas para diseñar y/o construir software sostenible, mantenibles y usables con el fin de que estos sistemas sean competitivos en el mercado. En base a lo anteriormente descrito, surge el paradigma orientado objeto con el fin de cumplir con las características antes descritas.

Las ventajas son numerosas y cada una de ellas aporta un valor significativo, a continuación se mencionarán algunas de ellas:

- Reusabilidad. Cuando se ha diseñado adecuadamente las clases, se pueden usar en distintas partes del programa y en numerosos proyectos.
- Mantenibilidad. Debido a la sencillez para abstraer el problema, los programas orientados a objetos son más sencillos de leer y comprender, pues permiten ocultar detalles de implementación dejando visibles sólo aquellos detalles más relevantes.
- Modificabilidad. La facilidad de añadir, suprimir o modificar nuevos objetos permiten hacer modificaciones de una forma muy sencilla.
- Fiabilidad. Al dividir el problema en partes más pequeñas se pueden probar de manera independiente y aislar mucho más fácilmente los posibles errores que puedan surgir.

Se diseñó el siguiente banco de ítems para evaluar el nivel de habilidad que tendrán los desarrolladores y administradores de sistema en este paradigma de programación.

1. ¿Cuáles son las dos características más comunes en todos los objetos?
  - a. Métodos e interfaces.
  - b. Estado y comportamiento.
  - c. Métodos y mensajes.

La respuesta correcta es la opción *b*.

2. ¿Qué sucede cuando un mensaje es enviado a un objeto?
  - a. Un método es llamado en ese objeto.
  - b. Una variable miembro se ha fijado para ese objeto.
  - c. Una cadena de texto *string* es asignado a ese objeto.

La respuesta correcta es la opción *a*.

3. ¿Cuándo una clase se basa en otra clase, hereda: ...?
  - a. Los métodos y mensajes de la clase
  - b. Solo los datos de la clase
  - c. Los métodos y atributos de la clase

La respuesta correcta es la opción *c*.

4. La programación orienta a objeto promueve el paradigma de programación que permite a los desarrolladores pensar en términos de:...?
  - a. Datos

- b. Procedimientos
- c. Objetos

La respuesta correcta es la opción *c*.

5. ¿Qué es una clase?

- a. Una clase es una sección de la memoria del ordenador que contiene objetos.
- b. Una clase es una sección del disco duro reservado para los programas orientados a objetos.
- c. Una clase es la parte de un objeto que contiene las variables.
- d. Una clase es una descripción de un tipo de objeto.

La respuesta correcta es la opción *d*.

6. ¿Qué otro nombre se conoce para crear un objeto?

- a. Instanciación.
- b. Insubordinación.
- c. Inicialización.
- d. Herencia.

La respuesta correcta es la opción *a*.

7. ¿Cuáles son los métodos y atributos estáticos de una clase?

- a. Los métodos y atributos que forman la base de cada objeto perteneciente a esa clase.
- b. Los métodos y atributos que pertenecen a todos los objetos del sistema informático.
- c. Los métodos y atributos que pertenecen sólo a los objetos de esa clase.
- d. Los métodos y atributos que son parte de la definición de la clase, pero no de sus objetos.

La respuesta correcta es la opción *d*.

8. ¿Cuántos objetos de una clase se puede construir en una aplicación?

- a. Solo uno por constructor.
- b. Todos lo que requiere la aplicación.
- c. Solo uno por clase.

La respuesta correcta es la opción *b*.

9. ¿Una \_\_\_\_\_ no puede proporcionar ningún código en absoluto, solo puede proporcionar la firma?

- a. Clase abstracta.
- b. Interfaz.
- c. Clase estática.

La respuesta correcta es la opción *b*.

10. ¿La información oculta también puede ser llamada como: ...?

- a. Herencia.
- b. Data oculta.
- c. Encapsulamiento.

La respuesta correcta es la opción *c*.

11. Selecciona el término que más se relaciona con el término de polimorfismo

- a. Asignación estática.
- b. Asignación dinámica.
- c. Enlace dinámico.
- d. Tipos estáticos.

La respuesta correcta es la opción *c*.

12. ¿Los métodos estáticos pueden ser invocados directamente desde la clase?
- a. Verdadero.
  - b. Falso.

La respuesta correcta es la opción *a*.

13. ¿Cuándo una sub clase declara un método que tiene los mismos tipos de argumentos declarado por una super clase, esto es conocido como...?
- a. Operador principal u overriding.
  - b. Sobrecarga de métodos.
  - c. Método principal u overriding.
  - d. Sobrecarga de operadores.

La respuesta correcta es la opción *c*.

14. ¿Cuál de los siguientes términos no es parte de la programación orientada a objeto?
- a. Multitarea.
  - b. Polimorfismo.
  - c. Información oculta.
  - d. Encapsulamiento.

La respuesta correcta es la opción *a*.

15. ¿Cuándo se deriva de una clase privada, los miembros públicos, protegidos y privados de dicha clase se convierten en miembros privados de la clase derivada?
- a. Verdadero.
  - b. Falso.

La respuesta correcta es la opción *b*.

16. ¿En Java, cuál palabra clave se utiliza para acceder a los métodos o atributos de la super clase?
- a. Using.
  - b. Is\_a.
  - c. Super.
  - d. Has\_a.

La respuesta correcta es la opción *c*.

17. ¿Los constructores se utilizan para...?
- a. Liberar memoria.
  - b. Para construir una interfaz de usuario.
  - c. Para crear una sub clase.
  - d. Para inicializar un objeto recién declarado.

La respuesta correcta es la opción *d*.

18. ¿El proceso la cual un objeto puede adquirir las propiedades de otro objeto se llama...?
- a. Encapsulamiento.
  - b. Herencia.
  - c. Interfaz.
  - d. Polimorfismo.

La respuesta correcta es la opción *b*.

19. ¿Qué modificadores están permitidos en una interfaz?
- a. Privado y protegido.
  - b. Abstracto y público.

c. Privado y estático.

La respuesta correcta es la opción *b*.

20. ¿Un objeto que tiene más de una forma se conoce como...?

- a. Interfaz.
- b. Clase abstracta.
- c. Herencia.
- d. Polimorfismo.

La respuesta correcta es la opción *d*.

21. ¿Dos o más métodos que tienen el mismo nombre en la misma clase con diferentes argumentos es llamado...?

- a. Sobrecarga de operadores.
- b. Método principal.
- c. Sobrecarga de métodos.
- d. Métodos abstractos.

La respuesta correcta es la opción *c*.

22. ¿Métodos con el mismo nombre o diferentes tipos de retornos y diferencia en los parámetros ya sea en números o tipos de datos son conocidos como...?

- a. Sobrecarga de tiempo de compilación.
- b. Función principal.
- c. Sobrecarga de métodos.

La respuesta correcta es la opción *a*.

23. ¿El acceso a los datos o métodos privados es...?

- a. Restringido a los métodos de la misma clase.
- b. Restringido a los métodos de otras clases.
- c. Disponible a los métodos de la misma clase y otras clases.
- d. No es inconveniente porque el programa no compilara el código.

La respuesta correcta es la opción *b*.

24. ¿La herencia es el proceso de...?

- a. Usar clases en el estándar establecido por los lenguajes de programación.
- b. Usar las características de una clase existente.
- c. Combinar datos y métodos, que proceden de los datos que se encuentran dentro del mismo modulo.
- d. Dividir un programa en varios archivos relacionados para cada clase.

La respuesta correcta es la opción *b*.

25. ¿Cuál es la descripción que crees que define mejor el concepto 'clase' en la programación orientada a objetos?

- a. Es un concepto similar al de 'array'
- b. Es un tipo particular de variable
- c. Es un modelo o plantilla a partir de la cual creamos objetos
- d. Es una categoría de datos ordenada secuencialmente

La respuesta correcta es la opción *c*.

26. ¿Qué código de los siguientes tiene que ver con la herencia?

- a. `public class Componente extends Producto`
- b. `public class Componente inherit Producto`

- c. `public class Componente implements Producto`
- d. `public class Componente belong to Producto`

La respuesta correcta es la opción *a*.

27. En Java, ¿a qué nos estamos refiriendo si hablamos de 'Swing'?

- a. Una función utilizada para intercambiar valores
- b. Es el sobrenombre de la versión 1.3 del JDK
- c. Un framework específico para Android
- d. Una librería para construir interfaces gráficas

La respuesta correcta es la opción *d*.

28. ¿Qué es Eclipse?

- a. Una librería de Java
- b. Una versión de Java especial para servidores
- c. Un IDE para desarrollar aplicaciones
- d. Un diseñador gráfico

La respuesta correcta es la opción *c*.

29. ¿Qué es el bytecode en Java?

