



Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Informática

**TÍTULO:**

**“MODELO ADAPTATIVO PARA LA  
GENERACIÓN DE EXÁMENES”.**

**Autor:** José Barros Ndole Nzovo.  
**Tutor:** Dr. Ernesto Roberto Fuentes Gari.  
**Cotutor:** Lic. Julio Camejo Corona.  
**Consultante:** Msc. Jorge Luis Quintana Barrizonte.

Cienfuegos, Cuba  
junio, 2017

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, José Barros Ndole Nzovo declaro que soy el único autor del trabajo de diploma titulado: “Modelo Adaptativo para la Generación de Exámenes” y autorizo a la Facultad de Ingeniería en la Universidad de Cienfuegos, para que hagan el uso que estimen pertinente del presente trabajo de diploma.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_\_ días del mes de junio de 2017.

José Barros Ndole Nzovo

Nombre completo del primer autor

Ernesto Roberto Fuentes Gari

Nombre completo del primer tutor

## OPINIÓN DEL USUARIO DEL TRABAJO DE DIPLOMA

El Trabajo de Diploma, titulado “Modelo Adaptativo para la Generación de Exámenes”, fue realizado en nuestra entidad “Universidad de Cienfuegos” (Sede Carlos Rafael Rodríguez). Se considera que, en correspondencia con los objetivos trazados, el trabajo realizado le satisface:

- Totalmente \_\_X\_\_
- Parcialmente en un \_\_\_\_\_ %

Los resultados de este Trabajo de Diploma le reportan a esta entidad los beneficios siguientes:

1. Que los docentes puedan crear exámenes que personalizados para los estudiantes teniendo en cuenta los niveles de asimilación del conocimiento y características propias de cada estudiante.
2. Sirve de base para implementar el modelo en la plataforma Moodle con el objetivo de ampliar las posibilidades que ofrece el módulo de evaluación de dicha plataforma.

Como resultado de la implantación de este trabajo se reporta un efecto económico que asciende a <valor> MN y/o <valor> CUC. (Este valor debe ser REAL, no indica lo que se reportará, sino lo que reporta a la entidad. Puede desglosarse por conceptos, tales como: cuánto cuesta un software análogo en el mercado internacional, valor de los materiales que se ahorran por la existencia del software, valor anual del (de los) salario(s) equivalente al tiempo que se ahorra por la existencia del software).

Y para que así conste, se firma la presente a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombre del representante de la entidad

\_\_\_\_\_  
Cargo

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Cuño

# **OPINIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE DIPLOMA**

Título: “Modelo Adaptativo para la Generación de Exámenes”.

Autor: José Barros Ndole Nzovo.

El tutor del presente Trabajo de Diploma considera que durante su ejecución el estudiante mostró las cualidades que a continuación se detallan.

Alta independencia, originalidad y creatividad en la búsqueda y procesamiento de la información, así como en las soluciones a los problemas que se fueron presentando en el desarrollo del trabajo.

El diplomante se caracterizó por una gran laboriosidad, persistencia y responsabilidad en el cumplimiento de las tareas investigativas planteadas en la solución del trabajo.

El trabajo realizado tiene valor científico y sirve de base para el desarrollo de nuevos proyectos en los cuales se puedan incorporar otros atributos.

Los resultados de este trabajo contribuyen a que los docentes puedan adecuar mejor los exámenes que aplican a sus estudiantes a las características de los mismos.

Por todo lo anteriormente expresado considero que el estudiante está apto para ejercer como Ingeniero Informático; y propongo que se le otorgue al Trabajo de Diploma la calificación de, 5-Excelente.

Además, considero que los resultados poseen valor para ser publicados, y presentados en eventos científicos.

Dr. C y P. Aux. Ernesto Roberto Fuentes Garí

Fecha: \_\_\_\_\_

# Agradecimientos.

*A Dios por su incondicional amor y su cuidado hacia mí, pues me ha probado que es un Dios de detalles.*

*A la familia Nzovo, mi amada familia, a mis padres Tiago Bassika Nzovo y Madalena Ndolo Nzovo.*

*A cada uno de mis amados hermanos porque siempre han sido hermanos de verdad en todo el tiempo.*

*A la revolución cubana por hacer posible mi educación superior.*

*A mi tutor Dr. Ernesto Roberto Fuentes Gari, cotutor Lic. Julio Camero Corona, y a mi consultante MSc Jorge Luis Quintana Barrizonte.*

*A todos los profesores que contribuyeron para mi formación ya sea en la preparatoria como en los 5 años de la carrera.*

*A mi madre en Cuba Lazara Pérez Clemente (mami Bachy) por tan amable, ayudadora y de un corazón tan bueno.*

*A los grandes amigos y amigas que Dios puso en mi vida, amigos que han sido hermanos en realidad.*

*A mis compañeros de preparatoria y de toda la carrera por su apoyo.*

*A mis compañeros de cuarto, de piso, de edificio.*

*A la congregación de Obourke, la Iglesia Fuente de Vida y pastores Seigel y Caridad por todo su apoyo.*

*A la congregación del grupo de cristianos de la UCF por su ayuda.*

*A todas las personas que de forma directa o indirecta dieron su aporte para el logro de esta gran hazaña.*

*MUCHAS GRACIAS A TODOS.*

# Dedicatoria

*Al Señor mi Dios dedico este trabajo pues solo tú haces las cosas posibles.  
A la familia Nzovo, a mi padre Tiago Bassika Nzovo y en especial mi amada y  
dedicada madre Madalena Ndolo Nzovo por su apoyo incondicional y en todo  
tiempo.*

*A todos mis hermanos, Tomé Nzovo, Vicente Nzovo, Ana Nzovo, Tiago Bassika  
Nzovo, Alfonsina Nzovo, Maria Nzovo, Tomás Mambo y otros. En particular honro  
a los dos primeros hermanos porque han sido y siguen siendo un gran soporte a  
toda la familia ellos son mis ingenieros favoritos.*

*A cada uno de ustedes dedico este trabajo pues es de ustedes también.*

## **Resumen.**

La presente investigación titulada: “**Modelo Adaptativo para la Generación de Exámenes**” realizada en la Universidad de Cienfuegos, tiene el objetivo de generar exámenes teniendo en cuenta algunas de las características de los estudiantes o evaluados.

No es menos cierto que cualquier modelo evaluativo puede tener ventajas y desventajas, en el caso en que los exámenes son generados a través de computadoras o incluso en los casos en que es la propia computadora el soporte para realizar los exámenes.

CAT es un algoritmo iterativo, y trabaja con los resultados que los evaluados van teniendo en cada test realizado computacionalmente, pero la idea del modelo desarrollado es asignar preguntas (ítems) a un examen que en este caso no será aplicado a través de una computadora. De modo que el tercer componente del algoritmo CAT se aplica en el desarrollo del modelo.

El modelo tiene en cuenta características de los estudiantes a quienes van dirigidos los exámenes de manera personalizada y también considera los niveles de asimilación (reproductivo, aplicativo y creativo), la forma en se comporta el estudiante respecto a dichos niveles y la zona de desarrollo próximo, el cual permite generar automáticamente exámenes por medio de una aplicación web.

Para la validación del modelo adaptativo se utilizó el criterio de expertos y se realizó el procesamiento estadístico de los datos con el programa SPSS\_v20, según los resultados obtenidos se concluye que el modelo es válido.

**Palabras claves:** Modelo Adaptativo, CAT, Niveles de Asimilación, zona de desarrollo próximo.

## **Summary.**

The present research entitled "Adaptive Model for the Generation of Exams", carried out at the University of Cienfuegos, aims to generate exams taking into account some of the characteristics of the students or evaluated. It is also true that any evaluative model can have advantages and disadvantages, in the case that the exams are generated through computers or even in cases where it is the computer itself the support to perform the exams. CAT is an iterative algorithm, and it works with the results that the evaluated ones have in each test performed computationally, but the idea of the developed model is to assign questions (items) to a test that in this case will not be applied through a computer. So the third component of the CAT algorithm is applied in the development of the model.

The model takes into account the characteristics of the students to whom the exams are directed in a personalized manner and also considers the levels of assimilation (reproductive, application and creative), the way in which the student behaves with respect to those levels and the zone of proximal development , Which allows to automatically generate exams through a web application. For the validation of the adaptive model the expert criterion was used and the statistical processing of the data was carried out with the program SPSS\_v20, according to the obtained results it is concluded that the model is valid.

Keywords: Adaptive Model, CAT, Levels of Assimilation, zone of proximal development.

# Índice

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 LAS TIC EN LA EDUCACIÓN Y LA EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS.....</b>	<b>6</b>
1.0 INTRODUCCIÓN .....	6
1.1 LOS RECURSOS INFORMÁTICOS EN LA EDUCACIÓN. ....	6
1.1.1 <i>Software profesional.</i> .....	6
1.1.2 <i>Sistemas con fines educativos.</i> .....	6
1.1.3 <i>Los sistemas inteligentes para la enseñanza.</i> .....	7
1.1.4 <i>Sistema de Gestión del Aprendizaje.</i> .....	9
1.2 LA EVALUACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS. ....	11
1.2.1 <i>Evaluación y e-evaluación.</i> .....	11
1.2.2 <i>Principios de la evaluación con las TIC.</i> .....	12
1.2.3 <i>Antecedentes de la evaluación utilizando Moodle en la UCF.</i> .....	13
1.3 LA TEORÍA DE LOS TESTS.....	14
1.3.1 <i>Teoría clásica de los test (TCT).</i> .....	14
1.3.2 <i>La Teoría de Respuesta al Ítem (TRI).</i> .....	17
1.4 LOS NIVELES DE ASIMILACIÓN DEL CONTENIDO. ....	20
1.5 LA ZONA DE DESARROLLO PRÓXIMO. ....	22
1.6 VALORACIÓN CRÍTICA. ....	22
1.7 CONCLUSIONES EL CAPÍTULO.....	23
<b>CAPÍTULO 2 DESARROLLO DEL MODELO ADAPTATIVO PROPUESTO.....</b>	<b>24</b>
2.0 INTRODUCCIÓN. ....	24
2.1 CARACTERIZACIÓN DEL ESTUDIANTE.....	24
2.2 CORRESPONDENCIA ENTRE LAS PREGUNTAS EVALUATIVAS Y LOS NIVELES DE ASIMILACIÓN. ....	25
2.3 LA ZONA DE DESARROLLO PRÓXIMO. ....	26
2.4 ASIGNACIÓN DE PREGUNTAS A UN EXAMEN PERSONALIZADO. ....	26
2.5 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO. ....	28
<b>CAPÍTULO 3 VALIDACIÓN DEL MODELO ADAPTATIVO PARA GENERACIÓN DE EXÁMENES. ....</b>	<b>29</b>
3.0 INTRODUCCIÓN .....	29

