

AEI - Algoritmo de Evaluación Inteligente

AIE: Algorithm of Intelligent Evaluation.

Fredys Simanca Herrera

Ingeniero de Sistemas.

Magister en Informática Aplicada a la Educación.

Especialista en Multimedia para la Docencia.

Especialista en Redes de Telecomunicaciones.

fredyssimanca@hotmail.com

Alexandra Abuchar Porras.

Ingeniera de Sistemas.

Magister en Informática Aplicada a la Educación.

Especialista en Multimedia para la Docencia.

alexandraabuchar@yahoo.com

Resumen.

El Algoritmo de Evaluación Inteligente (AEI), es el resultado del análisis de un proceso de investigación sobre la evaluación en la educación. Para el desarrollo del Algoritmo de Evaluación Inteligente (AIE), se abarcan temas como: Teoría Clásica de los Test (TCT), la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI), Test Adaptativos Informatizados (TAI), los Sistemas de Tutor Inteligente (STI), arquitectura tecnológica y desarrollo del software web. Este artículo presenta la base teórica, estructura tecnológica y desarrollo de una herramienta para potencializar los test adaptativos informatizados en los procesos de evaluación.

En cuanto a la evaluación en los procesos académicos a nivel de desempeño y de calidad deben estar enmarcados por estrategias en donde las TIC marquen pautas de eficacia y eficiencia, potencializando el proceso de evaluación mediante entornos virtuales, en donde es necesario que los actores del proceso como son: estudiantes, docentes y administrativos estén directamente implicados en él.

Palabras claves.

Algoritmo, evaluación inteligente, test adaptativos, Algoritmo de Evaluación Inteligente, TAISs, TRI, TCT.

Abstract.

The mediation of the technological resources in the learning processes is a characteristic inherent in the education nowadays, this has taken that establish new indicators of quality in the education that they go in agreement to the use of resources, such as the multimedia, the telematics one, software of simulations, educational software, expert systems, the artificial intelligence and the robotics. Hereby, other standards of quality have been established in the education, which qualifies between those that they use and which they do not use, the technological resources before mentioned.

Initially to develop on inherent topics, to: the Adaptive Computerized Test (THAI), the Classic Theory of the Test (CTT), the Theory of Response to the Article (TRI) and Tutor Inteligente's Systems (STI).

Later, it was centring on the study, in the development of this theory, the design of the algorithm and in the development of a tool for the applicability of the Algorithm of Intelligent Evaluation.

Finally, there was elaborated a representation of this theory by means of an algorithm that was explaining the functioning of the theory in question, as well as the results of the applicative one, as the respective conclusions and recommendations.

Key word.

Adaptative algorithm, Intelligent Evaluation, test, Algorithm of Intelligent Evaluation.

Introducción.

Se debe resaltar la importancia del proceso de la evaluación en la enseñanza-aprendizaje, no solo que es el mecanismo para dar pautas en orientaciones académico administrativas, y de formación, si no que sus resultados contribuyen a la toma decisiones, a la retroalimentación de la información de la evaluación, reforzamiento y la autoconciencia del estudiante frente a su proceso evaluativo según Reategui, Arakaki y Florez [1].

El no contar con estrategias ni herramientas que midan el grado de conocimiento y avances a nivel individual de cada estudiante, así como tampoco, sistemas que ofrezcan información de niveles de conocimiento en áreas específicas a los docentes en cuanto a la situación real de cada uno de sus estudiantes.

El desarrollo de las TIC y el uso de los recursos tecnológicos, en cuanto a la evaluación han tenido su propia evolución y con el uso de las nuevas tecnologías de la información, se ha logrado desarrollar plataformas virtuales que reflejan los modelos y teorías psicométricas, una de estas teorías es; “teoría de los test adaptativos informatizados”.

Antes de poner en marcha la concepción del algoritmo, es conveniente conocer algunos conceptos a tener en cuenta en el proceso de desarrollo del proyecto, para entender de mejor forma el funcionamiento de los TAI, además, poder conocer el entorno donde se pueden utilizar eficazmente, teniendo en cuenta sus características, ventajas y limitantes que se presentan al momento de su aplicación.

Para esto, se debe comenzar con abarcar temáticas tales como: La teoría clásica de los test (TCT), la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI) Test Adaptativos Informatizados (TAI), los Sistemas de Tutor Inteligente (STI), arquitectura tecnológica, desarrollo de software en plataforma virtuales.

1. La Teoría de los Test

A lo largo de la historia el tema de la evaluación, su complejidad y medición ha sido trabajada por personajes como: Sir Francis Galton, Alfred Binet, James McKeen Cattell, Terman, Navas, Spearman, Thorndike, Thurstone, Allen, Gulliksen, Guilford, Yen, Meliá, Cronbach, Rajaratnam y Gleser, entre otros, se identifican

las principales teorías en la medición de test en el campo de la psicometría: siendo esta un aspecto metodológico dentro de la psicología y su objetivo principal medir o cuantificar las variables psicológicas de las personas incluyendo sus implicaciones teóricas y prácticas, estas teorías son:

- Teoría clásica de los test.
- Teoría de la generalizabilidad.
- Teoría de respuesta a los ítems.

1.1 Teoría clásica de los test (TCT)

Es importante definir la palabra test según Lord “un test psicológico o educativo es un instrumento para obtener una muestra de conducta”, lo que puede entonces determinar que es una manera de determinar el grado de conocimiento, la aptitud de una persona, frente a un tema específico, Yela [4].

Sperman fue el primero en proponer un modelo para medir los test, según la puntuación de las personas, en donde la puntuación obtenida se llama puntuación empírica, identificándola con la variable (X) y compuesta esta por dos componentes; la puntuación verdadera identificada con (V) y la que no lo es como un error identificándola con (e), de lo que se puede formular $X=V+e$, es la teoría de los test más conocida en psicometría. Su característica se basa en la exactitud de la medida, y la determinación exacta hacia el error de medición. En la teoría clásica de los test, a partir de un valor de test de una persona se puede perfeccionar el valor verdadero de la característica o rasgo que se quiere medir.

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.

1.1.1 Fases del TCT

En las diferentes fases de desarrollo del TCT, se han elaborado procedimientos de análisis cuantitativo que han sido de gran utilidad, destacándose, tres etapas que se identifican por su objeto de interés primordial, así como por los métodos cuantitativos y tipos de análisis teóricos que utilizan. Los dos índices básicos de precisión de la medida en la TCT son el error típico de medida y la fiabilidad del test.

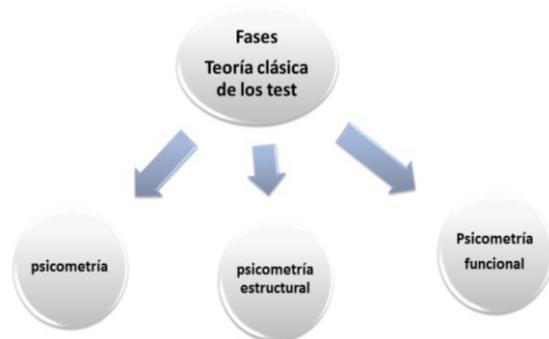


Figura 1; Fases de TCT; Fuente Elaboración, propia.