- a. El formato de intercambio de datos
- b. El formato que obtenemos tras compilar un fuente .java
- c. Un tipo de variable
- d. Un depurador de código

La respuesta correcta es la opción *b*.

30. ¿Qué código asociarías a una Interfaz en Java?

- a. `public class Componente interface Product`
- b. `Componente cp = new Componente (interfaz)`
- c. `public class Componente implements Printable`
- d. `Componente cp = new Componente.interfaz`

La respuesta correcta es la opción *c*.

31. Que significa sobrecarga de métodos?

- a. Editarlo para modificar su comportamiento
- b. Cambiarle el nombre dejándolo con la misma funcionalidad
- c. Crear un método con el mismo nombre pero diferentes argumentos
- d. Añadirle funcionalidades a un método

La respuesta correcta es la opción *c*.

32. ¿Qué es una excepción?

- a. Un error que lanza un método cuando algo va mal
- b. Un objeto que no puede ser instanciado
- c. Un bucle que no finaliza
- d. Un tipo de evento muy utilizado al crear interfaces

La respuesta correcta es la opción *a*.

33. ¿Qué comando se utiliza para para ejecutar un programa ya compilado en Java?

- a. `Javac`
- b. `Java`
- c. `Run`
- d. `Execute.`

La respuesta correcta es la opción *b*.

34. ¿Cuál de las siguientes características describe la arquitectura de Java?

- a. Multiplataforma.
- b. Multilenguaje.
- c. Abstracto.
- d. Orientado a procedimientos.

La respuesta correcta es la opción *c*.

35. ¿Qué método se utiliza para definir el cuerpo principal de una aplicación en Java?

- a. `main()`.
- b. `init()`.
- c. `start()`.
- d. `main(String args[])`

La respuesta correcta es la opción *d*.

36. ¿Con que otro nombre se conoce a las subclases?

- a. Clases abstractas.
- b. Interfaces.
- c. Clase padre.
- d. Clase derivada.

La respuesta correcta es la opción *d*.

37. ¿Cuál de las siguientes opciones corresponde a Java?

- a. Tiene solo un interpretador.
- b. Interpreta y luego compila.
- c. Tiene un solo compilador.
- d. Tiene ambos un compilador y un interpretador.

La respuesta correcta es la opción *d*.

38. ¿Cuál de los siguientes tipos de datos puede almacenar un valor entero?

- a. `double`.
- b. `String`.
- c. `boolean`.
- d. `array`.

La respuesta correcta es la opción *a*.

39. ¿Cuándo un objeto es declarado pero no creado qué valor obtiene por defecto?

- a. `null`.
- b. `0`.
- c. Cadena vacía.
- d. `false`.

La respuesta correcta es la opción *a*.

40. Una clase llamada `OperacionesBasicas` ¿Cuál sería la forma correcta de definir el constructor de la misma sin argumentos?

- a. `String OperacionesBasicas() { ... }`
- b. `void operacionesbasicas() { ... }`
- c. `OperacionesBasicas() { ... }`
- d. `OperacionesBasicas(type arg1, type arg2, ...) { ... }`

La respuesta correcta es la opción *c*.

41. ¿Qué clase reservada debe estar en la definición de una clase?

- a. abstract.
- b. int.
- c. class.
- d. import.

La respuesta correcta es la opción *c*.

42. La clase Class1 está definida en el paquete packageX. La clase Class2, que es una clase derivada de Class1, está definida en el paquete packageY. ¿Qué tipo de variables declaradas en Class1 pueden ser accedidas por un objeto de Class2?

- a. private y protected.
- b. protected y public.
- c. public y package.
- d. package y private.

La respuesta correcta es la opción *b*.

43. ¿Qué es un objeto serializable?

- a. Es un objeto que se puede convertir en una secuencia de byte.
- b. Son objetos que se crean solo en tiempo de ejecución y destruidos después de un tiempo determinado por la máquina virtual de java.
- c. Son objetos que albergan valores del mismo tipo.
- d. Son objetos que referencia a otros objetos pertenecientes a la misma clase.

La respuesta correcta es la opción *a*.

44. ¿Cuál de los siguientes modificadores debe usarse para modificar una variable para hacerla inaccesible por la subclase?

- a. private.
- b. protected.
- c. abstract.
- d. public.

La respuesta correcta es la opción *a*.

45. ¿Una clase que es subclase de otra clase puede ser una superclase de alguna otra clase?

- a. Verdadero.
- b. Falso.

La respuesta correcta es la opción *a*.

46. Por defecto ¿Cuál de las siguientes clases heredan todas las clases en java?

- a. Base.
- b. Super.
- c. Object.
- d. String.

La respuesta correcta es la opción *c*.

47. X es la superclase de Y y Y es la superclase de Z. cuando un objeto Z es creado. ¿Cuál es el orden en que los constructores se invocan dentro de la aplicación?

- a. Solo el constructor de X es invocado.
- b. Constructor de Z, Constructor de Y, Constructor de X.
- c. Constructor de X, Constructor de Y, Constructor de Z.
- d. Solo el constructor de X es invocado.

La respuesta correcta es la opción *c*.

48. ¿Cuál palabra clave es usada en Java para impedir la sobrescritura de métodos en una subclase?
- static.
  - abstract.
  - final.
  - private.

La respuesta correcta es la opción *c*.

49. ¿Cuál de las siguientes opciones no corresponden acerca de los métodos abstractos?
- Pueden ser accedidos directamente sin crear un objeto de la clase que los contiene.
  - No se proporciona su implementación.
  - Su implementación es proporcionada por sus subclases.
  - Nunca pueden ser invocados.

La respuesta correcta es la opción *a*.

50. ¿Una clase abstracta debe contener al menos un método abstracto?
- Verdadero.
  - Falso.

La respuesta correcta es la opción *b*.

51. ¿Cuál de las siguientes opciones es la manera correcta de definir una interfaz?
- public class A implements interface {}
  - public interface A {}
  - public class A extends interface {}
  - public A implements interface {}

La respuesta correcta es la opción *b*.

52. ¿Cuál de las siguientes declaraciones es sintácticamente correcta cuando se implementa una interfaz A que declara dos métodos method1 y method2?
- public class B extends A{ public void method1() { ... }; public void method2() { ... }; }
  - public class B implements A{ public void method1() { ... }; public void method2() { ... }; }
  - public class B abstract A{ public abstract void method1() { ... }; public abstract void method2() { ... }; }

La respuesta correcta es la opción *b*.

53. ¿Cuál de las siguientes opciones es falsa acerca de una interfaz?
- Una variable de tipo interfaz puede hacer referencia a un objeto de la clase que la implementa.
  - Las interfaces pueden ser instanciadas.
  - Es posible crear una jerarquía de interfaces.
  - Una interfaz que contenga un método abstract declarado en ella no debe tener el modificador abstract en su declaración.

La respuesta correcta es la opción *b*.

54. ¿Se puede tener varias clases con el mismo nombre pero en distintos paquetes?
- Verdadero.
  - Falso.

La respuesta correcta es la opción *a*.

55. ¿Se puede utilizar el mismo nombre de paquete para diferentes definiciones de clases en diferentes archivos?

- a. Verdadero.
- b. Falso.

La respuesta correcta es la opción *a*.

56. ¿Cuál de las siguientes sentencias no es verdadera acerca de la instrucción `package`?
- a. Debe ser la primera instrucción declarada en un archivo fuente Java.
  - b. Debe ir después de las instrucciones `import`.
  - c. Se termina con un punto y coma.
  - d. Asegura que todas las clases definidas en el archivo fuente pertenecen al paquete.

La respuesta correcta es la opción *b*.

57. Un programa Java tiene la siguiente instrucción `package pack1.pack2.pack3.A`. ¿Cuál de las siguientes es verdadera acerca de la instrucción?
- a. `A` es el nombre del paquete, y el resto son simplemente nombres de directorios.
  - b. `A` es el nombre de la clase, y el resto son nombres de paquetes.
  - c. `pack1`, `pack2` y `pack3` son nombre de paquetes.
  - d. `pack1` es el nombre del directorio y `pack2`, `pack3` y `A` es el nombre del paquete.

La respuesta correcta es la opción *b*.

58. Cuando una clase no se almacena en un paquete definido por el usuario ¿Dónde esta se almacena?
- a. El paquete `java.name`.
  - b. Un paquete con el mismo nombre que el directorio actual.
  - c. El paquete por defecto (Default package).
  - d. Toda clase debe ser almacenada en un paquete definido por el usuario.

La respuesta correcta es la opción *c*.

59. ¿Para cuál de los siguientes será visible un miembro sin especificaciones de acceso explícito en la definición de su clase?
- a. Subclases en otros paquetes.
  - b. Clases en el mismo paquete.
  - c. Toda clase deben de tener miembros de acceso.