3.1	SELECCIÓN Y VALORACIÓN DEL CRITERIO DE LOS EXPERTOS.....	29
3.2	PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS. ....	30
3.3	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO. ....	32
	<b>CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>33</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>34</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>35</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA. ....</b>	<b>37</b>
	<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS. ....</b>	<b>40</b>
	<b>ANEXO 1 DISEÑO DEL MODELO. ....</b>	<b>I</b>
	<b>ANEXO 2 IMÁGENES DE LA APLICACIÓN WEB. ....</b>	<b>II</b>
	ANEXO 2.1 LISTA DE OBJETIVOS. ....	II
	ANEXO 2.2 LISTA DE ESTUDIANTES. ....	II
	ANEXO 2.3 LISTA DE PREGUNTAS. ....	III
	ANEXO 2.4 LISTA DE EXÁMENES. ....	III
	ANEXO 2.5 SELECCIÓN Y ASIGNACIÓN DE PREGUNTAS.....	IV
	ANEXO 2.6 EXAMEN PARA IMPRIMIR. ....	IV
	<b>ANEXO 3 ENCUESTA PARA ESCOGER LOS EXPERTOS. ....</b>	<b>V</b>
	<b>ANEXO 4 ENCUESTA.....</b>	<b>VI</b>
	<b>ANEXO 5 DETALLES DEL PROCESAMIENTO DE DATOS.....</b>	<b>IX</b>

## **Índice de tablas**

Tabla 1.1 Caracterización del estudiante.....	24
Tabla 1.2 Elementos que componen la pregunta. ....	25

## Índice de figuras

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

## Introducción

En los momento actuales, los sistemas educativos de muchos países se enfrentan al desafío de utilizar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) con el objetivo de proporcionar a sus alumnos las herramientas y conocimientos necesarios que demanda la sociedad del siglo XXI, favoreciendo grandes cambios en la misma, que van desde conocimientos nuevos hasta el cambio hacia nuevas técnicas y estrategias para modificar tanto los ambientes de aprendizajes como los métodos para enseñar y aprender.

En el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje, las TIC se utilizan de diversas maneras, siendo demandadas, las tecnologías basadas en Inteligencia Artificial (IA), como los tutores inteligentes, los sistemas de gestión del aprendizaje o los videojuegos. Se plantea que el uso de las técnicas de IA en la elaboración de software educativo permite que los sistemas:

- Se adapten mejor a las características de los estudiantes teniendo en cuenta el historial de actuaciones del alumno y no a una respuesta aislada.
- Generen problemas, soluciones y diagnósticos cómo y cuándo se necesite durante una sesión de aprendizaje.[1]

Con la introducción de estas tecnologías en el proceso docente, la labor del docente, se ha movido más del punto de vista centrado en el profesor, que está basado en un mayor uso del pizarrón y del discurso, hacia una formación mayormente centrada en el alumno.

La evaluación es un elemento importante dentro del proceso docente educativo, pues ayuda a probar las capacidades y habilidades de los estudiantes. No solamente se hace la evaluación del aprendizaje, sino que también la evaluación para el aprendizaje. Teniendo en cuenta a los aportes que la tecnología ha dado acerca del tema de evaluación se puede resaltar tres grandes cambios que vienen siendo:

- Evaluación automática, donde se encuadran las pruebas electrónicas tipo test.
- Evaluación enciclopédica.
- Evaluación colaborativa.[2]

Las plataformas e-learning, plataformas educativas o entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje dan soporte a la enseñanza y el aprendizaje en línea en diversos niveles organizativos del proceso docente. Son aplicaciones, comúnmente web, que integran un conjunto de herramientas para la enseñanza-aprendizaje en internet, permitiendo una enseñanza no presencial y/o mixta, donde se combina la enseñanza a distancia con experiencias del modelo presencial. En el contexto universitario, el objetivo de su uso, se dirige hacia la búsqueda y aplicación de modelos y métodos educativos más eficaces tanto para los profesores como para los alumnos.[3]

El uso de tales plataformas en las universidades, está bastante generalizado en los tiempos actuales y su explotación se realiza desde múltiples aproximaciones pedagógicas.

En relación a la funcionalidad de las plataformas educativas, se distingue entre las que son de carácter general y las específicas. Son de carácter general cuando no están orientadas hacia el aprendizaje de una materia concreta o hacia la adquisición de una competencia en particular o a la realización de una función específica. En este caso, los sistemas más utilizados son los sistemas de gestión del aprendizaje por su sigla en inglés LMS (Learning Management Systems). Uno de los LMS más utilizados de código abierto es Moodle.[4]

El Módulo para la Generación Automática de Exámenes desarrollado por Sayli Adira Chaviano Martínez en el curso 2014-2015, es un módulo para Moodle que permite al docente generar exámenes a partir de la selección de objetivos a evaluar y preguntas categorizadas por objetivos y niveles de asimilación. Es un módulo funcional, pero, se requiere mejorar el proceso de generación de

exámenes de alguna forma “más inteligente” si partimos de que, lo logrado en dicho trabajo considera que las preguntas de los exámenes se generan aleatoriamente por lo que no se tienen en cuenta aspectos que permitan una evaluación más adecuada a las características de los estudiantes.

Teniendo en cuenta la **situación problémica** planteada anteriormente tenemos como **problema**: ¿Podría generarse exámenes de una forma más inteligente que permita adaptar mejor la evaluación del aprendizaje a las características del estudiante?

Por lo anteriormente expuesto se define como **objeto de estudio**, la evaluación de los conocimientos de los estudiantes mediante recursos informáticos. Del cual se deriva como **campo de acción** la individualización de la evaluación de los conocimientos.

Se define como **idea a defender**: Disponer de un modelo adaptativo que permita generar exámenes más adecuados a las características de los estudiantes, permitiría mejorar el proceso de evaluación de los conocimientos de los estudiantes.

Después de analizada la problemática, se define como **objetivo general** de este trabajo, desarrollar un modelo para generar exámenes, adaptados a las características de los estudiantes mediante elementos de la Teoría de los Tests.

Como **objetivos específicos** se definen:

- Analizar las técnicas utilizadas para la generación de exámenes mediante computadoras.
- Desarrollar un modelo adaptativo para la generación automática de exámenes.
- Validar el modelo mediante criterio de expertos.

Para cumplir los objetivos fue preciso cumplir las siguientes **tareas**:

- Revisión del módulo Chaviano 2015.
- Estudio de los antecedentes del uso de los recursos informáticos en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Revisión de las técnicas utilizadas en la evaluación de los conocimientos utilizando recursos informáticos.
- Selección de las técnicas a utilizar en el trabajo.
- Diseño del modelo adaptativo para la generación automática de exámenes.
- Desarrollo de una implementación de dicho modelo.
- Validación del modelo adaptativo utilizando el criterio de expertos.

El modelo adaptativo que se propone traerá un significativo **Aporte Práctico** pues los docentes podrán generar exámenes teniendo en cuenta las características de los estudiantes y de esta manera adecuar mucho mejor las evaluaciones a los mismos.

## **Metodología.**

Entre los métodos utilizados se aplicó el de **revisión documental** para constatar lo establecido por el modelo educativo cubano de acuerdo a la confección de exámenes. La **encuesta** para la validación del módulo.

La **observación** en el proceso de estudio y análisis de las limitaciones y el alcance del módulo de evaluación existente. **Método hipotético-deductivo** para cumplimentar la elaboración de la idea a defender y trazar estrategias para cumplirla.

El método **empírico** que se ajustó a la investigación fue: La **entrevista** a distintas personas de la Universidad de Cienfuegos que atienden la gestión de la plataforma Moodle para saber hasta qué punto los docentes utilizan la plataforma

y a la desarrolladora del módulo de evaluaciones existente para valorar las vías utilizadas en el desarrollo del módulo.

**Métodos lógicos (analítico-sintético)** para descomponer el problema de investigación en elementos por separado y sintetizarlo en la solución de la propuesta, y el **Método (deducción-inducción)** para la constatación teórica durante el desarrollo de la investigación.

La investigación está estructurada en 3 capítulos en los cuales se hace referencia:

**Capítulo 1: Las TIC en la educación y la evaluación de los conocimientos:** en este capítulo se aborda sobre el problema en análisis. Se detallan los conceptos fundamentales acerca de los recursos informáticos aplicados a la educación, el aprendizaje y en particular en el área de las evaluaciones a los estudiantes.

**Capítulo 2: Desarrollo del Modelo Adaptativo Propuesto:** se describe detalladamente el desarrollo del modelo adaptativo para la generación de exámenes que está basado en la teoría de los tests y se muestra la aplicación de algunos elementos pedagógicos en el mismo.

**Capítulo 3: Validación del Modelo Adaptativo para Generación de Exámenes:** se realiza una validación del modelo utilizando criterio de expertos. Se explica cómo fue hecha la selección de expertos y el procesamiento de los datos recolectados para ver si el Modelo resulta válido o no.

# **Capítulo 1 Las TIC en la educación y la evaluación de conocimientos.**

## **1.0 Introducción**

Aquí se detallan los conceptos fundamentales. Se abordan los recursos informáticos aplicados a la educación, la evaluación de los conocimientos, la teoría de los Tests y se hace una valoración crítica sobre las mismas.

## **1.1 Los recursos informáticos en la educación.**

Los recursos informáticos o las TIC han traído notables transformaciones en la educación ya sea en la forma de enseñar como la de aprender y consecuentemente el rol del maestro y del estudiante, al mismo tiempo que cambian los objetivos formativos para los alumnos dado que estos tienen que formarse para utilizar y producir con los nuevos medios. El docente tiene que cambiar sus estrategias de comunicación y asumir su función de facilitador del aprendizaje de los alumnos en entornos cooperativos para ayudarlos a planificar y alcanzar los objetivos. [5]

### 1.1.1 Software profesional.

El software de tipo profesional agrupa a la mayor parte de las aplicaciones informáticas que se utilizan en las diversas tareas que se resuelven utilizando las TIC en las instituciones o por las personas individualmente. Este tipo de recurso se caracteriza por no haber sido desarrollado con fines educativos. Sin embargo los docentes los pueden incorporar en el proceso de enseñanza con una intención didáctica debidamente concebida [6].

Ejemplos de estos sistemas son los paquetes ofimáticos, herramientas CAD, asistentes matemáticos, aplicaciones estadísticas y muchas otras.