- Primera Fase, psicometría; se caracteriza por la construcción de pruebas cuyas propiedades estadísticas son el punto central. Lo que genera un alto índice de confiabilidad y adquiere relevancia en la escala y realiza la medición a partir de la correlación entre los rasgos individuales y el instrumento en su conjunto Cattell [2].
- Segunda Fase, psicometría estructural; se caracteriza por el uso de herramientas estadísticas tales como el análisis factorial como un medio para encontrar las habilidades en el contexto cultural, el aspecto genético, la personalidad, los rasgos, los motivos dinámicos y las dimensiones que dan lugar a la acción y al comportamiento esto conocido como la estructura natural.
- Tercera Fase, psicometría funcional; es aquella donde la aplicación de estadísticas en los factores conductuales, que están apoyados en leyes y declaraciones conceptuales del comportamiento se relaciona con: los rasgos, los procesos y estados psicológicos con las mediciones y habilidades estructurales, este tipo de leyes, hace referencia “a las relaciones sistemáticas y consistentes obtenidas de los estudios empíricos sobre el desarrollo, en el conocimiento acerca de los rasgos determinados en forma hereditaria, de los rasgos modificables por las experiencias y el aprendizaje y de la modulación de los estados psicológicos producidos por las relaciones psicofisiológicas” Cattell [2].

1.1.2 Características validadas por la TCT.

Todo valor medido en un test se compone de un 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.

1.1.3 La fiabilidad en la TCT.

El concepto central de la teoría clásica de los test es la fiabilidad, es decir la confiabilidad o exactitud (en términos de carencia de errores de medición) con la que un test determina el valor verdadero. La fiabilidad 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.

1.1.4 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.

- 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.

Una puntuación $x = 50$, en un test de inteligencia indicará una inteligencia media, superior o inferior, según se aproxime a la media del grupo normativo o se aleje de ella. Se ha de averiguar la posición exacta que ocupa en la distribución del grupo. Para esto se transforma la puntuación obtenida en el test (puntuación directa), en otra que indique dicha posición (puntuación tipificada).

1.1.5 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:

- 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 cambio o 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 por Cronbach, y, sobre todo, la teoría de respuesta al ítem (TRI).

Un cambio sin duda fundamental ha sido la transición, durante la década de los ochenta, desde la Teoría Clásica de los Test (TCT) a la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI). Esta teoría representa, de hecho, el mayor avance en la medición psicológica y educativa en los últimos

años y tiene actualmente un status alto dentro de la Psicometría.

1.2 La Teoría de respuesta al ítem (TRI)

La teoría de respuesta al ítem (TRI), o *teoría del rasgo latente* (TRL) o también llamada *la teoría de respuesta al reactivo* (TRR), es un proceso de la psicometría, que se refiere al desarrollo de un modelo matemático que mide el funcionamiento mental humano. Esta teoría fue propuesta por George Rasch en el año 1960. TRI examina el comportamiento de los test no a un nivel complementado del test en conjunto, sino al nivel desarticulado de cada ítem.

En la TRI 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.

1.2.1 Los principales objetivos de la TRI son:

- 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. Las respuestas a cada ítem se pueden catalogar como respuesta “verdadera” o como respuesta “falsa”, de tal manera que si se asocia una variable X_{ij} para representar la respuesta del individuo j al ítem, esta variable tomará el valor 1 si la respuesta es verdadera, y 0 si la respuesta es falsa. La probabilidad de responder correctamente al ítem i dependerá del parámetro Y_i , que es el valor que toma la capacidad de cada individuo. Por consiguiente, la probabilidad $P_i ()$ Y_i es una función creciente del parámetro Y_i . Esta función es conocida con el nombre de **función de respuesta al ítem** o curva característica de ítem.

El **parámetro de dificultad** es aquel punto de la escala de capacidad para el cual la probabilidad de responder correctamente al ítem es, exactamente, del 50 %. Este parámetro es de localización, puesto que indica la posición de la CCI (curva característica de ítem) en la escala. Cuanto mayor sea el valor de X_i , mayor será también la capacidad necesaria para que un individuo tenga una probabilidad de responder correctamente al ítem en cuestión, lo cual significa que los ítems “difíciles” tendrán una CCI situada en el extremo de la escala de capacidad, mientras que la CCI de los ítems “fáciles” se ubicará en el extremo opuesto de dicha escala. De otra forma, el **parámetro de discriminación** X_i está asociado con la pendiente de la CCI en un punto Z_i , cuanto mayor sea la pendiente de la curva, mayor será la diferencia en las probabilidades $P_i ()$ Y de valores próximos, lo que indica que el ítem en cuestión tiene una gran capacidad de discriminación entre los individuos con escasa capacidad y los que tienen elevada capacidad.

Cuando un ítem tiene un parámetro de discriminación negativo, dicho ítem debe ser eliminado del test ya que su definición es errónea o se ha producido una pérdida de información de los individuos con mayor capacidad (un parámetro ai negativo significa que la probabilidad $P_i ()$ Y es menor para los individuos de capacidad elevada que para los de baja capacidad).

Por otro lado, no es habitual que el valor de ai exceda de 2, implica que el rango del parámetro de discriminación es 0; 2. Valores de ai próximos a 2, y son ítems con gran discriminación,

igualmente, los valores de ai próximos a 0 se relacionan a ítems discriminatorios según Rizopoulos [5], por lo tanto la TRI genera unos resultados así:

a) **Parámetros.** Como se ha comentado anteriormente, tanto la dificultad, como la discriminación son dos elementos esenciales en la valoración de un ítem. Lo mismo puede decirse sobre el pseudo-azar. Los parámetros pueden ser:

- Índice de discriminación.
- Índice de dificultad.
- Probabilidad de acierto al azar.
- Error por descuido.

El parámetro Θ es la habilidad o el rasgo latente, estos elementos tienen implicaciones directas en la construcción de test y pruebas académicas. Un ejemplo de estimación de parámetros se muestra en el tabla 1.

	Discriminación (a)	D.S (a)	Dificultad (b)	D.S (b)	% correctas
ITEM 1	0.87	0.26	-1.85	0.5	80.6
ITEM 2	1.22	0.31	-1.73	0.36	84.6
ITEM 3	0.76	0.21	1.77	0.55	22.7
ITEM 4	1.26	0.25	0.28	0.16	42.9
ITEM 5	1.04	0.28	-2.04	0.48	85.8
ITEM 6	0.66	0.2	1.61	0.56	27.1
ITEM 7	0.89	0.22	1.91	0.5	18.2
ITEM 8	1.89	0.37	-0.85	0.14	73.7
ITEM 9	1.03	0.3	1.89	0.44	15.8
ITEM 10	0.52	0.21	4.66	2.32	8.5
ITEM 11	1.57	0.28	0.17	0.13	44.9
ITEM 12	1.27	0.27	0.96	0.21	27.5
ITEM 13	1.07	0.22	-0.06	0.17	51.0
ITEM 14	1.28	0.26	0.56	0.17	36.0
ITEM 15	0.42	0.17	2.54	1.23	25.9
ITEM 16	0.9	0.2	0.64	0.24	37.7
ITEM 17	0.81	0.19	0.72	0.28	37.2
ITEM 18	1.08	0.22	0.94	0.23	30.0
ITEM 19	1.46	0.29	0.77	0.18	30.0
ITEM 20	1.12	0.21	0.56	0.18	37.2

Tabla 1. Estimación de los parámetros; fuente; Pruebas diagnósticas: una aplicación a la teoría de respuesta al ítem, aproximación clásica y bayesiana

Análisis de tabla 1, Según las estimaciones de los parámetros se observa que el ítem 3 de los 20 son muy fáciles ya que los porcentajes de respuestas son altos y 9 de los 20 son difíciles (la mayoría con un porcentaje de respuestas correctas inferior al 30%). De acuerdo a esta teoría, el ítem 10 sería descartado del test, ya que su dificultad es 4.66 (muy difícil). Se observa que solamente un 8.5% de los estudiantes contestó correctamente esta pregunta, lo que provoca una mala estimación Los parámetros específicos del reactivo (ítem).

b) **Curva característica del ítem.** Es un elemento fundamental en la TRI porque, por un lado, ofrece una representación gráfica de las características del ítem, y por otra

parte muestra la relación entre el nivel de habilidad y la respuesta al ítem, en términos probabilísticos.