La respuesta correcta es la opción *b*.

60. ¿Implícitamente, todas las variables en una interfaz son de la forma `final` y `static`?
- a. Verdadero.
  - b. Falso.

La respuesta correcta es la opción *a*.

61. A continuación se muestra la sintaxis para crear un objeto en Java de la clase `Object`. ¿Cuál de las siguientes opciones no se cumplen cuando la siguiente declaración se lleva a cabo en tiempo de ejecución? `Object object = new Object();`
- a. Una nueva instancia de la clase `Object` es creada.
  - b. Se le asigna espacio de memoria al nuevo objeto creado, si está disponible.
  - c. La referencia `object` de tipo `Object` es asignada a una nueva instancia de `Object`.
  - d. No se instancia el nuevo objeto porque nunca se ha definido la clase `Object`.

La respuesta correcta es la opción *d*.

62. ¿Qué da como resultado el siguiente código?

```
class VQClassA {  
    public VQClassA(int x) {
```

```

        this.x = x;
    } protected int x;
}

public class VQClassB extends VQClassA {
    public VQClassB(int x, int x2, int y) {
        super(x);
        x = x2;
        this.y = y;
    } private VQClassB(int x, int y) {
        super(x);
        this.x = x;
        this.y = y;
    }

    private int x;

    private int y;

    public static void main(String[] args) {
        VQClassA vqa = new VQClassA(10);

        VQClassB vqb = new VQClassB(20, 10);

        vqa = vqb;
        System.out.println(vqa.x + " " + vqb.y);
    }
}

```

- a. 10 10
- b. 10 20
- c. 20 20
- d. 20 10

La respuesta correcta es la opción *d*.

63. Selecciona el equivalente correcto de las siguientes instrucciones:

```

int[][] array = new int[3][]
for(int i=0; i<array.length; i++;)
    array[i] = new int[3];

```

- a. `int [][] array = new int[3][];`
- b. `int [][] array = new int[3][3];`
- c. `int [3][] array = new int[3][];`
- d. `int [][][3] array = new int[3][];`

La respuesta correcta es la opción *b*.

64. ¿Cuál declaración no se cumple con respecto al siguiente programa?

```

public class VirtuQCourseProvide {
    public static void main(String[] args) {
        String firstName = "VirtuQ";

```

```
String lastName = "Simplifying Education";  
String FullName = firstName + lastName;  
String courseProvider = FullName;  
}}
```

- a. La sentencia `courseProvider == FullName` da como resultado `true`.
- b. La sentencia `courseProvider.equals(courseProvider==firstName+lastName)` da como resultado `true`.
- c. La sentencia `courseProvider.equals(FullName)` da como resultado `true`.
- d. La sentencia `courseProvider.equals(courseProvider==firstName+lastName)` da como resultado `false`.

La respuesta correcta es la opción *b*.

65. Cuando usted corre una aplicación Java ¿Qué primer método es el que se invoca?

- a. `main`.
- b. `run`.
- c. Algún método de la clase presente dentro de la aplicación.
- d. `super`.

La respuesta correcta es la opción *a*.

66. ¿Cuál de las siguientes instrucciones es correcta para invocar el método `length()` del objeto `str`?

- a. `val = str.length();`
- b. `val = length.str();`
- c. `val = length().str;`
- d. `val = length(str);`

La respuesta correcta es la opción *a*.

67. ¿Cuál de las siguientes instrucciones es correcta?

- a. `String val("Hello World");`
- b. `String val = 'Hello World';`
- c. `String val = new "Hello World";`
- d. `String val = "Hello World";`

La respuesta correcta es la opción *d*.

68. Al tratar de realizar la siguiente conversión:

```
String valor = "Hello World";  
int conversión = Integer.parseInt(valor);
```

¿Qué valor tendrá la variable `conversión`?

- a. 0.
- b. "Hello World".
- c. Se producirá una excepción.

La respuesta correcta es la opción *c*.

69. ¿Cuándo se produce una excepción en Java con que método podemos visualizar el volcamiento de pila con todas las funciones que estaban siendo llamadas en el momento que se produjo el error?

- a. `getMessage()`.
- b. `printStackTrace()`.
- c. `getCause()`.
- d. `getStackTrace()`.

La respuesta correcta es la opción *b*.

70. ¿Para determinar si una variable pertenece a un tipo de variable en específico, que palabra clave o comando utilizamos?

- a. is.
- b. ==.
- c. have.
- d. instanceof.

La respuesta correcta es la opción *d*.

71. ¿Qué da como resultado el siguiente código?

```
public class VQClassB {
    class VQClassA {
        public VQClassA(int x) {
            this.x = x;
        } protected int x;
    } public VQClassB(int x, int x2, int y) {
        x = x2;
        this.y = y;
    }

    private VQClassB(int x, int y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }

    private int x;

    private int y;

    public static void main(String[] args) {
        VQClassB vqb = new VQClassB(20, 10);

        VQClassB.VQClassA vqa = new VQClassB(10, 10).new VQClassA(10);

        System.out.println(vqa.x + " " + vqb.x);
    }
}
```

- a. 10 10
- b. 10 20
- c. 20 20
- d. 20 10

La respuesta correcta es la opción *b*.

72. ¿Al ejecutar el siguiente código que resultado produce?

```
int []a = {1,2,3,4,5,6};
int i = a.length - 1;
while(i>=0){
    System.out.println(a[i]);
}
```

```
        i--;  
    }
```

- a. 123456
- b. Una excepción.
- c. 654321
- d. 12345

La respuesta correcta es la opción *c*.

73. ¿Al ejecutar el siguiente código que resultado produce?

```
int a[] = { 1,2,53,4};  
int b[][] = { {1,2,4} , {2,2,1},{0,43,2}};  
System.out.print(a[3]==b[0][2] );  
System.out.print(" " + (a[2]==b[2][1]));
```

- a. true false.
- b. false false.
- c. true true.
- d. false true.

La respuesta correcta es la opción *a*.

74. Tenemos definido el siguiente método:

```
public int obtenerAreaTriangulo(){  
    double base = 10;  
    double altura = 5;  
    double area = base*altura/2;  
    return area;  
    area++;  
}
```

¿Qué valor de area retornada la función obtenerAreaTriangulo?

- a. 10.
- b. 5.
- c. 25.
- d. 26.

La respuesta correcta es la opción *c*.

75. ¿Qué tipo de datos pertenecen los tipo como: Byte, Short, Integer, Long y Float?

- a. Tipo de la biblioteca estándar de Java.
- b. Tipo definido por el usuario.
- c. Arrays.
- d. Tipo envoltorio o wrapper.

La respuesta correcta es la opción *d*.

76. ¿Cuál es el método que se utiliza para operar sobre los mismos datos simultáneamente?

- a. Método abstracto.
- b. Método final.
- c. Método nativo.
- d. Método sincronizado.

La respuesta correcta es la opción *d*.

77. ¿Qué modificador de acceso se utiliza para proteger información muy confidencial?

- a. public.
- b. protected.
- c. private.
- d. package.

La respuesta correcta es la opción *c*.

78. ¿Si no se define un constructor, la clase tendrá un constructor por defecto creado por el sistema en tiempo de ejecución?

- a. Verdadero.
- b. Falso.

La respuesta correcta es la opción *a*.

79. ¿Qué palabra reservada es utilizada para acceder a los miembros del objeto actual?

- a. super.
- b. this.
- c. implements.
- d. new.

La respuesta correcta es la opción *b*.

80. ¿Java acepta la herencia múltiple?

- a. Verdadero.
- b. Falso.

La respuesta correcta es la opción *b*.

81. ¿Qué palabra reservada se utiliza para declarar constante?

- a. final.
- b. super.
- c. constant.
- d. new.

La respuesta correcta es la opción *a*.

82. ¿Qué modificador se usa en la declaración de una clase para prevenir la herencia?

- a. public.
- b. final.
- c. package.
- d. stop.

La respuesta correcta es la opción *b*.

83. Se tiene el siguiente código:

```
public class Estudiante{
    private String nombre;
    public Estudiante(){
        nombre = "";
    }
    public String getNombre(){
        return nombre;
    }
    public void setNombre(String nombre)
```

```

    {
        this.nombre = nombre;
    }
}

```

¿Cómo se puede inicializar el atributo nombre con el valor de Juan?

- Estudiante estudiante = new Estudiante("Juan");
- Estudiante estudiante = new Estudiante(); estudiante.nombre = "Juan";
- Estudiante estudiante = new Estudiante(); estudiante.setNombre("Juan");
- Estudiante estudiante; estudiante.setNombre("Juan");

La respuesta correcta es la opción c.

84. ¿Qué determina como responde el objeto ante peticiones de otros objetos?

- Estado.
- Comportamiento.
- Identidad.