### 1.1.2 Sistemas con fines educativos.

Los sistemas o softwares educativos se pueden considerar como el conjunto de recursos informáticos diseñados con la intención de ser utilizados en el contexto

del proceso de enseñanza – aprendizaje. Se caracterizan por ser altamente interactivos, a partir del empleo de recursos multimedia, como vídeos, sonidos, fotografías, diccionarios especializados, explicaciones de experimentados profesores, ejercicios y juegos instructivos que apoyan las funciones de evaluación y diagnóstico. Puede decirse también que el Software Educativo es un programa el cual tiene como objetivo que haya una buena conexión entre profesor-alumno, pues permite que el profesor realice diferentes actividades con las cuales pueden mejorar el desempeño académico los estudiantes.[7]

### **Características de los sistemas con fines educativos:**

- Permite la interactividad con los estudiantes, retroalimentándolos y evaluando lo aprendido.
- Facilita las representaciones animadas.
- Incide en el desarrollo de las habilidades a través de la ejercitación.
- Permite simular procesos complejos.
- Reduce el tiempo de que se dispone para impartir gran cantidad de conocimientos facilitando un trabajo diferenciado, introduciendo al estudiante en el trabajo con los medios computarizados.
- Facilita el trabajo independiente y a la vez un tratamiento individual de las diferencias.

#### 1.1.3 Los sistemas inteligentes para la enseñanza.

Los sistemas inteligentes para la enseñanza son aquellos sistemas, aplicación o programas que contribuyen a la mejoría y facilitación del proceso de enseñanza aprendizaje.

El proceso educativo ha tenido cambios significativos pues anteriormente, una persona pasaba por las distintas etapas del sistema educativo como: Educación Infantil Primaria, Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional o universitaria, para formarse y poder iniciar su vida profesional. Actualmente existen sistemas

inteligentes que apoyan en la enseñanza, éstos permiten implementar características y mecanismos de sistemas biológicos.[8]

Entre los sistemas inteligentes para la enseñanza se destacan: los Sistemas Tutores Inteligentes, Entrenadores Inteligentes, Juegos Inteligentes y Agentes Inteligentes, etc.

#### 1.1.3.1 Los sistemas tutores inteligentes (STI).

Los STI se pueden definir como sistemas computacionales diseñados para impartir instrucción y apoyar inteligentemente los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante la interacción con el aprendiz o estudiante. Estos sistemas suministran aprendizaje en forma individualizada, lo cual permite que el proceso docente-educativo sea más adaptable a las necesidades específicas o nivel de aprendizaje del alumno. Son sistemas informáticos de aprendizaje personalizado, que no requieren la intervención de tutores humanos y reducen el coste, al automatizar la selección de los materiales del curso, su presentación y la evaluación de los estudiantes.[9]

Teniendo en cuenta a lo anterior expuesto se puede decir que un STI es como un tutor humano virtual con habilidades para instruir al estudiante según las necesidades del mismo.

#### 1.1.3.2 Entrenadores inteligentes.

El entrenador inteligente es un sistema que incorpora la tecnología de reconocimiento de vídeo y voz y gráficos de computadoras para ayudar a mejorar el desempeño de las presentaciones públicas que realicen estudiantes y profesionales en diversas áreas del conocimiento.

#### 1.1.3.3 Juegos Inteligentes.

El aprendizaje basado en juegos trata de utilizar el poder de los juegos de ordenador para atraer y motivar a los estudiantes, consiguiendo que estos

desarrollen nuevos conocimientos y habilidades. Este tipo de aprendizaje permite realizar tareas y experimentar situaciones que de otro modo serían imposibles de realizar por cuestiones de coste, tiempo, infraestructura y de seguridad.

#### 1.1.3.4 Agentes inteligentes.

Un agente inteligente, es una entidad capaz de percibir su entorno, procesar tales percepciones y responder o actuar en el mismo de manera racional, o sea, de manera correcta y tendiendo a maximizar un resultado esperado. Son como fragmentos de software con características humanas que facilitan el aprendizaje.

#### 1.1.4 Sistema de Gestión del Aprendizaje.

Tanto los LMS (Learning Management System) como los LCMS (Learning Content Management System), se pueden generalizar como sistemas de gestión de aprendizaje, ya que el primero gestiona la parte administrativa de los cursos, así como el seguimiento de actividades y avance del alumno. El segundo gestiona el desarrollo de contenidos, su acceso y almacenamiento. En el entorno educativo, los más comunes son los LMS.[10]

##### 1.1.4.1 Sistemas de Administración del Aprendizaje o LMS.

Un Sistema de Gestión de Aprendizaje, LMS es un software que automatiza la administración de acciones de formación. Son variadas las funcionalidades de un LMS: registra a todos los actores que intervienen en el acto de aprendizaje (alumnos, profesores, administradores), organiza los diferentes cursos en un catálogo, almacena datos sobre los usuarios, realiza un seguimiento del aprendizaje y la temporización de los trámites y genera informes automáticamente para tareas de gestión específicas y también desarrolla procesos de comunicación.

Habitualmente, el LMS es empleado por las organizaciones que poseen un volumen considerable de cursos diferentes y para ello se les hace necesario el uso de una herramienta tecnológica que les permita gestionarlos con efectividad y de forma práctica. La mayoría de LMS están basadas en la Web para facilitar en

cualquier momento y en cualquier lugar y a cualquier ritmo el acceso a los contenidos de aprendizaje y administración. Se puede decir que un LMS puede considerarse como un CMS de propósito específico, concretamente educativo, que potencia las posibilidades de colaboración e interactividad que puede ofrecer un espacio virtual, siempre que se empleen los recursos adecuados para tal finalidad. Los LMS, por tanto, se adecuan a los propósitos específicos del denominado eLearning.[10]

#### 1.1.4.2 Sistemas de Administración de Contenidos de Aprendizaje o LCMS.

Un LCMS es una aplicación de software que combina las capacidades de gestión de cursos de un LMS con las capacidades de almacenamiento y creación de contenidos de un CMS. Los LCMS se acercan a la denominación “campus virtuales”. Permite la creación y el desarrollo eficiente de contenidos para el aprendizaje proporcionando las herramientas necesarias a autores, diseñadores y expertos del tema.

En un LCMS se tienen contenedores o repositorios para almacenar los recursos, que pueden ser utilizados de manera independiente o directamente asociados a la creación de cursos dentro del mismo sistema. Es decir, el repositorio puede estar disponible para que los profesores preparen los cursos, pero también pueden estar abiertos para que cualquier usuario recupere recursos no vinculados a ningún curso en particular, que les pueden ser de utilidad para reforzar lo aprendido sobre algún tema. El proceso de trabajo dentro de un LCMS requiere de control en cada fase del contenido, esto conlleva un proceso editorial para controlar la calidad de los contenidos creados y para permitir y organizar su publicación.[10]

## **1.2 La evaluación de los conocimientos.**

La evaluación es el medio utilizado por los docentes para estimar los conocimientos, aptitudes y rendimiento de los alumnos. A una evaluación generalmente se le asocia un examen, el cual comprende una relación de reactivos sobre los temas vistos en clase. Las evaluaciones normalmente no cuentan con un criterio que oriente su elaboración para que sea lo más acorde al estudiante y sus características (sexo, edad, estilo de aprendizaje), por lo que una vez aplicada se desconoce el verdadero nivel de habilidad de los alumnos, ya que dicha evaluación construida con criterios del propio docente podría ser fácil para los estudiantes sobresalientes o inclusive compleja para los estudiantes de bajo rendimiento.[11]

### **1.2.1 Evaluación y e-evaluación.**

La evaluación puede ser entendida como evaluación del aprendizaje y también de evaluación para el aprendizaje. En la evaluación para el aprendizaje el elemento principal es la retroalimentación y el aprovechamiento. Además de las dimensiones citadas también se añade la evaluación como aprendizaje que contempla el aprendizaje de la dinámica evaluativa en cuanto análisis y reflexión de las propias prácticas educativas llevadas a cabo por los estudiantes. Esta reflexión aprendida conlleva la posibilidad de regular el aprendizaje, adaptándolo a los fines educativos y a los intereses personales.[2]

Teniendo en cuenta a los aportes que la tecnología ha dado acerca del tema de evaluación se puede resaltar tres grandes cambios que vienen siendo: evaluación automática, evaluación enciclopédica y la evaluación colaborativa.

#### **Evaluación automática:**

Las pruebas electrónicas tipo test que incluyen respuestas correctas son un ejemplo de este tipo de aportación. La mayor ganancia de esta se refleja en la inmediatez de la visualización de la respuesta correcta, hecho que es muy

importante para los alumnos y también para el profesor por su acción de retroalimentación.

### **Evaluación enciclopédica:**

Las ventajas de las prácticas evaluativas que utilizan este enfoque tienen diferente comportamiento si se trata de estudiantes o de profesores. En los estudiantes se nota que consiguen una considerable ganancia mediante un acceso rápido y relativamente cómodo a gran cantidad de información diversa de distintas fuentes en el marco de Internet. El rol del profesor varía sustancialmente, o sea que va dejando de ser ese transmisor que trae la información a sus alumnos modificando de esa forma las estrategias de enseñanza.

### **Evaluación colaborativa:**

La colaboración educativa virtual se identifica en todas las plataformas de e-learning ya sean: foros, debates, hilos de conversación y otros. Una ventaja metodológica es que la tecnología nos da la posibilidad de no sólo evaluar el producto colaborativo sino también el proceso.

### **E-evaluación:**

Se entiende como cualquier proceso electrónico de evaluación en el que son utilizadas las TIC para la presentación de las actividades, las tareas de evaluación y el registro de las respuestas. Es decir, una evaluación continua, auténtica, con la participación del estudiante en su propia evaluación y enfocada desde diversas modalidades y participación de los estudiantes.[12]

#### 1.2.2 Principios de la evaluación con las TIC.

Existen cuatro principios fundamentales de la evaluación del aprendizaje que son: confiabilidad, validez, objetividad y autenticidad.[13]

**Confiabilidad:**

Para tomar las decisiones que corresponden al aprendizaje alcanzado por los alumnos es menester tener confianza en la información que sirve de base para ellas, es decir, saber que su veracidad está fuera de cualquier duda.

**Validez:**

La evaluación que se realiza en el aula debe ser válida, o sea que hay medir lo que se pretende. El instrumento elegido debe reflejar lo que se conoce como dominio del tema, aludiendo no al grado de destreza alcanzado, sino a su representación adecuada para que unas cuantas actividades o preguntas manifiesten si se “sabe” o se “sabe hacer” todo lo que se busca.

**Objetividad:**

La objetividad forma parte integrante de cualquier evaluación. De nada serviría juzgar cualquier mérito si lo que fundamenta la calificación obtenida es el favoritismo, el prejuicio, la corrupción o cualquier elemento ajeno al atributo y ejecución que se evalúa.

**Autenticidad:**

La evaluación del aprendizaje debe ser auténtica, esto es, la condición de la prueba debe manifestar que los procesos intelectuales que se ponen en juego en ella, corresponden a aquellos que el alumno usará en las situaciones reales de aplicación del conocimiento en cuestión. La evaluación auténtica tiene como condición una enseñanza auténtica, de lo contrario se crea una incongruencia que la invalida y perjudica al evaluado.