- c) **Puntuación verdadera en el test.** Se identifica con la suma de las probabilidades estimadas con relación al nivel de habilidad, para el total de ítems del test.
- d) **Curva características del test.** Permite ver de manera gráfica, la relación entre puntuación verdadera y habilidades. La Curva Característica del Test (CCT) muestra la relación existente entre la puntuación total en un test (no solamente en un ítem como sucede con la CCI) y el nivel de habilidad de una persona.
- e) **Nivel de información.** Es un indicador de la precisión de la estimación. La TRI afirma que si una persona tiene un nivel n de conocimiento, tendrá asociado a dicho valor una probabilidad de que conteste correctamente a una pregunta. Expresado a la inversa, si una persona que responde correctamente a un ítem, es posible suponer que esta persona posee un determinado nivel de conocimiento.

Para cada nivel de conocimiento o rasgo, existe una probabilidad de contestar correctamente al ítem. Esta probabilidad es pequeña para sujetos con bajo nivel de rasgo, y grande para sujetos con altos niveles de rasgo. La relación entre el nivel de aptitud y la probabilidad de respuesta correcta al ítem se representa con la curva características del ítem (CCI).

1.2.2 Modelos de la TRI

En la TRI se suelen distinguir tres modelos distintos en función del número de parámetros que se estiman:

1. Modelo de un parámetro, también llamado modelo de Rasch. Se estima la dificultad del ítem (b).
2. Modelo de dos parámetros. Se estima la dificultad (b) y la discriminación del ítem (a).
3. Modelo de tres parámetros, o modelo de Birnbaum, El modelo de Birnbaum estima la dificultad (b), la discriminación (a) y el pseudo-azar o adivinación (c). También se puede hablar de modelos en función del número de respuesta de los ítems, así tendremos:
 - Modelo dicotómico: donde las respuestas a los ítems tienen dos opciones, normalmente valoradas como 1 y 0.
 - Modelos politómicos: En este caso los ítems tienen más de dos opciones, siendo

generalmente escalas de apreciación graduadas.

1.2.3 Función de información

Es un algoritmo que indica la precisión con que se realiza la estimación de los parámetros. Para cada nivel de habilidad se asigna un valor de error en la estimación.

Partiendo de la idea de que la varianza de un estimador es un indicador de su grado de precisión, entonces, la cantidad de información se puede calcular como la inversa de dicha varianza. De esta forma a mayor precisión, mayor información, y al contrario.

Por un lado se puede calcular la función de información de un ítem y la función de información del test completo:

- a) **Función de información del ítem (FII).** Aunque se puede calcular para todos los niveles de habilidad, en los modelos de uno y dos parámetros, los ítems miden con mayor precisión alrededor del valor de dificultad.
- b) **Función de información del test (FIT).** Calcula la cantidad de información proporcionada en el test total para los distintos niveles de habilidad. Se calcula sumando las funciones de información de todos los ítems para cada nivel de habilidad.

A partir de la función de información es posible comparar la eficacia relativa (ER) de un test con relación a otro test sobre cada nivel de habilidad. Si la ER de un test con relación a otro tiende a 1 para un nivel de habilidad, indicaría que ambos son similares en cuanto a precisión en dicho nivel.

1.2.3 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.
- f) Estimar los niveles de habilidad de los participantes.

1.3 Test Adaptativo Informatizado

Una de las principales aplicaciones derivadas de la Teoría de la Respuesta al Ítem (TRI) y de las

aplicaciones informáticas en Psicometría son los Tests Adaptativos Informatizados (TAI) y los Tests Óptimos (TOs).

El test adaptativo informatizado TAIS es 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 TAIS 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 un computador para la distribución de los ítems, y el almacenar o guardar las respuestas, para su posterior corrección, y emitir una calificación.

Un Test Adaptativo Informatizado (TAIS) 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 TAIS es la capacidad para adaptarse al desempeño y rendimiento del estudiante al que se le está siendo la prueba, la idea centrar es presentar únicamente a cada estudiante los ítems que correspondan a su nivel, por lo tanto realiza una valoración a los evaluados o 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.

Los Test Adaptativo Informatizado (TAIS) y su propuesta metodológica fue promovida en el año 1996 y es la traducción de la expresión inglesa "Computerized Adaptive Test" (CAT).

Los componentes de un TAI son:

- Un banco de Ítems que conllevan las características psicométricas establecidas previamente desde un modelo de la Teoría de la Respuesta al Ítem (TRI).
- Procedimiento para implementar el inicio y el final de la prueba, además, la estrategia para establecer gradualmente los Ítems más sobresalientes.
- Estadísticas de estimación de los rasgos de las personas del mismo nivel, así hallan dado respuestas a Ítems diferentes.

El uso de los TAIS optimiza tiempos y seguridad durante su aplicación. Durante un proceso de

generación de TAIS debe considerar los siguientes aspectos Barrada [7]:

- Las propiedades psicométricas**, donde se mide con exactitud para el cual es diseñado el test y su validez de contenido y de respuestas.
- El banco de ítems**, almacena los rasgos y habilidades más sobresalientes en los diferentes test aplicados, de allí se pueden extraer los más característicos durante un test determinado. Se recomienda almacenar hasta 100 ítems característicos.
- La estimación de los parámetros de los ítems**, proporciona los modelos de elaboración para las escalas de medición de los diferentes parámetros que compone el banco de ítems.
- La comparación de las estimaciones de los parámetros**, convierte los diferentes sistemas de unidades entre test. Y al confrontarse diferentes test pueden ser equivalentes los puntajes deseados.
- Un programa** a utilizar que convierte los test aplicados a un TAI, el objetivo es ofrecer una visión actualizada en la aplicación de los test. Para ello, se presenta la estructura básica de un TAI[2], como el que se muestra en la figura 2

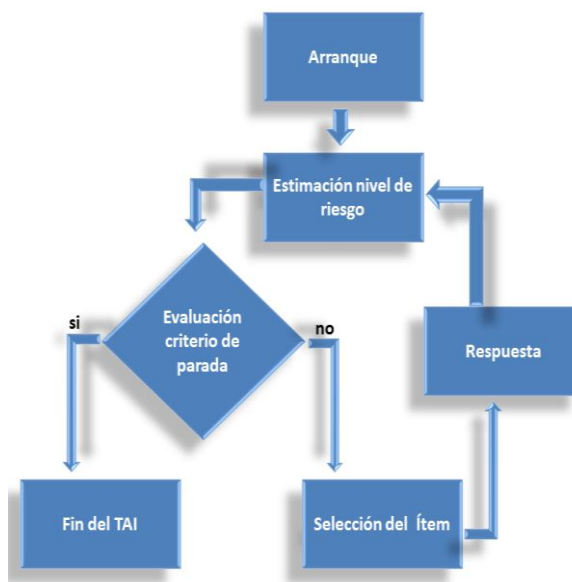


Figura 2. Diagrama de flujo de un TAIS

En los últimos años, se han desarrollado diversos TAI y es probable que, dadas las ventajas que ofrece esta técnica, sean bastantes más lo que se hagan disponibles próximamente. Se hace especial énfasis en la selección de ítems, la psicometría parte fundamental para la adaptabilidad del test [8].