La respuesta correcta es la opción c.

85. ¿Qué propiedad hace referencia el siguiente código?

```

class Matemáticas{
    public double suma(double x, double y) {
        return x+y;
    }
    public double suma(double x, double y, double z){
        return x+y+z;
    }
    public double suma(double[] array){
        double total =0;
        for(int i=0; i<array.length;i++)
            total+=array[i];
        return total;
    }
}

```

- Encapsulamiento.
- Ocultación.
- Polimorfismo.
- Herencia.

La respuesta correcta es la opción c.

86. Al ejecutar el siguiente programa

```

package padre;
public class A {
    private int i, j;
    public A(int a, int b){

```

```

        i = a;
        j = b;
    }
    public void mostrar(){
        System.out.println("i y j: " + i + " " + j);
    }
}

```

```

package hija;
import padre.A;
public class B extends A {
    int k;
    public B(int a, int b, int c) {
        super(a, b);
        k = c;
    }
    public void mostrar(){
        System.out.println("k: " + k);
    }
}

```

```

package principal;
import hija.B;
public class Sobreescritura {
    public static void main(String args[]){
        B b = new B(1,2,3);
        b.mostrar();
    }
}

```

¿Qué da como resultado?

- a. k: 3
- b. i y j: 1 2
- c. k: 2
- d. Genera un error.

La respuesta correcta es la opción *a*.

87. La ventaja de utilizar un objeto de una clase wrapper en lugar de una variable del tipo primitivo es

- a. La pregunta no tiene sentido, esas definiciones no existen en Java.
- b. El objeto tiene métodos de utilidad.
- c. Es al revés, resulta más ventajoso usar la variable del tipo primitivo.
- d. Los tipos primitivos no tienen clases wrapper, tienen clases filler.

La respuesta correcta es la opción *b*.

88. ¿Qué hay que poner en la cabecera de un método que genera una o más excepciones para los errores detectados?

- a. Throw Exceptions.
- b. Throws Exceptions.
- c. Throw Exception.
- d. Throws Exception.

La respuesta correcta es la opción *d*.

89. ¿En principio, qué nivel de acceso deben tener en Java los atributos de una clase?

- a. private.
- b. public.
- c. protected.
- d. friend.

La respuesta correcta es la opción *a*.

90. La noción de objeto permite que programas que tienen la misma estructura puedan llegar a usar objetos ya definidos de manera particular en otra parte del programa, esta es una característica de POO, a esta característica se le identifica con:

- a. Uniformidad.
- b. Estabilidad.
- c. Flexibilidad.
- d. Reusabilidad.

La respuesta correcta es la opción *d*.

91. La orientación a objetos permite ayudar a combatir problemas del desarrollo de software que se presenta en:

- a. La estructura de los programas.
- b. El uso de subrutinas.
- c. La portabilidad del código.
- d. La definición de variables.

La respuesta correcta es la opción *c*.

92. De acuerdo a la siguiente sintaxis general del siguiente método  
ModificadorDeAcceso returnTipo metodoNombreLista\_parametro )

```
{  
  Declaraciones;  
  return returnValor;  
}
```

¿Qué es cierto para el ModificadorDeAcceso?

- a. Siempre debe ser público o privado.
- b. Se puede omitir, pero si no se omite debe ser público o privado.
- c. Se puede omitir, pero si no se omite hay varias opciones incluyendo privado y público.
- d. El modificador de acceso debe estar de acuerdo con el tipo del valor de retorno.

La respuesta correcta es la opción *c*.

93. ¿Cuándo el modificador de acceso se omite en la definición de un miembro de una clase (atributos o métodos)?

- a. default access.
- b. public access.

- c. private access.
- d. universal access.

La respuesta correcta es la opción *a*.

94. De acuerdo a la siguiente sintaxis general del siguiente método  
ModificadorDeAcceso returnTipo metodoNombreLista\_parametro )
- ```
{  
  Declaraciones;  
  return returnValor;  
}
```

¿Cuál de las siguientes opciones es cierta para returnTipo y returnValor?

- a. El returnValor debe ser exactamente el mismo tipo que el returnTipo.
- b. El returnValor debe ser el mismo tipo que el returnTipo, o de ser un tipo que se pueda convertir a returnTipo sin pérdida de información.
- c. El returnValor puede ser de cualquier tipo, pero se convertirá automáticamente a returnTipo cuando el método retorna el valor.
- d. Si el returnTipo es nulo entonces el returnValor puede ser de cualquier tipo.

La respuesta correcta es la opción *b*.

95. ¿Qué tipo de paso de parámetros es utilizado por Java?
- a. Por valor.
  - b. Por referencia.
  - c. Por parámetro.
  - d. En espera.

La respuesta correcta es la opción *a*.

96. ¿Qué da como resultado el siguiente código?
- ```
String str = "Hello World!" ;  
str.substring(6);  
System.out.println( str );
```

- a. World!
- b. Hello
- c. Hello World!
- d. El fragmento dará error de compilación.

La respuesta correcta es la opción *c*.

97. ¿Qué da como resultado el siguiente código?
- ```
String str = "Hello World!" ;  
System.out.println( str.length() );
```

- a. 0
- b. 10
- c. 11
- d. 12

La respuesta correcta es la opción *d*.

98. Examina el siguiente código  
String str = "Hello World!" ;  
¿Cuál es el índice del carácter W?

- a. 0
- b. 5
- c. 6
- d. 7

La respuesta correcta es la opción *c*.

99. Examina el siguiente código

```
String str = "One Fine Day";
```

```
String A = str.substring(4);
```

```
String B = A.substring(0,4);
```

```
System.out.println( B );
```

¿Qué resultado mostrara por pantalla?

- a. One
- b. Fine
- c. Day
- d. Fine Day

La respuesta correcta es la opción *b*.

100. ¿Cómo se denominan genéricamente los métodos que en Java permiten el acceso a los atributos privados de una clase?

- a. Inputers y outputers.
- b. Getters y setters.
- c. Readers y writers.
- d. Asigners y displayers.

La respuesta correcta es la opción *b*.

## ANEXO D

### Porcentaje de Personas que acertaron o fallaron un ítem

| ITEM | % ACIERTO | % FALLO |
|------|-----------|---------|
| 1    | 44        | 56      |
| 2    | 54        | 46      |
| 3    | 46        | 54      |
| 4    | 52        | 48      |
| 5    | 54        | 46      |
| 6    | 42        | 58      |
| 7    | 52        | 48      |
| 8    | 44        | 56      |
| 9    | 64        | 36      |
| 10   | 44        | 56      |
| 11   | 46        | 54      |
| 12   | 50        | 50      |
| 13   | 42        | 58      |
| 14   | 38        | 62      |
| 15   | 42        | 58      |
| 16   | 46        | 54      |
| 17   | 56        | 44      |
| 18   | 60        | 40      |
| 19   | 46        | 54      |
| 20   | 52        | 48      |
| 21   | 44        | 56      |
| 22   | 50        | 50      |
| 23   | 54        | 46      |
| 24   | 46        | 54      |
| 25   | 58        | 42      |
| 26   | 46        | 54      |
| 27   | 52        | 48      |
| 28   | 56        | 44      |
| 29   | 46        | 54      |
| 30   | 40        | 60      |
| 31   | 58        | 42      |
| 32   | 48        | 58      |
| 33   | 54        | 46      |
| 34   | 44        | 56      |
| 35   | 50        | 50      |
| 36   | 52        | 48      |
| 37   | 54        | 46      |
| 38   | 54        | 46      |
| 39   | 52        | 48      |
| 40   | 56        | 44      |

|    |    |    |
|----|----|----|
| 41 | 48 | 52 |
| 42 | 60 | 40 |
| 43 | 42 | 58 |
| 44 | 46 | 54 |
| 45 | 46 | 54 |
| 46 | 50 | 50 |
| 47 | 46 | 54 |
| 48 | 58 | 42 |
| 49 | 46 | 54 |
| 50 | 52 | 48 |
| 51 | 52 | 48 |
| 52 | 50 | 50 |
| 53 | 56 | 44 |
| 54 | 54 | 46 |
| 55 | 48 | 52 |
| 56 | 56 | 44 |
| 57 | 44 | 56 |
| 58 | 52 | 48 |
| 59 | 40 | 60 |
| 60 | 38 | 62 |
| 61 | 44 | 56 |
| 62 | 50 | 50 |
| 63 | 58 | 42 |
| 64 | 52 | 48 |
| 65 | 52 | 48 |
| 66 | 52 | 48 |
| 67 | 42 | 58 |
| 68 | 44 | 56 |
| 69 | 54 | 46 |
| 70 | 46 | 54 |
| 71 | 50 | 50 |
| 72 | 56 | 44 |
| 73 | 44 | 56 |
| 74 | 50 | 50 |
| 75 | 50 | 50 |
| 76 | 46 | 54 |
| 77 | 50 | 50 |
| 78 | 40 | 60 |
| 79 | 50 | 50 |
| 80 | 58 | 42 |
| 81 | 46 | 54 |
| 82 | 42 | 58 |
| 83 | 40 | 60 |
| 84 | 48 | 52 |
| 85 | 42 | 58 |

|     |    |    |
|-----|----|----|
| 86  | 50 | 50 |
| 87  | 56 | 44 |
| 88  | 54 | 46 |
| 89  | 58 | 42 |
| 90  | 62 | 38 |
| 91  | 50 | 50 |
| 92  | 38 | 62 |
| 93  | 56 | 44 |
| 94  | 52 | 48 |
| 95  | 48 | 52 |
| 96  | 56 | 44 |
| 97  | 52 | 48 |
| 98  | 54 | 46 |
| 99  | 46 | 54 |
| 100 | 38 | 62 |