### 1.2.3 Antecedentes de la evaluación utilizando Moodle en la UCF.

De acuerdo con el desafío de incorporar plenamente las TIC en sus procesos formativos, la Universidad de Cienfuegos se asume la adopción de la plataforma de aprendizaje en línea Moodle, como vía para el establecimiento de una nueva

forma de educación que es formación basada en la red. La UCF utiliza esta plataforma como complemento en línea a su actividad docente presencial. Su utilización permite organizar y programar el trabajo docente de una forma muy ágil, clara y estructurada haciendo uso de sus recursos estándar, así como de otros módulos no estándar.

La evaluación utilizando Moodle en la UCF ha sido poco aplicada, pero hay ejemplos de asignaturas que han planificado evaluación por medio de la plataforma como son: Sistemas Operativos en la carrera de Ingeniería Informática y Matemática (I, II, III y IV) en las carreras de Ciencias Técnicas y Empresariales.

### **1.3 La teoría de los Tests.**

Antes de abordar sobre la teoría de los test debemos decir que un test en sentido general es una prueba que se puede realizar para determinados resultados para comprobar algo determinado. Entre los Tests están los psicológicos que tratan de averiguar las capacidades intelectuales o el equilibrio mental de un individuo específico y los instrumentos para obtener una muestra de la conducta.

A lo largo de la historia del tema de la evaluación, su complejidad y medición ha sido muy trabajada y se han identificado las principales teorías en la medición mediante test en el campo de la psicometría como un aspecto metodológico dentro de lo que es la psicología y, su objetivo principal es medir o cuantificar las variables psicológicas de las personas incluyendo implicaciones teóricas y prácticas. Las teorías son[14]:

- Teoría clásica de los test (TCT).
- Teoría de la generalizabilidad (TG).
- Teoría de respuesta a los ítems (TRI).

#### **1.3.1 Teoría clásica de los test (TCT).**

Es una manera de determinar el grado de conocimiento, la aptitud de una persona, frente a un tema específico. La TCT ha sido el modelo fundamental y conserva su vigencia en la práctica de la evaluación psicológica y educativa, ya que los

métodos cuantitativos que fundamentan la construcción, aplicación, validación e interpretación de distintos tipos de test, permiten crear estándares aplicados a una población. Los fundamentos en que se basa la Teoría Clásica de los Test (TCT) se aplican en las pruebas de desempeño y de aptitud.

#### 1.3.1.1 Características validadas por la TCT.

Todo valor medido en un test se compone de una parte verdadera de la característica y una parte aleatoria correspondiente al error de medición.

- a) El valor esperado, el valor medio y la suma de los errores tienen un valor cero.
- b) El error de medición no se ordena con el valor verdadero.
- c) El valor verdadero y el error de medición de dos test distintos no se correlacionan.
- d) Los valores de error de dos test distintos no se correlacionan.

Mientras mayor sea el error de medición, tanto menor será la componente verdadera de la característica en el valor medido y tanto menor será también la confiabilidad con la que el test mide.

#### 1.3.1.2 La fiabilidad en la TCT.

La fiabilidad es el concepto central de la teoría clásica de los test, o sea que es la confiabilidad con la que un test determina el valor verdadero. Se define teóricamente como la relación de la varianza de los valores verdaderos con la varianza de los valores medidos por el test, Sin embargo, la fiabilidad solo puede estimarse, debido a que los valores verdaderos no se conocen. Un procedimiento que sirve para esto es la construcción de test paralelos, que son test de los que se supone que miden los mismos valores verdaderos. Entonces, la fiabilidad puede estimarse a través de la correlación de dos test paralelos  $X_1$  y  $X_2$ .

La precisión de un test es el grado de constancia de sus medidas. Si aplicamos un test varias veces a un sujeto, y éste obtiene puntuaciones muy distintas cada vez, éste test es impreciso, no nos podemos fiar de sus resultados. Si las

puntuaciones que obtiene el sujeto cada vez son iguales o difieren poco, este test es fiable, nos da medidas precisas, dignas de confianza. La precisión se suele estimar por la correlación del test consigo mismo o por otro procedimiento equivalente. Si conocemos la precisión del test, sabremos el grado de confianza de sus resultados cuantitativos.

#### 1.3.1.3 La tipificación en TCT.

Elaborado ya el test y comprobada su validez y precisión, se ha de determinar la significación de las puntuaciones. El resultado de un test es un número o una puntuación directa. Para conocer la significación de esta puntuación, se ha de comparar con las puntuaciones de la población a la que pertenece el sujeto. Tipificar un test consiste en averiguar y ordenar las puntuaciones de la población. Cuestiones a considerar:

- El test no puede ser aplicado a toda la población, por lo que se ha de seleccionar una muestra representativa de ésta.
- Cuando ya ha sido elegida la muestra, el test ha de aplicarse a todos sus miembros. Las puntuaciones obtenidas se ordenan en una escala cuantitativa, que servirá para interpretar, en un futuro, el resultado que obtenga cualquier sujeto.

#### 1.3.1.4 Desventajas en la aplicación de TCT.

Aun cuando un banco de reactivos (ítem) se encuentre bien conformado, un problema de la teoría clásica de los test está en la precisión de la medición. Algunas limitantes en la aplicación de TCT en los test actualmente son:

- Es posible que los supuestos de TCT sean poco detallados, dado que tienen que considerarse diversas formas de error.
- El modo en que la confiabilidad, así como la dificultad y discriminación de los ítems dependen de la muestra no se considera o se considera de manera insuficiente en la TCT.

- La homogeneidad de los ítems no se puede probar dentro de los marcos de la TCT.
- En términos estrictos, la confiabilidad es el único criterio de calidad que se puede determinar dentro de los marcos de la TCT.
- Problemas esenciales de la teoría clásica de los test en la medición del cambio: los test de la teoría clásica se construyen sobre la base de la estabilidad de las características o rasgos para satisfacer la fiabilidad test-retest o de pruebas paralelas, con lo que la exigencia de alta confiabilidad entra en contradicción con el carácter variable de los rasgos.

Desde los años 60 comenzaron a desarrollarse modelos alternativos o complementarios a la TCT para la evaluación de los datos psicométricos, como la Teoría de la Generalidad propuesta y, sobre todo, la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI). Un cambio fundamental ha sido la transición, durante la década de los ochenta, desde la TCT a la TRI. La TRI representa, uno de los mayores avances en la medición psicológica y educativa en los últimos años y tiene actualmente un status alto dentro de la Psicometría.[15]

### 1.3.2 La Teoría de Respuesta al Ítem (TRI).

La TRI es un proceso de la psicometría, que se refiere al desarrollo de un modelo matemático que mide el funcionamiento mental humano. En esta teoría las puntuaciones de un test son más dependientes de la muestra que de la propia función analizada, ya que toma para su consideración dos problemas:

- El primero hace referencia al error en la medida: Las puntuaciones de los sujetos en un test estarán afectadas por un error aleatorio, dependientes del sujeto, del ambiente, del instrumento y del propio proceso de evaluación.
- El segundo describe los cambios de las mediciones y las propiedades de los instrumentos aplicados en el test.

### 1.3.2.1 Principales objetivos de la TRI.

- Puntuaciones independientes de la norma: búsqueda de medidas que sean independientes de las puntuaciones estándar derivadas del grupo.
- La elaboración de nuevas pruebas que analicen la invariancia de la conducta en sí misma, de modo que un test represente con precisión un dominio gradual de conocimiento relativo a una única medida.
- La relación de los dos conceptos anteriores permite un tipo de medida en la que los parámetros de ítem y de persona son ambos invariantes, de tal modo que ni la elección de una muestra de sujetos, ni la elección de los ítems afecte a los parámetros de dificultad del ítem ni a los de la habilidad.
- La agilidad en la combinatoria de ítems de test, que pertenezcan a un mismo dominio de conducta, dando paso a la aplicación de test adaptados al sujeto, en función de la capacidad de las habilidades de cada individuo.

En cuanto al cálculo estadístico, la TRI utiliza un modelo matemático logístico para describir la relación entre el nivel de habilidad del examinado y la probabilidad que éste dé una respuesta correcta a un ítem del test. Algunas aplicaciones de la TRI han consistido en la creación de bancos de ítems y los diseños de test a la medida del sujeto o test adaptativos computadorizados (TAC). Los test de medida consisten en la selección de informatizada de los ítems que puedan medir mejor la habilidad de un individuo.

### 1.3.2.2 Procedimiento para el análisis de un test por medio de la TRI.

De forma esquemática los pasos a seguir para analizar las características de un test según la TRI, y estimar los niveles de rasgo de las personas que contesten al test son los siguientes:

- a) Preparar los datos para su análisis.
- b) Analizar si los datos cumplen los supuestos básicos de la TRI.
- c) Estimar los parámetros del modelo elegido.
- d) Elaborar los resúmenes y gráficas correspondientes.

- e) Analizar el ajuste del modelo a los datos. Estimar los niveles de habilidad de los participantes.

Entre los modelos más importantes de la TRI, cuatro son los más representativos de la aplicación informática:

- Tests Convencionales.
- Elaboración Automatizada de Informes.
- Construcción Automatizada de los Tests.
- Test Adaptativos Informatizados (TAI).

Este último es el objeto seleccionado para dar seguimiento a nuestro estudio.

#### 1.3.2.3 Test Adaptativo Informatizado.

Una de las principales aplicaciones derivadas de la TRI y de las aplicaciones informáticas en Psicometría son los TAI. Fundamentalmente un test gestionado por un computador en donde la presentación de cada ítem y la decisión de finalizar el test se toman de forma dinámica basándose en la respuesta que da el estudiante y en la valoración del nivel de conocimiento.

En términos más puntuales, un TAI es un algoritmo iterativo que comienza con una estimación inicial del nivel de conocimiento del estudiante, es importante en este punto no confundir Test Adaptativo Informatizado con el Test Informatizado. Un Test Informatizado es un Test tradicional en donde se utiliza una computadora para la distribución de los ítems, y el almacenar o guardar las respuestas, para su posterior corrección, y emitir una calificación.

Un TAI igualmente presenta ítems y agrupa las respuestas de los estudiantes mediante los procesos que lleva el computador, pero este no es el rasgo preponderante, el aspecto que determina un TAI es la capacidad para adaptarse al desempeño y rendimiento del estudiante al que se le está aplicando la prueba. La idea central es presentar únicamente a cada estudiante los ítems que

correspondan a su nivel. Por lo tanto, se realiza una valoración a los evaluados o a las muestras poblacionales en la psicología y la educación. Los ítems se diligencian en dispositivos computarizados que se van condicionando de acuerdo a niveles progresivos manifestados por la persona al cual se aplica el instrumento.[7]

El Test Adaptativo informatizado es una traducción de la expresión inglesa “Computerized Adaptive Test” (CAT). En lo más básico podemos decir que CAT es un algoritmo reiterativo con los pasos siguientes:

1. En el banco de ítems disponibles se busca por el ítem óptimo, basado en la estimación actual de la capacidad del examinado.
2. El ítem elegido se presenta al examinado, quien luego responde correctamente o incorrectamente.
3. La estimación de capacidad se actualiza, basada en todas las respuestas anteriores.
4. Se repiten los pasos 1 a 3 hasta que se cumpla el criterio de parada.