1.3.1 Componentes de un TAI



Figura 3 Componentes de TAI; Fuente, elaboración propia

Los componentes centrales de un TAI lo integran proceso iterativo con tres pasos, (a) La evaluación del criterio, (b) La selección de ítems, (c) La respuesta. A continuación se muestra una descripción de estos procedimientos.

A. La evaluación del criterio

Los criterios para la aplicación de un TAIS en los test de evaluación pueden estar basados en determinadas reglas características como:

- Alcanzar un cierto número de ítems para administrar.
- Reducir la incertidumbre en la estimación del nivel de rasgo.
- Considerar la exactitud de ítems en los factores a evaluar deseados. Combinaciones de estos criterios resultan posibles.

B. La selección de ítems

Puede distinguirse entre dos condiciones según Arbero[9], cuando los ítems son seleccionados de uno en uno o cuando los ítems son seleccionados por bloques. En el primer caso, el test tiene tantos puntos de aplicación a la ejecución como el número de ítems que van a ser administrados. En el segundo caso, los puntos de aplicación se acostumbran a limitar a tres o cuatro. El término de TAI se suele reservar para el primer caso. El segundo recibe el nombre de Test Multietápico (Luecht y Nungester, 1998). La selección de ítems es uno de los aspectos sobre

los que más se ha investigado en el campo de los TAI.

Según Díaz y Ponsoda [10], citan el trabajo realizado por Parshall [11] identifican cuatro objetivos básicos a cumplir mediante un TAIS.

- Permitir la estimación precisa del nivel de rasgo de los evaluados.
- Limitar la probabilidad e implicaciones de una filtración de ítems.
- Garantizar el ajuste a las especificaciones de contenido de la prueba.
- Facilitar el mantenimiento del banco de ítems.

C. La Respuesta

Éste es el único elemento del TAI en el que interviene el evaluado. Los ítems que se administran en un TAI han sido ajustados bajo alguno de los modelos de TRI (Teoría de Respuesta al Ítem) disponibles. Los TAI permiten incorporar cualquiera de los modelos de TRI propuestos.

La explicación de las puntuaciones de un TAI puede estar orientada a criterio o a norma. Lo que se busca es clasificar a los examinados por categorías (apto o no apto; nivel bajo, medio o alto). El concepto básico de un TAI, tanto en términos psicométricos como en la informática, es sencillo. Lo complicado es cuando se incrementan los objetivos con respecto a la incorporación de medidas de precisión de los rasgos de las personas a los cuales se aplican los test. La evolución de un test a un TAI admite cambios: primero, automatizar el test, luego, hacerlo adaptativo. Esto quiere decir que en la medida que los test computarizados se van difundiendo, también lo van haciendo los TAI.

En el sistema educacional, la aplicación de TAI comienza con una estimación inicial del nivel de conocimiento del estudiante.

- a) Todas las preguntas son examinadas para determinar cuál será la mejor para ser propuesta a continuación, según el nivel de conocimiento estimado del estudiante.
- b) La pregunta es planteada y el estudiante responde.
- c) De acuerdo con la respuesta del estudiante, se realiza una nueva estimación de su nivel de conocimiento.

Los pasos del 1 al 3 se repiten hasta que se cumpla alguno de los criterios de terminación definidos.

1.3.2 Fases para la construcción de un test adaptativo informatizado (TAIS).



Figura 4 Fases TAI; Fuente, elaboración propia

Fase I Planificación y prospección del TAI, en esta fase el objetivo es organizar lo que se va a exponer a lo largo de la construcción del TAI, por ello se debe tener claro desde un principio el objetivo final que se pretende con la evaluación de los sujetos, además de una buena planificación. Tras ellos se debe elegir el tipo de ítem y las puntuaciones que se va a utilizar en la evaluación. Son ítems específicos de la fase I:

- a) Definición operativa de la variable «salud percibida»
- b) Definición de la población
- c) Definición del objetivo de evaluación. Es importante tener claro a qué población va dirigido el test, ¿qué es lo que se pretende evaluar?, ¿Cuáles son las características de esta población?
- d) Idoneidad del rasgo.
- e) Formato y estructura de los ítems. Tras tener claro los dos ítems anteriores, hay que determinar qué tipo de ítems se van a manejar en el test, los más comunes son los de tipo BIC (Banco de Ítems Calibrados), dicotómicos, unidimensionales con alternativas múltiples.

Fase II: Producción del banco de ítems, en esta parte del procedimiento, el principal objetivo es crear una En base de datos que contengan una amplia recopilación de características de forma estandarizada, con una dificultad mayor a los de TC, y que el contenido se forme a partir de

las reglas de generación de ítems. Son ítems específicos de la fase II:

- a) Estudio piloto de la aplicación del TAI.
- b) Aplicación del test a una muestra piloto
- c) Estimación de los parámetros clásicos psicométricos del test con los datos obtenidos.
- d) Reglas generales de los ítems y selección de descriptores.
- e) Tamaño del banco de ítems y diseño de las pruebas.
- f) Muestra de los evaluados.

Fase III: Calibración y ensamblado del banco de ítems, lo primero que se debe hacer en esta fase es efectuar una auditoria de las respuestas de los sujetos. También es conveniente verificar cualquier anomalía, tanto en ítems como en los examinados y depurar filas y columnas de cada matriz de datos o bloque del DAP. Luego se describe el control para filtrar la captura y obtención de datos. Posteriormente se debe realizar un serie de análisis convencionales de cada prueba que permitan localizar ítems incompatibles con los modelos TRI, y ya para finalizar se debe hacer una verificación de las pautas de respuesta de los examinados. Son ítems específicos de la fase III:

- a) Análisis previos de las respuestas.
- b) Calibración de los ítems por bloques del DAP.
- c) Estimación de los parámetros de la TRI.
- d) Valoración: Ajuste, funcionamiento diferencial y dimensional.

Fase IV: Implementación y ejecución del TAI, una vez que se conocen las posibilidades del banco de ítems, se implementa y ejecuta el TAI con el objetivo de diligenciar las características y parámetros dentro de un software de administración determinado. Puede hacerse más fácilmente dependiendo de si la administración convencional de los bloques del DAP fue realizada con test de lápiz y papel o a través del computador. Son ítems específicos de la fase IV:

- a) Selección de ítems en función de los resultados obtenidos en la calibración.
- b) Selección de ítems de anclaje para la aplicación del banco de ítems en la siguiente fase.
- c) Estudio normativo.
- d) Elaboración de los test para la su aplicación al grupo normativo (muestra general).
- e) Elaboración de un sistema informático para la aplicación de los test por este medio.
- f) Administración de ítems; Inicio, continuación y final de la prueba.