## ANEXO E

### Calibración del Banco de ítems

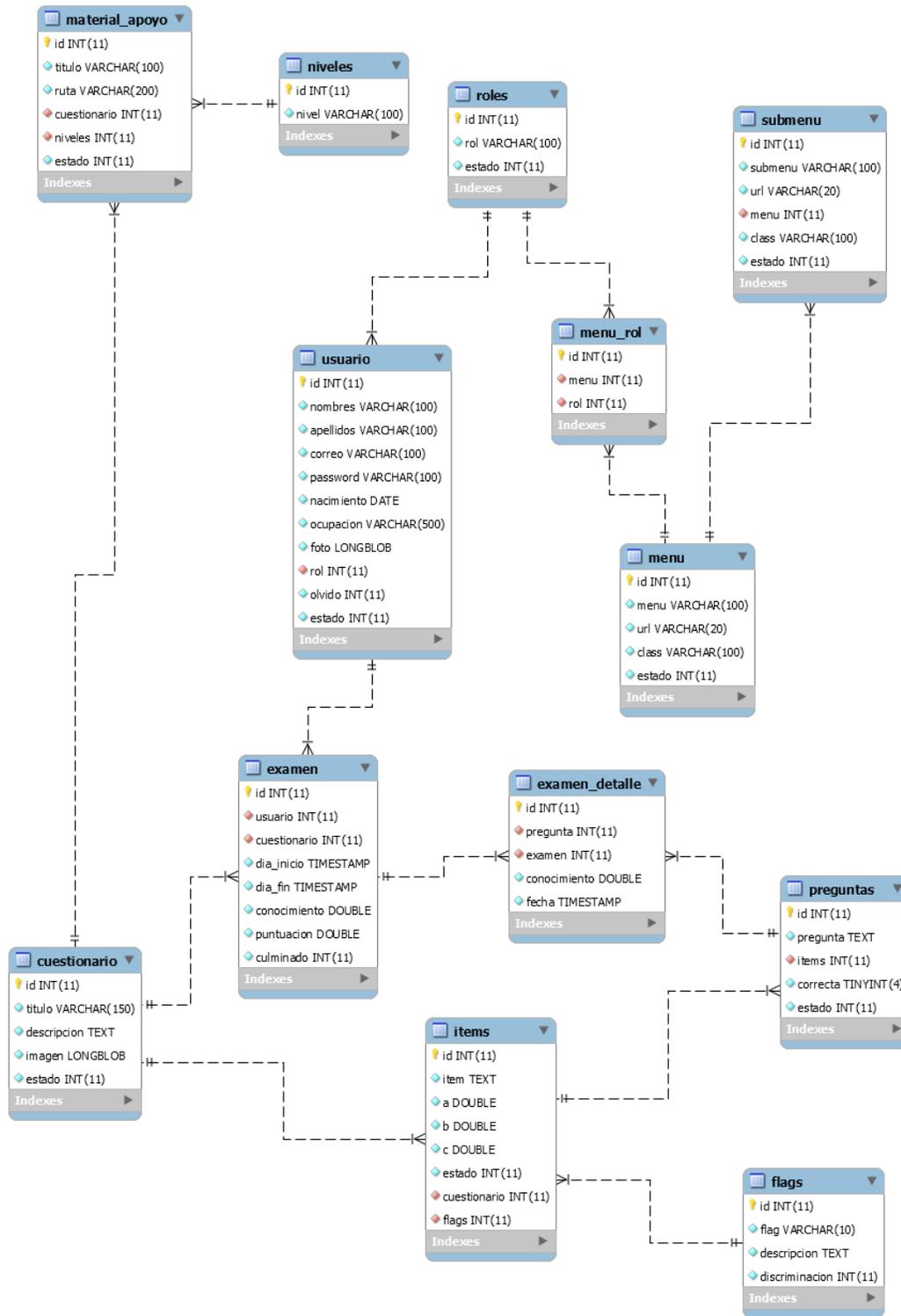
| ITEM | a     | b     | c     |
|------|-------|-------|-------|
| 1    | 0.33  | 2.331 | 0.269 |
| 2    | 0.34  | 1.086 | 0.269 |
| 3    | 0.387 | 2.924 | 0.375 |
| 4    | 0.369 | 1.164 | 0.251 |
| 5    | 0.369 | 1.03  | 0.252 |
| 6    | 0.421 | 1.793 | 0.247 |
| 7    | 0.383 | 1.04  | 0.249 |
| 8    | 0.363 | 2.226 | 0.253 |
| 9    | 0.372 | 0.005 | 0.25  |
| 10   | 0.396 | 1.679 | 0.248 |
| 11   | 0.41  | 1.441 | 0.248 |
| 12   | 0.369 | 1.359 | 0.251 |
| 13   | 0.422 | 1.913 | 0.249 |
| 14   | 0.402 | 2.428 | 0.248 |
| 15   | 0.387 | 2.173 | 0.251 |
| 16   | 0.388 | 1.668 | 0.25  |
| 17   | 0.348 | 1.069 | 0.255 |
| 18   | 0.392 | 0.286 | 0.249 |
| 19   | 0.419 | 1.435 | 0.248 |
| 20   | 0.366 | 1.232 | 0.252 |
| 21   | 0.413 | 1.645 | 0.248 |
| 22   | 0.359 | 1.656 | 0.255 |
| 23   | 0.384 | 0.969 | 0.251 |
| 24   | 0.38  | 1.895 | 0.253 |
| 25   | 0.412 | 0.436 | 0.249 |
| 26   | 0.372 | 1.87  | 0.252 |
| 27   | 0.38  | 1.103 | 0.25  |
| 28   | 0.433 | 0.5   | 0.247 |
| 29   | 0.392 | 1.579 | 0.249 |
| 30   | 0.408 | 2.013 | 0.247 |
| 31   | 0.388 | 0.555 | 0.251 |
| 32   | 0.391 | 1.972 | 0.248 |
| 33   | 0.452 | 0.575 | 0.246 |
| 34   | 0.375 | 2.069 | 0.252 |
| 35   | 0.356 | 1.592 | 0.254 |

|    |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|
| 36 | 0.394 | 1.044 | 0.25  |
| 37 | 0.386 | 1.037 | 0.252 |
| 38 | 0.354 | 1.176 | 0.254 |
| 39 | 0.403 | 0.946 | 0.248 |
| 40 | 0.397 | 0.675 | 0.25  |
| 41 | 0.415 | 1.323 | 0.249 |
| 42 | 0.4   | 0.331 | 0.25  |
| 43 | 0.382 | 2.445 | 0.254 |
| 44 | 0.425 | 1.419 | 0.248 |
| 45 | 0.435 | 1.266 | 0.246 |
| 46 | 0.386 | 1.299 | 0.251 |
| 47 | 0.388 | 1.713 | 0.251 |
| 48 | 0.389 | 0.541 | 0.25  |
| 49 | 0.396 | 1.626 | 0.25  |
| 50 | 0.36  | 1.299 | 0.253 |
| 51 | 0.27  | 1.717 | 0.283 |
| 52 | 0.255 | 2.217 | 0.285 |
| 53 | 0.282 | 2.670 | 0.394 |
| 54 | 0.354 | 0.806 | 0.248 |
| 55 | 0.359 | 1.605 | 0.25  |
| 56 | 0.316 | 1.040 | 0.253 |
| 57 | 0.406 | 1.536 | 0.245 |
| 58 | 0.353 | 1.158 | 0.25  |
| 59 | 0.356 | 2.672 | 0.251 |
| 60 | 0.366 | 2.722 | 0.249 |
| 61 | 0.374 | 1.984 | 0.25  |
| 62 | 0.316 | 1.976 | 0.256 |
| 63 | 0.322 | 0.676 | 0.251 |
| 64 | 0.34  | 1.330 | 0.252 |
| 65 | 0.314 | 1.669 | 0.255 |
| 66 | 0.32  | 1.472 | 0.253 |
| 67 | 0.377 | 2.042 | 0.248 |
| 68 | 0.35  | 2.284 | 0.252 |
| 69 | 0.337 | 1.028 | 0.251 |
| 70 | 0.381 | 1.607 | 0.248 |
| 71 | 0.339 | 1.537 | 0.252 |
| 72 | 0.38  | 0.653 | 0.249 |
| 73 | 0.362 | 2.058 | 0.25  |
| 74 | 0.363 | 1.307 | 0.25  |
| 75 | 0.336 | 1.441 | 0.25  |