### **Componentes de un CAT.**

Hay cinco componentes técnicos en la construcción de un CAT que se adaptan a lo planteado por Weiss & Kingsbury[16] y ellos son:

- 1) Banco de ítem calibrados.
- 2) Punto de partida o nivel de entrada.
- 3) Algoritmo de selección de ítems.
- 4) Procedimiento de puntuación.
- 5) Criterio de parada.

### **1.4 Los niveles de asimilación del contenido.**

Los niveles de asimilación del contenido son diferentes estados cualitativos de un proceso único: el aprendizaje del contenido. Estos grados de dominio reciben

diferentes nombres como pueden ser: nivel de reproducción, aplicación y creación; para otros, es el nivel preestructural y multiestructural; otros les llaman nivel relacionante y de abstracción extendida; también los podemos encontrar como familiarizar, reproducir, producir y crear; o bien, dar sentido, comprensión cognitiva, aprendizaje profundo, para algunos es saber, saber hacer y crear, etc. Todas estas clasificaciones hablan de diferentes grados de apropiación del contenido, por lo cual el profesor debe entender claramente, en qué nivel de profundidad deberá manejar los conocimientos y trabajar en función de esto.[17]

Nosotros asumiremos la primera clasificación (reproducción, aplicación y creación):

**Nivel Reproductivo:** se refiere al conocimiento de cosas, ideas, datos, hechos, procesos, etc. Los alumnos retienen el conocimiento y pueden reproducirlo, pero no saben razonarlo, ni aplicarlo con propiedad. No existe una acción reflexiva, mucho menos una integración a situaciones reales, el conocimiento se queda en la memoria a corto plazo, no hay aprendizaje duradero, significativo, solo aprendizaje memorístico.

**Nivel Aplicativo:** se caracteriza por la aplicación de los conocimientos y habilidades en la solución de cierta clase de ejercicios o problemas y de situaciones prácticas, a partir de la utilización de conocimientos y métodos de la actividad asimilada. En esta etapa ya se da una retención del conocimiento, una comprensión reflexiva, existe ya un verdadero aprendizaje.

**Nivel Creativo:** se manifiesta la creación individual. Aquí los alumnos han comprendido perfectamente los conocimientos que les han sido expuestos, saben usarlos con seguridad y aplicarlos con propiedad, expresan las ideas con acierto utilizando sus propias palabras para formular ideas independientes, o sea, adquieren un dominio perfecto e independiente del saber, en fin, se logra el auténtico aprendizaje.

La asimilación del contenido transita de un nivel a otro en la medida que los alumnos trabajen gradual y progresivamente en la resolución de determinadas clases de ejercicios que los lleven de lo rutinario a lo novedoso, de lo elemental a lo difícil, de lo conocido a lo desconocido, de lo simple a lo complejo.[18]

### **1.5 La zona de desarrollo próximo.**

Según Ernesto R. Fuentes[6], el concepto de zona de desarrollo próximo, introducido por Lev Vygotski desde 1931, es la distancia entre el nivel de desarrollo efectivo del alumno (aquellos que es capaz de hacer por sí solo) y el nivel de desarrollo potencial (aquellos que sería capaz de hacer con la ayuda de un adulto o un compañero más capaz). Este concepto sirve para delimitar el margen de incidencia de la acción educativa. La zona de desarrollo próximo se genera en la interacción entre la persona que ya domina el conocimiento o la habilidad y aquella que está en proceso de adquisición.

Por lo tanto, una misión de la educación es contribuir a la reducción de la distancia entre las posibilidades individuales y la necesidad de una guía orientadora para la solución de diversos problemas, potenciando actividades y vías que contribuyan a ello, entre las cuáles la evaluación de los conocimientos tiene un papel importante.

### **1.6 Valoración crítica.**

Entre las críticas que se le señalan a la evaluación computarizada podemos señalar:

- Hay personas que se sienten intimidadas por las computadoras.
- Cuando las pruebas incluyen muchas preguntas basadas en escenas filmadas, grabaciones o dibujos con movimiento, su costo de implementación puede resultar alto.
- La tipología de preguntas se corresponde mejor con las corrientes conductistas (estímulo-respuesta).

- La falta de adecuación de los exámenes a las características de los evaluados.

No es menos cierto que cualquier modelo evaluativo puede tener ventajas y desventajas, en el caso en que los exámenes son generados a través de computadoras o incluso en los casos en que es la propia computadora el soporte para realizar los exámenes, podemos realizar acciones que minimicen las críticas antes mencionadas.

CAT es un algoritmo iterativo, y trabaja con los resultados que los evaluados van teniendo en cada test realizado computacionalmente, pero la idea del modelo desarrollado es asignar preguntas (ítems) a un examen que en este caso no será aplicado a través de una computadora. De modo que el tercer componente del algoritmo CAT se aplica en nuestro modelo.

Por otro lado, crear exámenes, en los que intervenga la computadora, que se adapten de cierta manera a las características de los estudiantes y a un modelo pedagógico específico, no resulta una tarea sencilla.

En las revisiones realizadas sobre el tema no encontramos una solución que se adapte convenientemente al modelo pedagógico cubano de la educación superior y por tanto la necesidad de plantear nuestra propuesta.

## **1.7 Conclusiones el Capítulo.**

En este capítulo se abordan los conceptos fundamentales relacionados al dominio del problema. Se describen temas como los recursos informáticos en la educación, la evaluación de los conocimientos, la teoría de los tests y se realiza una valoración crítica sobre la evaluación computarizada en cual hablamos del algoritmo CAT sonde seleccionamos su tercer componente para aplicar en nuestro modelo. También se abordan temas afectos a la pedagogía como los niveles de asimilación del contenido y la zona de desarrollo próximo.

## Capítulo 2 Desarrollo del Modelo Adaptativo Propuesto.

### 2.0 Introducción.

Se describe detalladamente el desarrollo del modelo adaptativo para la generación de exámenes personalizados considerando los elementos pedagógicos relacionados con los niveles de asimilación, la zona de desarrollo próximo y una caracterización del estudiante.

### 2.1 Caracterización del estudiante.

Los estudiantes representan el elemento fundamental en el proceso de elaboración de los exámenes, pues una vez confeccionados, estos son presentados a los mismos para que los realicen. El modelo tiene en cuenta características de los estudiantes a quienes van dirigidos de manera más personalizada.

Las características de los estudiantes seleccionados para el desarrollo del modelo son las descritas en la siguiente tabla:

Estudiante
Nombre
Año
Grado Nivel Reproductivo
Grado Nivel Aplicativo
Grado Nivel Creativo

Tabla 1.1 Caracterización del estudiante.

**Nombre:** es el nombre del estudiante a quien va dirigido el examen.

**Año:** el año académico que cursa el estudiante.

**Grado Nivel (productivo, aplicativo y creativo):** son valores numéricos expresados en por ciento, que representan el comportamiento del estudiante

respecto a los niveles de asimilación del contenido de aprendizaje. Es decir, en qué medida el estudiante se comporta de manera reproductiva, aplicativa o creativa.

## 2.2 Correspondencia entre las preguntas evaluativas y los niveles de asimilación.

Las preguntas evaluativas son elaboradas por los profesores y almacenadas en un banco de preguntas donde serán posteriormente seleccionadas para que sean asignadas a los respectivos exámenes. Tal como los estudiantes tienen ciertas características, se consideran también determinados elementos de las preguntas que nos van a permitir asociar las preguntas a los estudiantes.

Para las preguntas evaluativas fueron tenidas en cuenta los siguientes elementos que son descritos en la tabla que se sigue:

Pregunta
Tipo de Pregunta
Enunciado
Descripción
Año
Objetivo
Nivel Reproductivo
Nivel Aplicativo
Nivel Creativo

Tabla 1.2 Elementos que componen la pregunta.

**Tipo de Pregunta:** los tipos de pregunta para esta implementación las vamos a limitar a las siguientes:

- Selección Múltiple Respuesta Simple.
- Verdadero y Falso.

- Pregunta Simple.

**Enunciado:** es el texto o enunciado de la pregunta.

**Descripción:** breve descripción acerca de la pregunta.

**Año:** el año dice a qué año académico se asocia la pregunta.

**Objetivo:** identifica a que objetivo responde la pregunta.

**Niveles (reproductivo, aplicativo y creativo):** son valores numéricos, expresados en porcentaje que establecen en qué medida la pregunta responde a los tres niveles de asimilación.

### **2.3 La zona de desarrollo próximo.**

En el capítulo 1 mencionamos que la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) de un estudiante es la distancia entre el nivel de desarrollo efectivo del alumno y el nivel de desarrollo potencial del mismo.

La ZDP se genera en la interacción entre la persona que ya domina el conocimiento o la habilidad y aquella que está en proceso de adquisición.

Teniendo en cuenta el concepto arriba descrito, se puede también decir que la ZDP es la distancia entre lo que el estudiante es capaz de hacer y lo que sería capaz de hacer con ayuda de alguien más experimentado.

Para nuestro modelo vamos a considerar que esa distancia se puede cuantificar mediante un número entre -100 y 100 en relación con cada objetivo a evaluar por parte del docente.

El signo de este número nos da la medida en que se va aumentando o disminuyendo el porcentaje del nivel de asimilación de la pregunta para que se estimule o se potencie el estudiante.

### **2.4 Asignación de preguntas a un examen personalizado.**

El modelo adaptativo para asignar las preguntas a un examen asociado a un estudiante particular se basa en lo siguiente:

Para seleccionar una pregunta  $P_i$  para el objetivo  $O_i$ , el profesor dará entrada en la aplicación al objetivo al cual responde la pregunta, el nivel de asimilación con el cual se pretende evaluar este objetivo y un valor  $p$  para la ZDP.

Se procede entonces a filtrar las preguntas almacenadas por los criterios: objetivo, nivel de asimilación y año académico y aplicamos la expresión siguiente para escoger aquella que mejor se corresponde.

$$f(i) = |n_{rpi} - z_r - n_{rei}| + |n_{api} - z_a - n_{aei}| + |n_{cpi} - z_c - n_{cei}|$$

$n_{rp}$  : Nivel de reproductividad de la pregunta.

$n_{re}$  : Nivel de reproductividad del estudiante.

$n_{ap}$  : Nivel de aplicación de la pregunta.