Fase V: Explotación y gestión del TAI, una vez elegido el procedimiento de administración de la prueba más adecuado, es necesario buscar un ambiente de tranquilidad en el espacio en el que se ejecutará la prueba. Es importante para el buen desarrollo del examen, que el sujeto conozca las instrucciones y esté familiarizado con el teclado y la mecánica de la prueba. Para ello se pueden utilizar unos ítems de prueba para ayudarles a la toma de contactos. Mientras realiza la prueba del TAI el sujeto se irá encontrando con ítems de diversa dificultad que se ajustarán a su nivel, por lo que encontrará un dominio en torno al 50%. Son ítems específicos de la fase V:

- Aplicación de la prueba a la muestra.
- Selección del algoritmo adaptativo.
- Elaboración del banco de ítems definitivo.
- Fiabilidad y validez del TAI.

Fase VI. Mantenimiento y renovación del TAI, el mantenimiento tanto del TAI como del banco de ítems comienza en su misma explotación. Muchos proyectos terminan en la fase 5. En cambio otros pasan a esta fase por dos motivos: actualizar los parámetros de los ítems y renovar los más desgastados por otros que resulten similares, pudiendo ser la renovación total o parcial dependiendo de si se reemplaza el ítem totalmente o si parte de su contenido se realimenta. Otro caso sería, detectar un ítem defectuoso. Siguiendo la secuencia de trabajo habitual para la construcción de un TAI: desarrollo del banco inicial de ítems, estudio piloto, estudio normativo, y estudio de simulación. Son ítems específicos de la fase VI:

- Control y seguimiento del BIC.
- Renovación de los ítems.
- Selección de las normas de elección de los ítems del banco para su aplicación.
- Estudio de simulación

Una vez explicado con detalle cómo se construye un TAI, se debe señalar una serie de exploraciones sobre los resultados en su aplicación y posteriormente, es necesario hacer un resumen y las anotaciones u observaciones particulares en la aplicación de los ítems que componen cada una de las fases.

1.4 Los sistemas tutores inteligentes (STI)

Comenzaron a desarrollarse en los años ochenta con la idea de poder impartir el conocimiento usando alguna forma de inteligencia para poder asistir y guiar al estudiante en su proceso de aprendizaje. Se buscó emular el comportamiento

de un tutor humano, es decir a través de un sistema que pudiera adaptarse al comportamiento humano, identificando la forma en que él mismo resuelve un problema a fin de poder brindarle ayudas cognitivas cuando lo requiera. Se ha observado que la mayor parte de los STI no presentan el nivel esperado de “inteligencia” debido a la dificultad para el modelado del funcionamiento de la mente humana, más allá de la aplicación de las técnicas de programación más avanzadas.

Un STI actúa como un tutor del estudiante, posee libertad para actuar de acuerdo a las necesidades del estudiante. Los STI aún no cuentan con un modo de aprendizaje lo suficientemente configurable de acuerdo a los conocimientos previos y a la capacidad de evolución de cada estudiante.

Un tutor inteligente, “es un sistema de software que utiliza técnicas de inteligencia artificial (IA) para representar el conocimiento e interactúa con los estudiantes para enseñárselo”. También se puede definir un (STI) como “un sistema que modela la enseñanza, el aprendizaje, la comunicación y el dominio del conocimiento del especialista y el entendimiento del estudiante sobre ese dominio”. Es un sistema que agrega técnicas de IA (Inteligencia Artificial) a fin de crear un ambiente que considere los diversos estilos cognitivos de los estudiantes que utilizan el programa” según Giraffa [12]. En el Tabla 2 se pueden ver algunas de las características propias de los Sistemas Tutores Inteligentes.

Categoría	Característica	Metas principales
Interfases inteligentes	Representación del usuario individual y del dominio	Facilitar el uso del software para una amplia variedad de usuarios
Sistemas Adaptativos de Lenguaje Natural (NL)	Inferencia de necesidades y metas del usuario	Facilitar la comprensión y generación del lenguaje natural, al ajustar el dominio al usuario particular.
Tutores Inteligentes (ITS)	Capaces de reconocer errores y conceptos erróneos, de observar el comportamiento del usuario e intervenir de ser necesario.	Enseñar conceptos al usuario estudiante (se asume la meta del usuario)
Soporte Inteligente	Incluyen las características de ITS; uso de lenguaje natural; orientados a la solución de problemas.	Ayuda activa, apoya al usuario en la ejecución de la tarea, no en su aprendizaje.
Sistemas de Explicación	Agregan a lo anterior, la capacidad de explicar el comportamiento del sistema	Mostrar al usuario el porqué del comportamiento
Agentes cooperativos inteligentes	Sistemas independientes, que pudieran entrar en las categorías anteriores; agregan elementos de trabajo en equipo y negociación.	Mayor poder de resolución de problemas, en grupos. Conseguir la adaptación tanto respecto al exterior (humano) como interior (otro agente)

Tabla 2 Características de los STI.

Algunas propuestas recientes para originar el cambio conceptual, están orientadas hacia una instrucción basada en la comparación de modelos o teorías alternativas por parte del aprendiz con el fin de reestructurar su conocimiento. La idea es que el cambio

conceptual está más vinculado a la diferenciación y reorganización de las posiciones teóricas que a la existencia de datos empíricos a favor o en contra” según Ataldi [13].

La estructura general de un STI con la división de los submódulos en funciones específicas soporta una configuración distribuida, que se puede ver en la En la figura 4

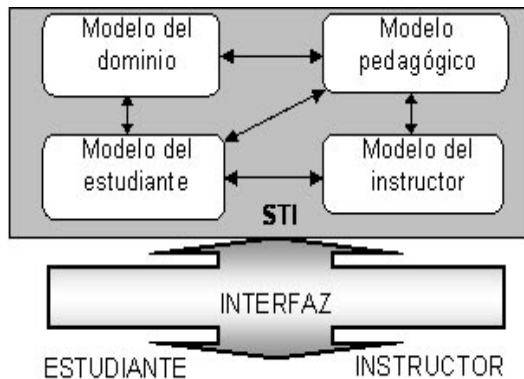


Figura 5 Esquema de un STI con sus módulos correspondientes.

A través de la interacción entre los módulos básicos, como se muestra la figura 5, los STI son capaces de determinar lo que sabe el estudiante y sus progresos, por lo que la enseñanza, se puede ajustar según las necesidades del estudiante, sin la presencia de un tutor humano.

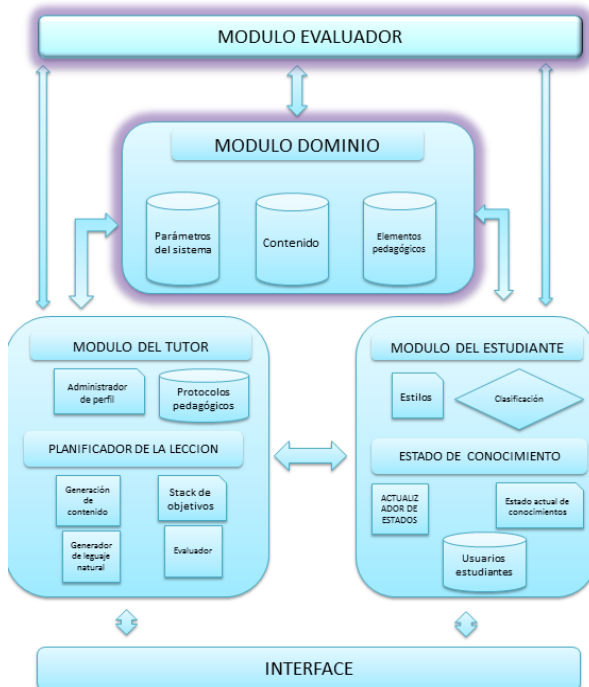


Figura 6: Estructura de un STI.