|     |       |        |       |
|-----|-------|--------|-------|
| 76  | 0.366 | 1.622  | 0.248 |
| 77  | 0.381 | 1.239  | 0.249 |
| 78  | 0.363 | 2.541  | 0.25  |
| 79  | 0.328 | 1.580  | 0.252 |
| 80  | 0.348 | 0.546  | 0.25  |
| 81  | 0.349 | 1.903  | 0.251 |
| 82  | 0.364 | 2.282  | 0.25  |
| 83  | 0.373 | 2.349  | 0.249 |
| 84  | 0.33  | 1.867  | 0.252 |
| 85  | 0.34  | 2.591  | 0.252 |
| 86  | 0.366 | 1.350  | 0.25  |
| 87  | 0.369 | 0.627  | 0.248 |
| 88  | 0.349 | 1.057  | 0.251 |
| 89  | 0.371 | 0.487  | 0.249 |
| 90  | 0.426 | -0.045 | 0.246 |
| 91  | 0.369 | 1.164  | 0.248 |
| 92  | 0.371 | 2.585  | 0.248 |
| 93  | 0.306 | 1.229  | 0.255 |
| 94  | 0.354 | 1.137  | 0.25  |
| 95  | 0.361 | 1.513  | 0.249 |
| 96  | 0.33  | 0.784  | 0.25  |
| 97  | 0.338 | 1.212  | 0.25  |
| 98  | 0.329 | 1.190  | 0.253 |
| 99  | 0.348 | 2.010  | 0.252 |
| 100 | 0.378 | 2.606  | 0.249 |

# ANEXO F

## Modelo Entidad Relación



## ANEXO G

### Diccionario de Datos

|                     |                                                                                               |              |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Cuestionario</b> | <b>Descripción:</b> Contiene los datos de cada uno de los temas a evaluar dentro del sistema. |              |
| <b>Atributos</b>    | <b>Descripción</b>                                                                            | <b>Tipo</b>  |
| <u>id</u>           | Identificador del cuestionario.                                                               | int          |
| titulo              | Título o nombre del cuestionario.                                                             | varchar(150) |
| descripcion         | Descripción o una pequeña explicación de lo que se trata el cuestionario.                     | text         |
| imagen              | Imagen referencial del cuestionario.                                                          | longblob     |
| estado              | 0=Inactivo, 1=Activo.                                                                         | int          |

|                  |                                                                                                   |                   |             |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|
| <b>Examen</b>    | <b>Descripción:</b> Contiene los datos de los cuestionarios que son presentados por los usuarios. |                   |             |
| <b>Atributos</b> | <b>Descripción</b>                                                                                | <b>Enlace</b>     | <b>Tipo</b> |
| <u>id</u>        | Identificador del examen.                                                                         |                   | int         |
| usuario          | Usuario que presenta el cuestionario.                                                             | Usuario → id      | int         |
| cuestionario     | Cuestionario que es presentado por el usuario.                                                    | Cuestionario → id | int         |
| dia_inicio       | Día en que el usuario comenzó el examen o test.                                                   |                   | timestamp   |
| dia_fin          | Día en que el usuario culminó el examen o test                                                    |                   | timestamp   |
| conocimiento     | Nivel de conocimiento del usuario al presentar el test.                                           |                   | double      |
| puntuación       | Puntuación obtenida en escala del 0 al 30.                                                        |                   | double      |
| culminado        | 0=No ha culminado el examen o test, 1 caso contrario.                                             |                   | int         |

|                       |                                                                                                          |                |             |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Examen_Detalle</b> | <b>Descripción:</b> Contiene cada una de las preguntas respondidas por el usuario en cada examen o test. |                |             |
| <b>Atributos</b>      | <b>Descripción</b>                                                                                       | <b>Enlace</b>  | <b>Tipo</b> |
| <b>id</b>             | Identificador del detalle del examen.                                                                    |                | int         |
| pregunta              | Opción seleccionada por el usuario a un ítem en particular.                                              | Preguntas → id | int         |
| examen                | Examen o test presentado por el usuario.                                                                 | Examen → id    | int         |
| conocimiento          | Nivel de conocimiento del usuario por cada pregunta respondida.                                          |                | double      |
| fecha                 | Fecha en que respondió la pregunta del examen o test.                                                    |                | timestamp   |

|                  |                                                                                                                                        |             |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Flags</b>     | <b>Descripción:</b> Contiene los distintos flags o bandera provista por XCalibre que hacen que un ítem sea presentado en el test o no. |             |
| <b>Atributos</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                                     | <b>Tipo</b> |
| <b>id</b>        | Identificador del flag.                                                                                                                | int         |
| flag             | Iniciales del flag                                                                                                                     | varchar(10) |
| descripcion      | Descripción del flag.                                                                                                                  | text        |
| discriminacion   | 0=No discrimina, 1 caso contrario.                                                                                                     | int         |

|                  |                                                                                                            |                   |             |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|
| <b>Items</b>     | <b>Descripción:</b> Contiene los datos de cada una de las preguntas presentadas en un cuestionario o test. |                   |             |
| <b>Atributos</b> | <b>Descripción</b>                                                                                         | <b>Enlace</b>     | <b>Tipo</b> |
| <b>id</b>        | Identificador del ítem.                                                                                    |                   | int         |
| item             | Descripción del ítem.                                                                                      |                   | text        |
| a                | Nivel de discriminación del ítem.                                                                          |                   | double      |
| b                | Nivel de dificultad del ítem.                                                                              |                   | double      |
| c                | Nivel de pseudoacierto del ítem.                                                                           |                   | double      |
| estado           | 0=Inactivo, 1=Activo                                                                                       |                   | int         |
| cuestionario     | Cuestionario perteneciente el ítem.                                                                        | Cuestionario → id | int         |
| flags            | Flag del ítem.                                                                                             | Flags → id        | int         |

|                       |                                                                                                                      |                   |              |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Material_Apoyo</b> | <b>Descripción:</b> Contiene el material de apoyo relacionado a los cuestionarios asociado a un nivel de dificultad. |                   |              |
| <b>Atributos</b>      | <b>Descripción</b>                                                                                                   | <b>Enlace</b>     | <b>Tipo</b>  |
| <b>id</b>             | Identificador del material de apoyo.                                                                                 |                   | int          |
| titulo                | Descripción del documento.                                                                                           |                   | varchar(100) |
| ruta                  | Ruta donde se almacenara el material de apoyo                                                                        |                   | varchar(200) |
| cuestionario          | Cuestionario asociado al material de apoyo.                                                                          | Cuestionario → id | int          |
| niveles               | Nivel de dificultad asociado al material de apoyo                                                                    | Niveles → id      | int          |
| estado                | 0=Inactivo, 1=Activo                                                                                                 |                   | int          |

|                  |                                                                                              |              |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Menu</b>      | <b>Descripción:</b> Contiene cada uno de los menús que estarán presentes dentro del sistema. |              |
| <b>Atributos</b> | <b>Descripción</b>                                                                           | <b>Tipo</b>  |
| <b>Id</b>        | Identificador del menú.                                                                      | int          |
| Menu             | Nombre del menú.                                                                             | varchar(100) |
| url              | Url o link de acceso del menú. Para aquellos menú que tengan submenú, el url será #.         | varchar(20)  |
| class            | Icono bootstrap que sea referencia al menú de acceso.                                        | varchar(100) |
| estado           | 0=Inactivo, 1=Activo.                                                                        | int          |

|                  |                                                                                                                         |               |             |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|
| <b>Menu_Rol</b>  | <b>Descripción:</b> Contiene la relación entre los menú y los roles de usuarios que pueden acceder a cada uno de ellos. |               |             |
| <b>Atributos</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                      | <b>Enlace</b> | <b>Tipo</b> |
| <b>Id</b>        | Identificador de la relación menú rol.                                                                                  |               | int         |
| menu             | Identificador del menú.                                                                                                 | Menu → id     | int         |
| rol              | Identificador del rol.                                                                                                  | Rol → id      | int         |