$n_{ae}$  : Nivel de aplicación del estudiante.

$n_{cp}$  : Nivel de creatividad de la pregunta.

$n_{ce}$  : Nivel de creatividad del estudiante.

Caso 1: Si  $n_{re} + z_1 > 100$  entonces  $z_1 = 100 - n_{re}$

Si  $n_{re} + z_1 < 0$  entonces  $z_1 = -n_{re}$

Caso 2: Si  $n_{ae} + z_2 > 100$  entonces  $z_2 = 100 - n_{ae}$

Si  $n_{ae} + z_2 < 0$  entonces  $z_2 = -n_{ae}$

Caso 3: Si  $n_{ce} + z_3 > 100$  entonces  $z_3 = 100 - n_{ce}$

Si  $n_{ce} + z_3 < 0$  entonces  $z_3 = -n_{ce}$

Entre varias preguntas, se escoge aquella que genere el menor valor para la función  $f(i)$ .

Durante el proceso de confección de los exámenes, se procede de la siguiente manera:

1. El docente establece los objetivos que se van a evaluar en el examen, tal y como procede en la elaboración manual de exámenes.

2. Una vez definidos los objetivos del examen, el docente elabora el banco de preguntas asociado al examen que desea generar, o reutiliza alguno que se encuentre almacenado en la base de datos con anterioridad.
3. Después se establecen los atributos del estudiante a quien va dirigido el examen.
4. La aplicación selecciona desde el banco de preguntas las más adecuadas y las asigna al examen aplicando el modelo descrito anteriormente para una pregunta específica (**Ver Anexo2**).

## **2.5 Conclusiones del capítulo.**

En este capítulo se describe el desarrollo del modelo adaptativo para generación d exámenes. Se destaca una caracterización del estudiante y se muestra la aplicación en el modelo, de los elementos pedagógicos como son los niveles de asimilación y zona de desarrollo próximo.

## **Capítulo 3 Validación del Modelo Adaptativo para Generación de Exámenes.**

### **3.0 Introducción**

Se realiza una validación del modelo adaptativo utilizando criterio de expertos. Este método permite consultar un conjunto de expertos para validar la propuesta desarrollada.

### **3.1 Selección y valoración del criterio de los expertos.**

El juicio o criterio de expertos es un método de validación útil para verificar la fiabilidad de una investigación que se define como una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones.[19]

Este método permite consultar a un conjunto de expertos acerca de un problema investigativo y en el caso de esta investigación, se utiliza para validar la propuesta sustentado en sus conocimientos, investigaciones, experiencia, estudios bibliográficos, etc.

Para ello, se hizo un listado con un conjunto de 15 profesores a considerar como posibles expertos en el tema de la evaluación del aprendizaje y mediante una breve encuesta (**ver Anexo 1**) y el software Consulta a expertos, se seleccionaron 9 de ellos. La encuesta, pide a los profesores que se autoevalúen en una escala de 1 a 10, su nivel de conocimientos respecto al tema, así como el nivel de argumentación que pueden demostrar.

Con estos elementos se procedió a calcular los coeficientes de conocimiento  $K_c$ , de argumentación  $K_a$  y de competencia  $K$  para cada experto. Se escogieron nueve expertos, los cuales calificaron con un grado de competencia Alto.

Con los expertos escogidos se procedió a la obtención de una lista de criterios. A los 11 criterios obtenidos (**ver Anexo 2**), los expertos asignaron un peso de acuerdo a la importancia que cada uno de ellos considera según su experiencia y conocimiento. La escala aplicada se transformó a una escala de 5 valores (inadecuado, poco adecuado, adecuado, bastante adecuado y muy adecuado).

Este método permite encontrar tendencias en un proceso mediante criterios aislados de los expertos sin contacto entre ellos.

### **3.2 Procesamiento estadístico y análisis de los resultados.**

La hipótesis de nulidad plantea que no existe concordancia entre las opiniones emitidas por los expertos y la alternativa lo contrario, es decir que sí existe concordancia. Para probar la hipótesis se utilizó la prueba de Kendall para el nivel de significación 0.01 y un intervalo de confianza de 95%. Para el procesamiento de la prueba de Kendall, se valoraron diferentes opciones, pero finalmente se utilizó el software SPSS versión 20, por la facilidad de manipulación de los datos y las salidas que ofrece.[20]

Al aplicar la prueba de Kendall se obtuvo como resultado rechazar la hipótesis nula ( $K= 0.718$ ), es decir que se acepta que existe concordancia entre los criterios emitidos por los expertos, es decir que el modelo adaptativo para generar automáticamente exámenes, resulta válido.

Para profundizar un poco más se puede consultar (**Anexo 3**), en el cual aparecen los detalles del procesamiento de los datos. No obstante, las siguientes consideraciones nos pueden ayudar un poco más.

Los criterios valorados por los expertos se ordenan según la prueba de Kendall de la siguiente manera:

1. Los estudiantes que muestran un nivel reproductivo en su desempeño deben ser evaluados con exámenes de tipo reproductivo.

2. Los estudiantes que muestran un nivel aplicativo en su desempeño deben ser evaluados con exámenes de tipo aplicación.
3. Los estudiantes que muestran un nivel creativo en su desempeño deben ser evaluados con exámenes de tipo creativo.
4. Una aplicación informática para generar exámenes debe tener en cuenta el nivel de desempeño del estudiante (reproducción, aplicación, creación), los niveles de asimilación de los conocimientos (reproducción, aplicación, creación) y la ZDP del mismo.
5. La utilización de las TICs contribuye a mejorar el proceso de evaluación de los conocimientos de los alumnos.
6. La utilización de las Computadoras como mediadores en el proceso de evaluación contribuye a incrementar la motivación de los estudiantes por el estudio.
7. La utilización de la computadora en el proceso de elaboración de exámenes contribuye a incrementar la cantidad de ejercicios que se pueden utilizar para los mismos.
8. La utilización de sistemas informáticos “más inteligentes” permite generar exámenes más adaptados a las características de los estudiantes.
9. La zona de desarrollo próximo (ZDP) del estudiante puede verse como la distancia que existe entre la posibilidad del mismo para alcanzar el conocimiento por si solo y la necesidad de recibir ayuda de otra persona (tutor, maestro) para ello.  
Cree Ud. que para crear exámenes mejor adaptados a las características de los estudiantes debería tenerse en cuenta su ZDP.
10. El nivel de complejidad de los exámenes debe corresponderse con el nivel de desarrollo alcanzado por el estudiante en el aprendizaje.
11. Los exámenes deben combinar preguntas de distintos niveles de asimilación en dependencia del nivel de desempeño de los estudiantes con el fin de estimular su desarrollo personal.

De este ordenamiento podemos sacar las siguientes conclusiones:

1. Los criterios 5,6 y 7 de la encuesta, ocupan los lugares 1, 2 y 3 en el ordenamiento por rangos de la prueba de Kendall, es decir, que reciben la menor importancia, por lo que los expertos no consideran adecuado que los exámenes a aplicar a los estudiantes, se queden solamente en el nivel de desempeño que muestran los mismos (reproductivo, aplicativo y creativo) lo cual no estimularía su desarrollo. El autor de este trabajo y los tutores coinciden con esta idea.
2. De la misma manera, el criterio 10 de la encuesta que incluye a los criterios 5, 6 y 7 ocupa el cuarto lugar lo cual refuerza la conclusión anterior.
3. Los lugares 5, 6 y 7 son ocupados por los criterios 1, 2 y 4 que justifican la idea de utilizar las computadoras en la generación de exámenes, no solo a nivel de procesador de textos, sino para mejorar el proceso de evaluación (elevar la motivación de los estudiantes, la cantidad de ejercicios que pueden considerarse, etc.).
4. Los lugares 8, 9, 10 y 11 son ocupados por los criterios 9, 10, 3 y 8 respectivamente los cuales refuerzan la idea de que la generación de exámenes que se adapten mejor a las características de los evaluados es válida.

### **3.3 Conclusiones del capítulo.**

Se realizó el proceso de validación del modelo adaptativo para generación de exámenes utilizando criterio de expertos. Primeramente, se hizo la selección y recolección de los criterios de cada experto mediante una encuesta y también en software de consulta a expertos. Posteriormente se hizo el procesamiento estadístico de los datos con el programa SPSS\_v20, donde según los resultados obtenidos concluimos que el modelo es válido.

## **Conclusiones generales.**

Después de estudiada la problemática en profundidad concluimos que:

- Se analizaron diversos enfoques para ser utilizadas en la generación de exámenes usando computadoras y se decidió aplicar el tercer componente del algoritmo iterativo CAT.
- Se diseñó un modelo que considera los niveles de asimilación, la forma en se comporta el estudiante respecto a dichos niveles y la zona de desarrollo próximo, el cual permite generar automáticamente exámenes por medio de una aplicación web.
- Se validó el Modelo Adaptativo para la Generación de Exámenes utilizando el criterio de expertos. Por medio del juicio de cada experto se realizó el procesamiento de los datos utilizando el programa SPSS\_v20, de acuerdo con los resultados estadísticos concluimos que el Modelo es válido.

## Recomendaciones

1. Extender las pruebas del modelo con otras asignaturas de la carrera.
2. Emplear la propuesta como guía en el desarrollo e integración de un módulo “Adaptativo” a Moodle para aprovechar las ventajas de esta plataforma y enriquecerla para ser utilizado como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Universidad de Cienfuegos.