1.4.1 El Módulo Tutor

Es quien define y aplica una estrategia pedagógica de enseñanza, contiene los objetivos a ser alcanzados y los planes utilizados para alcanzarlos. Selecciona los problemas, monitorea el desempeño, provee asistencia y selecciona el material de aprendizaje para el estudiante.

El módulo tutor se compone de los siguientes submódulos:

- Protocolos Pedagógicos:** almacenados en una base de datos, con un gestor para la misma,
- Planificador de Lección:** que organiza los contenidos de la misma y
- Analizador de Perfil:** analiza las características del estudiante, seleccionando la estrategia pedagógica más conveniente.

1.4.2 El Módulo Estudiante

Tiene por objetivo realizar el diagnóstico cognitivo del estudiante, y el modelado del mismo para una adecuada retroalimentación del sistema. Los datos se almacenan en una base de datos del estudiante a través del uso de un gestor. Para el módulo estudiante se han planteado los siguientes submódulos.

- Estilos de aprendizaje:** Está compuesto por una base de datos con los estilos de aprendizajes disponibles en el sistema, los métodos de selección de estilos y las características de cada uno de ellos. Un estilo de aprendizaje es la forma de clasificar el comportamiento de un estudiante de acuerdo a la manera en que toma la información, forma las estrategias para aprender, cómo entiende y cómo le gusta analizar la información que está utilizando para acceder a un conocimiento determinado. En otras palabras, es una forma agrupar o clasificar un estudiante de acuerdo a un perfil en relación con la información, ya que este estilo evoluciona y cambia de acuerdo a las variables de entorno y ambientales que afectan al estudiante.

- Perfil psico-sociológico del estudiante,** Para determinar el perfil psico-sociológico se usa la Teoría de las Inteligencias Múltiples de Gardner [15], quien señala, “no existe una inteligencia única en el ser humano, sino una diversidad de inteligencias que evidencian las potencialidades y aspectos más significativos de cada individuo, en función de sus fortalezas y debilidades para la

expansión de la inteligencia”. Señala que las inteligencias trabajan juntas para:

- a) Resolver problemas cotidianos
 - b) Crear productos
 - c) Para ofrecer servicios dentro del propio ámbito cultural
- c) **Estado de conocimientos**, Contiene el mapa de conocimientos obtenido inicialmente a partir del módulo del dominio y que el actualizador de conocimientos irá modificando progresivamente a través de los resultados obtenidos en las evaluaciones efectuadas por el módulo del tutor quien le enviará dichos resultados procesados.

1.4.3 El Módulo Dominio, tiene el objetivo global de almacenar todos los conocimientos dependientes e independientes del campo de aplicación del STI.

Los submódulos son los siguientes:

- a) **Parámetros Básicos del Sistema**: los cuales se almacenan en una base de datos,
- b) **Conocimientos**: son los contenidos que deben cargarse en el sistema, a través de los conceptos, las preguntas, los ejercicios, los problemas y las relaciones,
- c) **Elementos Didácticos**: Son las imágenes, videos, sonidos, es decir material multimedia que se requiere para facilitar al estudiante apropiarse de conocimiento en la sesión pedagógica. Los temas relacionados con el almacenamiento de conocimiento han sido tratados ampliamente por Russell y Norvig, [17].

1.4.4 Aplicaciones de los STI.

En el contexto de los sistemas inteligentes se encuentran **las redes neuronales**, que son interconexiones masivas en paralelo de elementos simples y que responden a una cierta jerarquía intentando interactuar con los objetos reales tal como lo haría un sistema neuronal psicológico según Kohonen, [16]. Las redes neuronales poseen la característica de asimilar conocimiento en base a las experiencias mediante la generalización de casos, (Nils J. Nilsson, 2001).

Por ejemplo, para efectuar la predicción del rendimiento académico, se puede usar una red neuronal de tipo **backpropagation** tomando como datos de entrada los resultados de las evaluaciones parciales desagregados en dos formas.

- a) Tomando el caso de resolución por ejercicios

- b) Tomando ejercicios en función de los logros cognitivos, usando datos provenientes de las evaluaciones parciales de los estudiantes a fin de poder predecir futuros rendimientos según Viñas [18], Salgueiro, Acosta, Cataldil, [19].

La minería de datos se centra en la búsqueda de patrones sugerentes y regularidades importantes en grandes bases de datos, denominado conocimiento cualitativo. La minería se puede aplicar con métodos de sistemas inteligentes y otros métodos asociados, para descubrir y detallar patrones presentes en los datos. Se pueden obtener agrupaciones en un conjunto de datos, sin tener relaciones o clases predefinidas, basándose en la similitud de los valores de los atributos de los distintos datos. La minería de datos se puede aplicar incluyendo algoritmos de inducción, algoritmos genéticos, redes neuronales y redes bayesianas; de acuerdo al problema a resolver.

2 Diseño del Algoritmo

En el desarrollo del algoritmo se realizara en modelo cascada mejorado ya que ordena rigurosamente las etapas del proceso, para el desarrollo de software, de tal forma que el inicio de cada etapa debe esperar a la finalización de la etapa anterior; esto conlleva a un determinado nivel de calidad en el producto final.

2.1 Análisis y Definición de Requerimientos

En esta primera etapa serán analizados los requerimientos básicos para el funcionamiento del algoritmo, se definirá el objetivo del software. Considerando esto se elabora una propuesta en la cual se determina el alcance, y se estiman plazos y costos.

Si bien esta es una primera aproximación sirve de límite para las siguientes etapas.

2.2 Diseño del Algoritmo

Se definirá el diseño del algoritmo y el aplicativo con un máximo nivel de detalle, generando modelos de aspecto gráfico, del contenido, y del funcionamiento, estos modelos son prototipos del sitio software y serán reflejados con exactitud, se trabajará con usuarios evolucionándolos hasta que quede satisfecho con todos los aspectos.

2.2.1 Modelamiento del algoritmo

Identificación de los stakeholders en donde se reconocen todas aquellas personas u organizaciones impactadas directa o indirectamente.

Actor	Caso de Uso
Administrador	Registrar asignatura Autenticar

	Hacer Backup BD. Restaurar BD Autenticar profesores
Docente	Administrar Asignaturas Introducir temas Elaborar preguntas Realizar Test Resultados
Estudiante	Autenticar Realizar entrenamiento Realizar simulacro Ver resultados

Tabla 3 Diagrama de Caso de Uso; Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Modelamiento del comportamiento del sistema

Rol del administrador

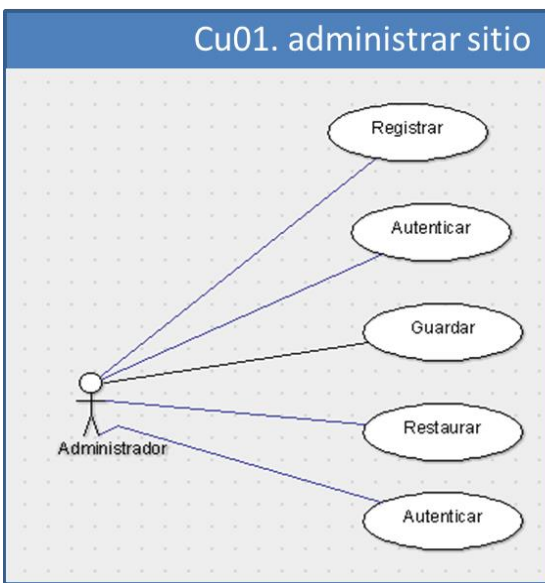


Diagrama de Caso de Uso: Administrador de la Aplicación; Fuente: Elaboración propia