|                  |                                                         |              |
|------------------|---------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Nivel</b>     | <b>Descripción:</b> Contiene los niveles de dificultad. |              |
| <b>Atributos</b> | <b>Descripción</b>                                      | <b>Tipo</b>  |
| <b>Id</b>        | Identificador del nivel.                                | int          |
| nivel            | Descripción del nivel.                                  | varchar(100) |

| <b>Preguntas</b> | <b>Descripción:</b> Contiene cada una de las opciones posibles para cada uno de los ítems. |               |             |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|
| <b>Atributos</b> | <b>Descripción</b>                                                                         | <b>Enlace</b> | <b>Tipo</b> |
| <b><u>Id</u></b> | Identificador de la pregunta.                                                              |               | int         |
| pregunta         | Descripción de la pregunta.                                                                |               | text        |
| ítems            | Identificador del ítem.                                                                    | Items → id    | int         |
| correcta         | 1=Opción correcta, 0 caso contrario.                                                       |               | int         |
| estado           | 0=Inactivo, 1=Activo                                                                       |               | int         |

| <b>Roles</b>     | <b>Descripción:</b> Contiene los distintos roles definidos para este sistema. |  |              |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--|--------------|
| <b>Atributos</b> | <b>Descripción</b>                                                            |  | <b>Tipo</b>  |
| <b><u>Id</u></b> | Identificador del rol.                                                        |  | int          |
| rol              | Descripción del rol.                                                          |  | varchar(100) |
| Estado           | 0=Inactivo, 1=Activo.                                                         |  | int          |

| <b>Submenu</b>   | <b>Descripción:</b> Contiene los datos de los submenú presentes en el sistema desarrollado en esta investigación. |               |              |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|
| <b>Atributos</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                | <b>Enlace</b> | <b>Tipo</b>  |
| <b><u>id</u></b> | Identificador del submenú.                                                                                        |               | int          |
| submenu          | Descripción del submenú.                                                                                          |               | varchar(100) |
| url              | Url o link de acceso del submenú.                                                                                 |               | varchar(20)  |
| menú             | Identificador del menú.                                                                                           | Menu → id     | int          |
| class            | Icono bootstrap que sea referencia al menú de acceso.                                                             | varchar(100)  | Class        |
| estado           | 0=Inactivo, 1=Activo                                                                                              |               | Int          |

| <b>Usuario</b>   | <b>Descripción:</b> Contiene los datos de los usuarios registrados.                                                                                              |             |              |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|
| <b>Atributos</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                                                               | <b>Link</b> | <b>Tipo</b>  |
| <b>id</b>        | Identificador del usuario.                                                                                                                                       |             | Int          |
| nombres          | Nombre(s) del usuario.                                                                                                                                           |             | varchar(100) |
| apellidos        | Apellido(s) del usuario                                                                                                                                          |             | varchar(100) |
| correo           | Correo electrónico del usuario. El correo electrónico será el login de acceso al sistema del usuario.                                                            |             | varchar(100) |
| password         | Password de acceso al sistema.                                                                                                                                   |             | varchar(100) |
| nacimiento       | Fecha de nacimiento del usuario.                                                                                                                                 |             | Date         |
| ocupacion        | Ocupación u oficio del usuario.                                                                                                                                  |             | varchar(500) |
| foto             | Foto del usuario.                                                                                                                                                |             | Longblob     |
| rol              | Identificador del rol que pertenece el usuario.                                                                                                                  | Rol → id    | Int          |
| olvido           | 0=el usuario no ha olvidado su pass, 1=el usuario olvido su pass y aun no se le ha enviado el pass por correo, 2=el pass fue enviado por correo y debe cambiarla |             | Int          |
| estado           | 0=Inactivo, 1=Activo.                                                                                                                                            |             | Int          |

## ANEXO H

### Modelo de Prueba de Aceptación

#### Opciones del Administrador

| Acción          | Data                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                              | Éxito |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                 | Usuario                                                                                                                         | Sistema                                                                                                                                                                                                                                                      |       |
| Agregar Usuario | Se llenaron los campos obligatorios correctos.                                                                                  | El usuario es registrado de forma correcta mostrando mensaje de éxito.                                                                                                                                                                                       |       |
|                 | No se llenan todos los campos obligatorios, se llenaron de forma incorrecta o se introduce un correo electrónico ya registrado. | En el caso de no llenar todos los campos o llenar con datos incorrectos aparece un mensaje de error junto al campo del formulario que presenta el inconveniente, en el caso de introducir un correo electrónico ya registrado aparecerá un mensaje de error. |       |
| Editar Usuario  | Seleccionar el usuario de la tabla que se desea editar la información.                                                          | El sistema mostrara el formulario con la información del usuario seleccionado.                                                                                                                                                                               |       |
|                 | Se llenaron los campos obligatorios correctos.                                                                                  | El usuario es registrado de forma correcta mostrando mensaje de éxito.                                                                                                                                                                                       |       |
|                 | No se selecciona un usuario para editar su información.                                                                         | El sistema mostrara un mensaje de notificación indicando que no se ha seleccionado un usuario para editar su información.                                                                                                                                    |       |
|                 | No se llenan todos los campos obligatorios, se llenaron de forma incorrecta o se introduce un correo electrónico ya registrado. | En el caso de no llenar todos los campos o llenar con datos incorrectos aparece un mensaje de error junto al campo del formulario que presenta el inconveniente, en el                                                                                       |       |

|                                                               |                                                                                                       |                                                                                                                                                              |  |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                               |                                                                                                       | caso de introducir un correo electrónico ya registrado aparecerá un mensaje de error.                                                                        |  |
| Habilitar /<br>Deshabilitar<br>Usuario                        | Seleccionar el usuario de la tabla que se desea cambiar el estado.                                    | El sistema cambia el estado mostrando un mensaje de éxito.                                                                                                   |  |
|                                                               | No se selecciona un usuario para cambiar su estatus.                                                  | El sistema mostrara un mensaje de notificación indicando que no se ha seleccionado un usuario para cambiar su estado.                                        |  |
| Ver usuario                                                   | Hay usuarios registrados.                                                                             | Se muestra en una tabla todos los usuarios.                                                                                                                  |  |
|                                                               | No hay usuarios registrados.                                                                          | Se muestra un mensaje indicando que no hay usuarios registrados.                                                                                             |  |
| Visualizar<br>Rendimiento de los<br>usuarios o<br>resultados. | Seleccionar un usuario.                                                                               | El sistema muestra en una lista todos los usuarios que han terminado un test.                                                                                |  |
|                                                               | Seleccionar un test.                                                                                  | El sistema muestra los test presentados por el usuario seleccionado.                                                                                         |  |
|                                                               | Ver resultados.                                                                                       | Luego de seleccionar el usuario y test aparecerá una tabla de los intentos realizados por el usuario en el test seleccionado y las calificaciones obtenidas. |  |
|                                                               | Ver respuestas obtenidas por cada intento.                                                            | El sistema mostrara una ventana con cada ítem, la respuesta y el nivel de conocimiento obtenido, por último la fecha cuando el usuario respondió dicho ítem. |  |
|                                                               | Ver comportamiento de los niveles de conocimientos obtenido por cada intento en el test seleccionado. | El sistema mostrara una ventana con una gráfica de línea donde se visualiza el comportamiento del nivel de conocimiento obtenido en cada ítem.               |  |
| Agregar contenido                                             | Se llenaron los campos                                                                                | El contenido es                                                                                                                                              |  |

|                             |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                             | obligatorios correctos.                                                                                                                            | registrado de forma correcta mostrando mensaje de éxito.                                                                                                                                                                                                                                     |  |
|                             | No se llenan todos los campos obligatorios, se llenaron de forma incorrecta o se introduce un formato multimedia no correspondiente.               | En el caso de no llenar todos los campos o llenar con datos incorrectos aparece un mensaje de error junto al campo del formulario que presenta el inconveniente, en el caso de introducir documento con formato multimedia que no corresponde aparecerá un mensaje de error.                 |  |
| Editar Contenido            | Seleccionar el contenido de la tabla que se desea editar la información.                                                                           | El sistema mostrara el formulario con la información del contenido seleccionado.                                                                                                                                                                                                             |  |
|                             | Se llenaron los campos obligatorios correctos.                                                                                                     | El contenido es registrado de forma correcta mostrando mensaje de éxito.                                                                                                                                                                                                                     |  |
|                             | No se selecciona un contenido para editar su información.                                                                                          | El sistema mostrara un mensaje de notificación indicando que no se ha seleccionado un contenido para editar su información.                                                                                                                                                                  |  |
|                             | No se llenan todos los campos obligatorios, se llenaron de forma incorrecta o se introduce un documento con formato multimedia no correspondiente. | En el caso de no llenar todos los campos o llenar con datos incorrectos aparece un mensaje de error junto al campo del formulario que presenta el inconveniente, en el caso de introducir un documento con un formato multimedia no correspondiente el sistema mostrará un mensaje de error. |  |
| Habilitar /<br>Deshabilitar | Seleccionar el contenido de la tabla que se desea                                                                                                  | El sistema cambia el estado mostrando un                                                                                                                                                                                                                                                     |  |