## Referencias bibliográficas.

- [1] C. C. Lesbia, «LAS TIC EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LA EDUCACIÓN A DISTANCIA», *Laurus*, vol. 14, pp. 295-314, nov-2008.
- [2] E. Barbera, «Aportaciones de la tecnología a la e-Evaluación», *Revista de Educación a Distancia 2016*, (50), 2016.
- [3] D. M. Álvarez, «Plataformas de enseñanza virtual libres y sus características de extensión: Desarrollo de un bloque para la gestión de tutorías en Moodle», UNIVERSIDAD DE ALCALÁ, 2010.
- [4] A. F. Pampillón Cesteros, «Las plataformas e-learning para la enseñanza y el aprendizaje universitario en Internet». 2009.
- [5] J. D. CASTRO APOLO y C. V. RAMÍREZ GUTIÉRREZ, «LOS RECURSOS INFORMÁTICOS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE COMPUTACIÓN», UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO, MILAGRO, ECUADOR, 2011.
- [6] L. E. R. Fuentes Garí., «Metodología para la integración de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática en las carreras de Ciencias Técnicas», Tesis Doctoral, Universidad de Cienfuegos «Carlos Rafael Rodríguez», Cienfuegos, 2002.
- [7] C. Suastegui, «Software Educativo (características) | Software Educativo», 25-jun-2012. [En línea]. Disponible en: <http://software-educativo.blogspot.com/2012/06/concepto-el-software-educativo-se.html>. [Accedido: 25-abr-2017].
- [8] J. A. Márquez Domínguez, «Sistemas inteligentes para la educación», jul-2013.
- [9] V. A. Tarongí, «Sistema Tutor Inteligente Adaptativo para Laboratorios virtuales y remotos», Master Universitario en Automática e Informática Industrial, Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Valencia, 2010.
- [10] R. RENGARAJAN, «LCMS and LMS: Taking Advantage of Tight Integration.», 2001. [En línea]. Disponible en: [http://www.e-learn.cz/soubory/lcms\\_and\\_lms.pdf](http://www.e-learn.cz/soubory/lcms_and_lms.pdf).
- [11] G. Toledo, C. M. Godoy, N. C. Ramírez, y E. B. Guerrero, «Modelo de evaluación adaptativa y personalizada mediante razonamiento probabilista». de agosto de-2013.
- [12] I. C. Sanchis, G. R. Santana, M. B. Gómez Devís, y A. A. Arroyo, «La e-Evaluación del aprendizaje a través de la plataforma Aula Virtual de la Universitat de València». jul-2013.
- [13] R. Quesada Castillo, «Evaluación del aprendizaje en la educación a distancia “en línea” Learning evaluation in on-line distance education». sep-2006.
- [14] F. S. Herrera y A. A. Porras, «AEI - Algoritmo de Evaluación Inteligente.» 2015.
- [15] F. S. Herrera, A. A. Porras, y P. J. R. Osorio, «ODISEO: ALGORITMO DE EVALUACION INTELIGENTE EN E-ELARNING». 2014.
- [16] D. J. Weiss y G. G. Kingsbury, «APPLICATION OF COMPUTERIZED ADAPTIVE TESTING TO EDUCATIONAL PROBLEMS». dic-1984.
- [17] D. H. R. Flores, «LOS NIVELES DE ASIMILACIÓN DEL CONTENIDO Y LA PRÁCTICA DOCENTE». 2011.
- [18] R. R. Aguiar, J. E. Hernández Sánchez, E. L. de M. López, y F. R. Morales, «Los niveles de asimilación y niveles de desempeño cognitivo. Reflexiones.», Enero-Abril de-2006. [En línea]. Disponible en: <http://www.bvs.sld.cu/revistas/revistahm/numeros/2006/n16/art/Los%20niveles%20de%20asimilaci%F3n%20y%20niveles%20de%20desempe%F1o%20cognitivo.php>. [Accedido: 04-may-2017].

- [19]P. R. Garrote y M. del C. Rojas, «La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada», 2015.
- [20]«IBM\_SPSS\_Statistics\_Core\_System\_Users\_Guide.pdf». .

## Bibliografía.

- [1]  
C. Suastegui, «Software Educativo (características) | Software Educativo», 25-jun-2012. [En línea]. Disponible en: <http://software-educativo.blogspot.com/2012/06/concepto-el-software-educativo-se.html>. [Accedido: 25-abr-2017].
- [2]  
V. A. Tarongí, «Sistema Tutor Inteligente Adaptativo para Laboratorios virtuales y remotos», Master Universitario en Automática e Informática Industrial, Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Valencia, 2010.
- [3]  
J. A. M. Domínguez, «Sistemas inteligentes para la educación», jul-2013.
- [4]  
C. S. González, «RELIEVE: Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa». [En línea]. Disponible en: [http://www.uv.es/RELIEVE/v10n1/RELIEVEv10n1\\_1.htm](http://www.uv.es/RELIEVE/v10n1/RELIEVEv10n1_1.htm). [Accedido: 22-abr-2017].
- [5]  
N. Cardona, «Producción de software educativo». Fundación Bolivariana de Informática y Telemática, Venezuela, 2003.
- [6]  
D. M. Álvarez, «Plataformas de enseñanza virtual libres y sus características de extensión: Desarrollo de un bloque para la gestión de tutorías en Moodle», UNIVERSIDAD DE ALCALÁ, 2010.
- [7]  
F. S. Herrera, A. A. Porras, y P. J. R. Osorio, «ODISEO: ALGORITMO DE EVALUACION INTELIGENTE EN E-ELARNING». 2014.
- [8]  
Romero, T. A., «“Moodle, Unimos Mentes, Creamos Conocimiento Libre”, Ponencia presentada al VI Congreso Internacional Virtual de Educación CIVE, España». 2006.
- [9]  
S. A. Chaviano Martínez, «Módulo para la generación automática de exámenes.», Tesis de Diploma, Universidad de Cienfuegos «Carlos Rafael Rodríguez», Cienfuegos, 2015.
- [10]  
G. Toledo, C. M. Godoy, N. C. Ramírez, y E. B. Guerrero, «Modelo de evaluación adaptativa y personalizada mediante razonamiento probabilista». de agosto de-2013.
- [11]  
L. E. R. Fuentes Garí., «Metodología para la integración de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática en las carreras de Ciencias Técnicas», Tesis Doctoral, Universidad de Cienfuegos «Carlos Rafael Rodríguez», Cienfuegos, 2002.
- [12]  
J. D. CASTRO APOLO y C. V. RAMÍREZ GUTIÉRREZ, «LOS RECURSOS INFORMÁTICOS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE COMPUTACIÓN», UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO, MILAGRO, ECUADOR, 2011.

- [13]  
R. R. Aguiar, J. E. Hernández Sánchez, E. L. de M. López, y F. R. Morales, «Los niveles de asimilación y niveles de desempeño cognitivo. Reflexiones.», Enero-Abril de-2006. [En línea]. Disponible en: <http://www.bvs.sld.cu/revistas/revistahm/numeros/2006/n16/art/Los%20niveles%20de%20asimilaci%F3n%20y%20niveles%20de%20desempe%F1o%20cognitivo.php>. [Accedido: 04-may-2017].
- [14]  
D. H. R. Flores, «LOS NIVELES DE ASIMILACIÓN DEL CONTENIDO Y LA PRÁCTICA DOCENTE». 2011.
- [15]  
J. L. García Cúe, «Los Estilos de Aprendizaje y las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Formación del Profesorado». Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, 2006.
- [16]  
«Los agentes inteligentes». [En línea]. Disponible en: <http://es.ccm.net/faq/4474-los-agentes-inteligentes>. [Accedido: 23-abr-2017].
- [17]  
R. M. Felder y L. K. Silverman, «Learning and Teaching Styles in Engineering Education Application». Engr. Education, 1988.
- [18]  
R. RENGARAJAN, «LCMS and LMS: Taking Advantage of Tight Integration. », 2001. [En línea]. Disponible en: [http://www.e-learn.cz/soubory/lcms\\_and\\_lms.pdf](http://www.e-learn.cz/soubory/lcms_and_lms.pdf).
- [19]  
P. R. Garrote y M. del C. Rojas, «La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada», 2015.
- [20]  
C. C. Lesbia, «LAS TIC EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LA EDUCACIÓN A DISTANCIA», *Laurus*, vol. 14, pp. 295-314, nov-2008.
- [21]  
A. F. Pampillón Cesteros, «Las plataformas e-learning para la enseñanza y el aprendizaje universitario en Internet». 2009.
- [22]  
I. C. Sanchis, G. R. Santana, M. B. Gómez Devís, y A. A. Arroyo, «La e-Evaluación del aprendizaje a través de la plataforma Aula Virtual de la Universitat de València». jul-2013.
- [23]  
A. P. Aguayo, «Importancia de los recursos tecnológicos en el aula, formación de los docentes y manejo de herramientas tecnológicas.», 2014.
- [24]  
«IBM\_SPSS\_Statistics\_Core\_System\_Users\_Guide.pdf». .
- [25]  
R. Quesada Castillo, «Evaluación del aprendizaje en la educación a distancia “en línea” Learning evaluation in on-line distance education». sep-2006.
- [26]

- V. Michèle y C. M. Enrique, «El concepto de zona de desarrollo próximo: un instrumento psicológico para mejorar su propia práctica pedagógica». 2014. [27]
- A. BALLESTER, «El Aprendizaje Significativo en la Práctica. Cómo hacer el Aprendizaje Significativo en el Aula. España». 2002. [28]
- Sánchez, Jaime., «Comunidades virtuales de aprendizaje: Conceptos e ideas.», 2002. [En línea]. Disponible en: <http://www.dcc.uchile.cl/~jsanchez>. [29]
- P. Norvig, *Artificial Intelligence - A Modern Approach*, vol. Capítulo 15. P. 463. . [30]
- D. J. Weiss y G. G. Kingsbury, «APPLICATION OF COMPUTERIZED ADAPTIVE TESTING TO EDUCATIONAL PROBLEMS». dic-1984. [31]
- E. Barbera, «Aportaciones de la tecnología a la e-Evaluación», *Revista de Educación a Distancia 2016*, (50), 2016. [32]
- D. A. Ovalle, «Análisis funcional de la estrategia de aprendizaje individualizado adaptativo». Proyecto de investigación – DIME – Vicerrectoría de Investigación. Modelo de sistema multiagente de cursos adaptativos integrados con ambientes colaborativos de aprendizaje, 2007. [33]
- J. R. Carbonell, «AI in CAI: An artificial intelligence approach to computer assisted instruction». *IEEE Transaction on Man Machine System*, 1970. [34]
- F. S. Herrera y A. A. Porras, «AEI - Algoritmo de Evaluación Inteligente.» 2015.