Identificación	CU01-1
Caso de Uso	Registrar usuarios
Actores	Administrador, Docente, Estudiante
Propósito	Permitir el registro de los usuarios que quieran usar el sistema
Descripción	Este caso de uso se ejecuta cuando un usuario quiere registrarse en la plataforma
Tipo	Primario
Curso atípico del evento	
Acción del actor	Respuesta al sistema
El usuario digita su correo, nombres, apellidos, contraseña y reescribe la contraseña	El sistema debe validar el correo y el password que concuerden.
Caso de uso alternativo	
El correo no es válido, la dirección de correo se encuentra ya registrada, los password no coinciden	

Tabla 4 caso de uso registrar usuarios, Fuente: Elaboración propia

Identificación	Cu-01-3
Caso de Uso	Guardar Backup BD

Actores	Administrador
Propósito	Generar y guardar un Respaldo de la Base de datos
Descripción	Este caso de uso se ejecuta cuando el administrador quiera realizar un respaldo de la Base datos, para esto hace clic en el menú Seguridad-Backup
Tipo	Primario
Curso atípico del evento	
Acción del actor	Respuesta al sistema
El administrador hace clic en la opción Seguridad-Backup.	El sistema muestra una pantalla donde se tiene que digitar el usuario y el password de administrador.
Caso de uso alternativo	
Si el usuario y el password no son correctos él no puede acceder a la base datos por tanto no genera el Backup.	

Tabla 5 caso de uso grabar Backup BD, Fuente: Elaboración propia

Identificación	Cu01-4
Caso de Uso	Restaurar BD
Actores	Administrador
Propósito	Restaurar y base de datos en caso de que ocurra algo inesperado que me la dañe.
Descripción	Este caso de uso se ejecuta cuando el administrador quiera realizar una restauración de la Base datos, para esto hace clic en el menú Seguridad-Restore
Tipo	Primario
Curso atípico del evento	
Acción del actor	Respuesta al sistema
El administrador hace clic en la opción Seguridad-Restore.	El sistema muestra una pantalla donde se tiene que digitar el usuario y el password de administrador.
Caso de uso alternativo	
Si el usuario y el password no son correctos él no puede acceder a la base datos por tanto no hace la restauración del sistema.	

Tabla caso de uso restaurar BD	
Identificación	Cu01-5
Caso de Uso	Autenticar Usuarios
Actores	Administrador
Propósito	Poner en estado activo aquellos usuarios que se hayan registrado con perfil Docentes
Descripción	Este caso de uso se ejecuta cuando el administrador ingresa a la opción Aprobaciones
Tipo	Primario
Curso atípico del evento	
Acción del actor	Respuesta al sistema
El administrador hace clic en la opción Aprobaciones	El sistema muestra una pantalla donde se muestran los usuarios Docentes que no tienen aprobación
Caso de uso alternativo	
Si el usuario docente no son correctos o fue un dato de prueba	

Tabla 6 caso de uso autenticar usuarios, Fuente: Elaboración propia

Rol del docente

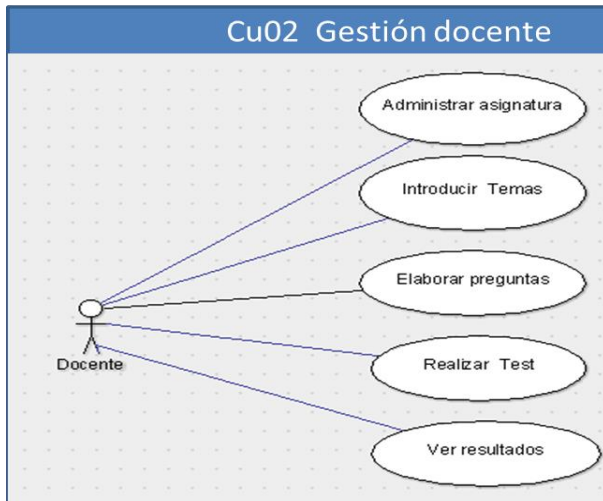


Diagrama de Caso de Uso: Docente de la Aplicación; Fuente: Elaboración propia

Identificación	Cu02-1
Caso de Uso	Administrar asignaturas
Actores	Docente
Propósito	Ingresar al sistema la información correspondiente para cada una de las asignaturas.
Descripción	Este caso de uso se ejecuta cuando él quiere ingresar una nueva asignatura al sistema. Esto se realiza llenando los campos necesarios y luego hay que hacer clic en el botón Enviar.
Tipo	Primario
Curso atípico del evento	
Acción del actor	Respuesta al sistema
La persona encargada de manejar la aplicación llena los campos del formulario con la información de la asignatura.	Si los campos no se llenan de forma correcta, el muestra un error y no grava la información en la base de datos ni muestra nada en pantalla.
Caso de uso alternativo	
Si los campos no se llenan de forma correcta, el muestra un error y no grava la información en la base de datos ni muestra nada en pantalla.	

Tabla 7 caso de uso administrar asignaturas, Fuente: Elaboración propia

Identificación	Cu02-2
Caso de Uso	Introducir Temas
Actores	Docente
Propósito	Ingresar al sistema la información correspondiente para cada una de las temas.
Descripción	Este caso de uso se ejecuta cuando él quiere ingresar un nuevo tema al sistema. Esto se realiza llenando los campos necesarios y luego hay que hacer clic en el botón Enviar.
Tipo	Primario
Curso atípico del evento	
Acción del actor	Respuesta al sistema
La persona encargada de manejar la aplicación llena los campos del formulario con la información del tema.	El sistema envía los datos a la tabla temas que está en la base de datos y los muestra en el formulario.
Caso de uso alternativo	
Si los campos no se llenan de forma correcta, el muestra un error y no grava la información en la base de datos ni muestra nada en pantalla.	

Tabla 8 caso de uso introducir temas, Fuente: Elaboración propia

Identificación	Cu02-3
Caso de Uso	Elaborar Preguntas
Actores	Docente

Propósito	Ingresar al sistema la información correspondiente para cada una de las preguntas.
Descripción	Este caso de uso se ejecuta cuando él quiere ingresar una nueva pregunta al sistema. Esto se realiza llenando los campos necesarios y luego hay que hacer clic en el botón Enviar.
Tipo	Primario
Curso atípico del evento	
Acción del actor	Respuesta al sistema
La persona encargada de manejar la aplicación dentro de la empresa llena los campos del formulario con la información de las preguntas	El sistema envía los datos a la tabla preguntas que está en la base de datos y los muestra en el formulario.
Caso de uso alternativo	
Si los campos no se llenan de forma correcta, el muestra un error y no grava la información en la base de datos ni muestra nada en pantalla.	

Tabla 9 caso de uso elaborar preguntas, Fuente: Elaboración propia

Identificación	Cu02-4
Caso de Uso	Realizar Test
Actores	Docente, Estudiantes
Propósito	El docente construir los test y el estudiante realizar el resto
Descripción	Este caso de uso se ejecuta cuando el docente quiere elaborar un nuevo test y cuando el estudiante quiere realizar un test. Esto se realiza llenando los campos necesarios y luego hay que hacer clic en el botón Enviar.
Tipo	Primario
Curso atípico del evento	
Acción del actor	Respuesta al sistema
La persona encargada de manejar la aplicación llena los campos del formulario con la información del test	El sistema envía los datos a la tabla test que está en la base de datos y los muestra en el formulario.
Caso de uso alternativo	
Si los campos no se llenan de forma correcta, el muestra un error y no grava la información en la base de datos ni muestra nada en pantalla.	