|                                              |                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |  |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Contenido                                    | cambiar el estado.                                                                               | mensaje de éxito.                                                                                                                                                |  |
|                                              | No se selecciona un contenido para cambiar su estatus.                                           | El sistema mostrara un mensaje de notificación indicando que no se ha seleccionado un contenido para cambiar su estado.                                          |  |
| Ver contenido                                | Hay contenidos registrados.                                                                      | Se muestra en una tabla todos los contenidos.                                                                                                                    |  |
|                                              | No hay contenidos registrados.                                                                   | Se muestra un mensaje indicando que no hay contenidos registrados.                                                                                               |  |
|                                              | Hacer click para abrir el contenido.                                                             | El sistema mostrará el documento que representa el contenido.                                                                                                    |  |
| Agregar cuestionarios / ítems / alternativas | Se llenaron los campos obligatorios correctos.                                                   | El cuestionario / ítem / alternativa es registrado de forma correcta mostrando mensaje de éxito.                                                                 |  |
|                                              | No se llenan todos los campos obligatorios o se llenaron de forma incorrecta.                    | En el caso de no llenar todos los campos o llenar con datos incorrectos aparece un mensaje de error junto al campo del formulario que presenta el inconveniente. |  |
| Editar cuestionarios / ítems / alternativas  | Seleccionar el cuestionario / ítem / alternativa de la tabla que se desea editar la información. | El sistema mostrara el formulario con la información del cuestionario / ítem / alternativa seleccionado.                                                         |  |
|                                              | Se llenaron los campos obligatorios correctos.                                                   | El cuestionario / ítem / alternativa es registrado de forma correcta mostrando mensaje de éxito.                                                                 |  |
|                                              | No se selecciona un cuestionario / ítem / alternativa para editar su información.                | El sistema mostrara un mensaje de notificación indicando que no se ha seleccionado un cuestionario / ítem / alternativa para editar su información.              |  |
|                                              | No se llenan todos los                                                                           | En el caso de no llenar                                                                                                                                          |  |

|                                                                        |                                                                                              |                                                                                                                                                 |  |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                        | campos obligatorios o se llenaron de forma incorrecta.                                       | todos los campos o llenar con datos incorrectos aparece un mensaje de error junto al campo del formulario que presenta el inconveniente.        |  |
| Habilitar /<br>Deshabilitar<br>cuestionarios /<br>ítems / alternativas | Seleccionar el cuestionario / ítem / alternativa de la tabla que se desea cambiar el estado. | El sistema cambia el estado mostrando un mensaje de éxito.                                                                                      |  |
|                                                                        | No se selecciona un cuestionario / ítem / alternativa para cambiar su estatus.               | El sistema mostrara un mensaje de notificación indicando que no se ha seleccionado un cuestionario / ítem / alternativa para cambiar su estado. |  |
| Ver cuestionarios /<br>ítems / alternativas                            | Hay cuestionarios / ítems / alternativas registrados.                                        | Se muestra en una tabla todos los cuestionarios / ítems / alternativas.                                                                         |  |
|                                                                        | No hay cuestionarios / ítems / alternativas registrados.                                     | Se muestra un mensaje indicando que no hay cuestionarios / ítems / alternativas registrados.                                                    |  |
| Ver Manual de Usuario                                                  | Ver manual de usuario                                                                        | El sistema abrirá en un documento en formato pdf el manual de usuario.                                                                          |  |
| Ver perfil                                                             | Ver mi perfil                                                                                | El sistema mostrará la información registrada de su perfil.                                                                                     |  |

## Opciones del Usuario Final

| Acción                     | Data                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                     | Éxito |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                            | Usuario                                                                    | Sistema                                                                                                                                                                                                                                             |       |
| Realizar evaluación o test |                                                                            | El sistema muestra todos los test registrados.                                                                                                                                                                                                      |       |
|                            | El usuario selecciona un test.                                             | El sistema mostrara en una ventana los ítems o preguntas del test seleccionado.                                                                                                                                                                     |       |
|                            | El usuario selecciona una alternativa de la pregunta que visualiza.        | El sistema muestra un mensaje de confirmación para determinar si el usuario está seguro de su respuesta.                                                                                                                                            |       |
|                            | El usuario no selecciona una alternativa.                                  | El sistema muestra un mensaje de error indicándole que debe de seleccionar una opción para poder avanzar.                                                                                                                                           |       |
| Ver rendimiento.           |                                                                            | El sistema muestra una lista de todos los test presentados por el usuario.                                                                                                                                                                          |       |
|                            | El usuario selecciona un test.                                             | Aparecerá una imagen que muestra en grafica de barras las puntuaciones obtenida por cada intento y una tabla con todos los intentos realizados.                                                                                                     |       |
|                            | El usuario no selecciona un test.                                          | El sistema indica que no hay información que mostrar.                                                                                                                                                                                               |       |
| Ver contenidos             | El usuario no ha presentado test o tiene un nivel de conocimiento experto. | El sistema verifica si el usuario no ha presentado ningún test o si ha presentado y tiene un nivel de conocimiento considerado experto, en este sentido el sistema mostrará un mensaje de notificación indicando que no puede ver ningún contenido. |       |
|                            | El usuario ha presentado un test y tiene un nivel                          | El sistema mostrara en una lista los test que                                                                                                                                                                                                       |       |

|                       |                                    |                                                                             |  |
|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--|
|                       | de conocimiento bajo o intermedio. | puede seleccionar y por cada test seleccionado los contenidos relacionados. |  |
| Ver Manual de Usuario | Ver manual de usuario              | El sistema abrirá en un documento en formato pdf el manual de usuario.      |  |
| Ver perfil            | Ver mi perfil                      | El sistema mostrará la información registrada de su perfil.                 |  |

## ANEXO I

### Cálculo del Porcentaje de Usabilidad a través de la herramienta Sirius

| <b>CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE USABILIDAD</b> |       |  |                                                                          |               |
|---------------------------------------------|-------|--|--------------------------------------------------------------------------|---------------|
|                                             |       |  | <b>Datos para el cálculo:</b>                                            |               |
| <b>Porcentaje de usabilidad*</b>            | 77.97 |  | Nº de criterios evaluados                                                | 68            |
|                                             |       |  | El sumatorio de los valores de relevancia de los criterios evaluados es: | 202           |
|                                             |       |  | Sumatorio de la columna i de cada criterio                               | 7.7970297030  |
|                                             |       |  | Sumatorio de la columna h *10 de cada criterio                           | 10.0000000000 |

## ANEXO J

### Despliegue de la aplicación en Glassfish

Existen 3 maneras de desplegar la aplicación SHAI0.war en Glassfish

1. Copiar y pegar.

Copiar directamente y pegar en la carpeta applications es la más simple, ya que no se debe saber cómo implementarlo, excepto copiar y pegar en la carpeta “applications”.

PATH: GLASSFISH\_HOME/glassfish/domains/domain1/applications

2. A través del administrador de Glassfish

Ingresar a glassfish en: `http://HOSTNAME_OR_IP:4848/` (por lo general) que indique el nombre de usuario y contraseña.

En ella existen herramientas visuales muy simples que piden el archivo compilado y lo despliega en el servidor. Esta forma es muy útil para servidores remotos en donde solamente tenemos acceso al administrador.

#### Deploy Applications or Modules

Specify the location of the application or module to deploy. An application can be in a packaged file

Location:  **Packaged File to Be Uploaded to the Server**

ningún ar...ccionado

**Local Packaged File or Directory That Is Accessible from the Enterprise**

---

Type: \*

---

3. A través de la consola

La tercera es desde la administración CLI (Command Line Interface). Que es un programa Java, ejecutado a través de bat cargado con las tareas del administrador típico que se ejecutará como comandos y se encuentra en GLASSFISH\_HOME/glassfish/bin. Dos comandos importantes para nuestros escenarios son implementar y anular la implementación.

Despliegue: Llamar al comando “deploy”. En él se solicita una ruta como “Enter the value for the path operand>” Escriba la ruta de la aplicación en la que tiene el Archivo a desplegar, por ejemplo: `C: \ Documents and Settings \ usuario \ Desktop \ SHAI0.war`.

Anular la implementación: Llamar al comando “undeploy” y espera por el nombre de la aplicación como “Enter the value for the name operand>” por ejemplo: Si desea anular la implementación de la aplicación que hemos implementado en el último paso, ingresar SHAIO.