## **Glosario de términos.**

**TIC:** Técnicas de Información y Comunicación.

**IA:** Inteligencia Artificial.

**SGA:** Sistema de Gestión del Aprendizaje.

**LMS:** Learning Management System

**LCMS:** Learning Content Management System.

**MOODLE:** Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment.

**STI:** Sistema Tutor Inteligente

**UCF:** Universidad de Cienfuegos.

**TRI:** Teoría de Respuesta al Ítem.

**TAI:** Test Adaptativo Informatizado.

**CAT:** Computing Adaptive Testing.

**ZDP:** Zona de Desarrollo próximo.

## Anexo 1 Diseño del modelo.

### Asignación de Preguntas.

$$f(i) = |n_{rpi} - z_r - n_{rei}| + |n_{api} - z_a - n_{aei}| + |n_{cpi} - z_c - n_{cei}|$$

Banco de Preguntas

$P_1$   
 $P_2$   
 $P_3$   
 ·  
 ·  
 ·  
 $P_n$

Filtro

- Objetivo
- Año
- N. Asimilación

Pregunta idónea

$f(1)$   
 $f(2)$   
 $f(3)$   
 ·  
 ·  
 ·  
 $f(n)$



## Anexo 2 Imágenes de la aplicación web.

### Anexo 2.1 Lista de Objetivos.

SIGEX v1.0 [Objetivos](#) [Estudiantes](#) [Banco de Preguntas](#) [Exámen](#) [Salir](#)

#### Listado de objetivos

Objetivo	Acción
4- Gestion de Memoria Mediante paginado-segmentado.	✘
3- Gestion de Memoria Mediante particiones.	✘
5- Gestion de Memoria Mediante memoria virtual.	✘
1- Conceptos sobre Gestión de Procesos.	✘
2- Algoritmos de Gestión de Procesos.	✘
Objetivo	<a href="#">Insertar Objetivo</a>

### Anexo 2.2 Lista de Estudiantes.

SIGEX v1.0 [Objetivos](#) [Estudiantes](#) [Banco de Preguntas](#) [Exámen](#) [Salir](#)

#### Listado de Estudiantes

[Buscar](#)
[Adicionar Estudiante](#)

Nombre	Año	Nivel Reproductivo (%)	Nivel Aplicativo (%)	Nivel Creativo (%)	Acciones
José Miguel	Tercero	50	40	15	✘
Jorge Carlos Prado	Quinto	70	50	0	✘
Isabel Nissandra	Primero	70	20	4	✘
Edson Baptista	Tercero	80	15	5	✘
Joana Miguel	Tercero	55	35	7	✘
Jorge	Tercero	90	10	0	✘
Paulo	Primero	100	0	0	✘
José Ndolo	Tercero	80	20	0	✘
Barros Nzovo	Cuarto	45	55	2	✘
Pedro	Segundo	40	60	0	✘

[Atrás](#)
[Adelante](#)

## Anexo 2.3 Lista de Preguntas.

SIGEX v1.0   Objetivos ▾   Estudiantes ▾   Banco de Preguntas ▾   Exámen ▾   Salir

### Listado de Preguntas



#	Pregunta	Tipo de Pregunta	Objetivo	Descripción	Año	Nivel Repro	Nivel Aplic	Nivel Creat	Acción
74	En un sistema operativo multitarea, con +	Pregunta de Marcar o Seleccionar	4- Gestion de Memória Mediante paginado-segmentado.	GMemoria.	Tercero	30	70	10	
75	Se tiene un sistema con paginación con +	Pregunta de Marcar o Seleccionar	4- Gestion de Memória Mediante paginado-segmentado.	GMemoria	Tercero	25	100	5	
76	En un sistema con gestión de memoria pa +	Pregunta de Marcar o Seleccionar	4- Gestion de Memória Mediante paginado-segmentado.	GMemoria	Tercero	100	35	0	
77	Suponiendo que se tienen 4 marcos de pá +	Pregunta de Marcar o Seleccionar	4- Gestion de Memória Mediante paginado-segmentado.	GMemoria	Tercero	0	100	0	
78	Se tiene un sistema con	Pregunta de Marcar	4- Gestion de Memória	GMemoria	Tercero	100	0	0	

## Anexo 2.4 Lista de Exámenes.

SIGEX v1.0   Objetivos ▾   Estudiantes ▾   Banco de Preguntas ▾   Exámen ▾   Salir

### Listado de Exámenes Creados



#	Nombre del Exámen	Descripción	Estudiante	Duración	Objetivos	Cantidad de Preguntas	Acción
27	Ordinario	Ordinario	José Miguel	2	5- Gestion de Memória Mediante memoria virtual. 1- Conceptos sobre Gestión de Procesos. 2- Algoritmos de Gestión de Procesos.	0	 <input type="button" value="Añadir Preguntas"/>
26	Extraordinario	Examen Extraordinario.	Jorge	2	4- Gestion de Memória Mediante paginado-segmentado. 1- Conceptos sobre Gestión de Procesos. 2- Algoritmos de Gestión de Procesos.	1	 <input type="button" value="Añadir Preguntas"/>
25	Ordinario	Examen Ordinario	Edson Baptista	1	3- Gestion de Memória Mediante particiones. 5- Gestion de Memória Mediante memoria virtual.	1	 <input type="button" value="Añadir Preguntas"/>

## Anexo 2.5 Selección y Asignación de preguntas.

SIGEX v1.0   Objetivos ▾   Estudiantes ▾   Banco de Preguntas ▾   Exámenes ▾   Salir

Selecciona los valores a filtrar

Objetivos  
5- Gestion de Memoria Mediante memoria virtual

>  <  =  
 Nivel RPD: 0

>  <  =  
 Nivel APL: 0

>  <  =  
 Nivel CRT: 0

Zona de Desarrollo NRP: 0  
 Zona de Desarrollo IAP: 0  
 Zona de Desarrollo NCR: 0

Aplicar Búsqueda

Listado de Preguntas Ordenadas por Prioridad

#	Pregunta	Tipo de Pregunta	Objetivo	Descripción	Año	Nivel Reproductivo	Nivel Aplicativo	Nivel Creativo	Acciones
91	En un sistema operativo multitarea, con +	Pregunta de Marcar o Seleccionar	5- Gestion de Memoria Mediante memoria virtual.	GMemoria	Tercero	20	80	5	Añadir
89	En un sistema operativo multitarea, con +	Pregunta de Marcar o Seleccionar	5- Gestion de Memoria Mediante memoria virtual.	GMemoria	Tercero	30	70	15	Añadir

## Anexo 2.6 Examen para Imprimir.

2017-Jun-04\_22\_22\_06.pdf - Adobe Reader

Archivo   Edición   Ver   Ventana   Ayuda

Herramientas   Firmar   Comentario

1 / 2   75%

**Examen Jose Ndolo   Duración: 2 Horas**

**Nombre: José Ndolo   Nota: \_\_\_\_\_**

**Pregunta 1: ¿Qué tipo de fragmentación se produce con el esquema de gestión de memoria mediante particiones variables?**

A. No se produce fragmentación.  
 B. Fragmentación interna.  
 C. Fragmentación externa.  
 D. Se produce fragmentación interna y externa.

**Pregunta 2: Para la siguiente cadena de referencia: 8,1,2,3,1,4,1,5,3,4,1,4. Suponiendo que se dispone marcos de página, el algoritmo de sustitución óptimo presenta:**

A. 10 fallos de página.  
 B. 0 fallos de página.  
 C. 7 fallos de página.  
 D. 5 fallos de página.

## Anexo 3 Encuesta para escoger los expertos.

Nombre y Apellidos.

Estamos recopilando criterios acerca del empleo de las tecnologías informáticas en apoyo al proceso de evaluación de los conocimientos y sus opiniones nos resultan de gran importancia.

1. En una escala creciente del 1 al 10, escriba el valor que se corresponde con el grado de conocimiento o información que Ud. tiene sobre el tema Evaluación del aprendizaje.
2. Haga una valoración (Alto, Medio o Bajo) de cómo percibe los siguientes aspectos en relación con Ud. Marque con una X en la casilla correspondiente.

	Alto	Medio	Bajo
1. Su experiencia teórica			
2. Su experiencia práctica			
3. Bibliografía nacional consultada			
4. Bibliografía internacional consultada			
5. Su conocimiento del estado del problema			
6. Su intuición			





	estudiante (reproducción, aplicación, creación), los niveles de asimilación de los conocimientos (reproducción, aplicación, creación) y la ZDP del mismo										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## Anexo 5 Detalles del procesamiento de datos.

NPAR TESTS

/FRIEDMAN=VAR00001 VAR00002 VAR00003 VAR00004 VAR00005 VAR00006  
VAR00007 VAR00008 VAR00009 VAR00010 VAR00011

/KENDALL=VAR00001 VAR00002 VAR00003 VAR00004 VAR00005 VAR00006  
VAR00007 VAR00008 VAR00009 VAR00010 VAR00011

/STATISTICS DESCRIPTIVES QUARTILES

/MISSING LISTWISE.

### Pruebas no paramétricas

[Conjunto\_de\_datos1] C:\Users\lgari\Documents\encuesta - Barros -2- 5.sav

#### Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
VAR00001	9	4.6667	.70711	3.00	5.00	4.5000	5.0000	5.0000
VAR00002	9	4.6667	.70711	3.00	5.00	4.5000	5.0000	5.0000
VAR00003	9	5.0000	.00000	5.00	5.00	5.0000	5.0000	5.0000
VAR00004	9	4.6667	.70711	3.00	5.00	4.5000	5.0000	5.0000
VAR00005	9	2.2222	1.20185	1.00	5.00	1.5000	2.0000	2.5000
VAR00006	9	2.4444	1.13039	1.00	5.00	2.0000	2.0000	3.0000
VAR00007	9	2.7778	1.09291	1.00	5.00	2.0000	3.0000	3.0000
VAR00008	9	5.0000	.00000	5.00	5.00	5.0000	5.0000	5.0000
VAR00009	9	4.6667	.70711	3.00	5.00	4.5000	5.0000	5.0000
VAR00010	9	4.6667	.70711	3.00	5.00	4.5000	5.0000	5.0000
VAR00011	9	4.6667	.50000	4.00	5.00	4.0000	5.0000	5.0000

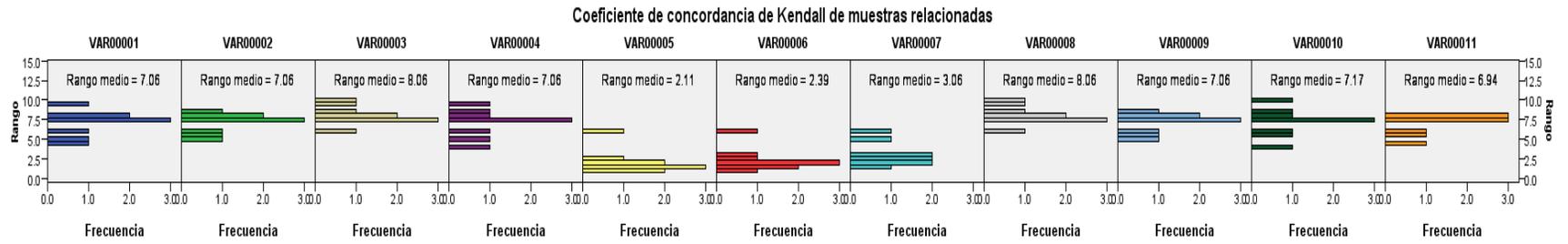
**Prueba W de Kendall****Rangos**

	Rango promedio
VAR00001	7.06
VAR00002	7.06
VAR00003	8.06
VAR00004	7.06
VAR00005	2.11
VAR00006	2.39
VAR00007	3.06
VAR00008	8.06
VAR00009	7.06
VAR00010	7.17
VAR00011	6.94

**Estadísticos de contraste**

N	9
W de Kendall	.718
Chi-cuadrado	64.643
Grados de libertad	10
Sigmoide asintótica	.000

a. Coeficiente de concordancia de Kendall



<b>N total</b>	9
<b>W de Kendall</b>	.718
<b>Probar estadística</b>	64.643
<b>Grados de libertad</b>	10
<b>Sig. asintótica (prueba de dos caras)</b>	.000