Tabla 10 caso de uso elaborar test, Fuente: Elaboración propia

Identificación	Cu01-5
Caso de Uso	Ver Resultados
Actores	Docente
Propósito	Ver los resultados de los test
Descripción	Este caso de uso se ejecuta cuando el docente quiere ver los resultados de los test.
Tipo	Primario
Curso atípico del evento	
Acción del actor	Respuesta al sistema
Dar clic sobre la opción y seleccionar los criterios correspondientes	El sistema retorna los datos con la consulta deseada
Caso de uso alternativo	
Si no existen registros sobre test realizados el sistema no retorna nada	

Tabla 11 caso de uso ver resultados

Rol del estudiante

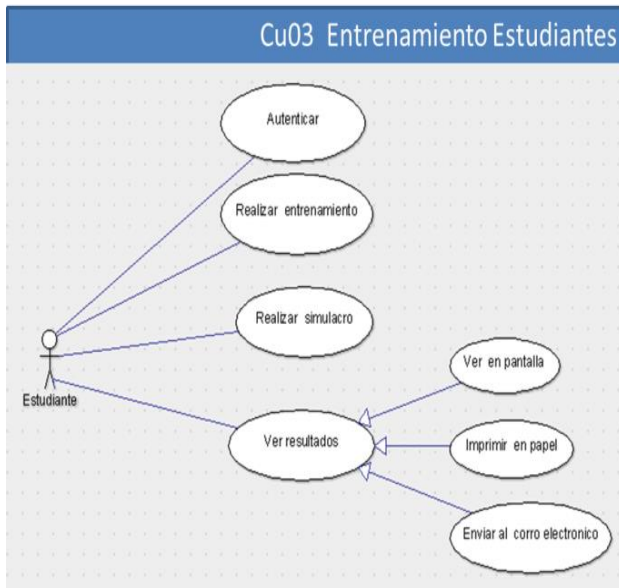


Diagrama de Caso de Uso: Estudiante de la Aplicación; Fuente: Elaboración propia

Identificación	Cu03-1
Caso de Uso	Autenticar
Actores	Administrador, Docente, Estudiante
Propósito	Permitir el registro de los usuarios que quieran usar el sistema
Descripción	Este caso de uso se ejecuta cuando un usuario quiere registrarse en la plataforma
Tipo	Primario
Curso atípico del evento	
Acción del actor	Respuesta al sistema
El usuario digita su correo, nombres, apellidos, contraseña y reescribe contraseña	El sistema valida que el correo sea válido y que los password concuerden.
Caso de uso alternativo	
El correo no es válido, la dirección de correo se encuentra ya registrada, los password no coinciden	

Tabla 12 caso de uso autenticar estudiante

Identificación	Cu03-3
Caso de Uso	Realizar simulacro
Actores	Estudiante
Propósito	Permitir a los usuarios el acceso a la aplicación para realizar el simulacro.
Descripción	Este caso de uso se ejecuta cuando un usuario quiere acceder a realizar el simulacro en la plataforma.
Tipo	Primario
Curso atípico del evento	
Acción del actor	Respuesta al sistema
El usuario realiza el entrenamiento	El sistema muestra las preguntas para que el usuario realice el simulacro.
Caso de uso alternativo	

Tabla 13 caso de uso realizar simulacro

Identificación	Cu03-4
Caso de Uso	Ver Resultados
Actores	Docente, Estudiantes
Propósito	Ver los resultados de los test
Descripción	Este caso de uso se ejecuta cuando el estudiante quiere ver los resultados y puede verlos por pantalla, imprimirlos en papel o enviar al correo electrónico
Tipo	Primario
Curso atípico del evento	
Acción del actor	Respuesta al sistema

Dar clic sobre la opción y seleccionar los criterios correspondientes	El sistema retorna los datos con la consulta deseada
Caso de uso alternativo	
Si no existen registros sobre test realizados el sistema no retorna nada	

Tabla 14 caso de uso ver resultados estudiante

Diagrama de Clases

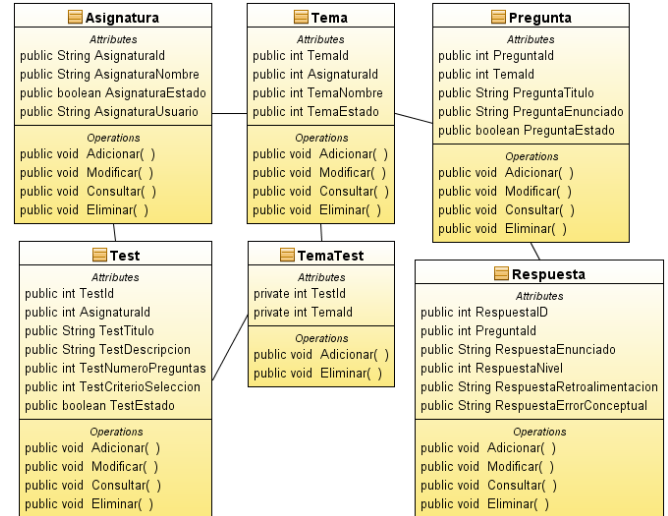


Figura 7 Diseño de clases

2.3 Implementación y Prueba de Unidades

Se hace realidad el modelo de diseño, es decir que se elaborarán y adaptarán los elementos gráficos y multimediales, se codificarán las páginas, los programas y scripts, se definen y preparan las bases de datos para que la herramienta quede en funcionamiento.

En esta etapa hay que realizar pruebas exhaustivas para asegurar el perfecto funcionamiento de la misma, todo esto se hace primero en el ambiente de desarrollo y luego en el servidor de Internet en el que realmente funcionará.

2.4 AEI: Algoritmo Evaluación Inteligente

2.4.1 Prototipo Algoritmo Evaluación Inteligente

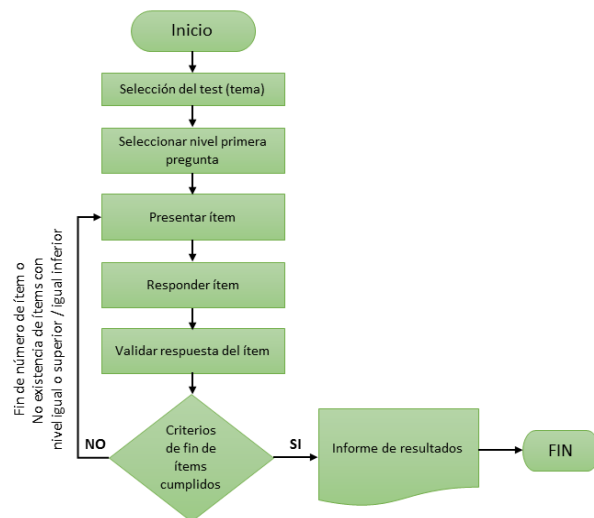


Figura 8 Prototipo algoritmo evaluación inteligente.

5.4.2 Pantallazo AEI



Figura 9 Pantallazo AEI

La plataforma AEI (Algoritmo de evaluación inteligente) presenta tres roles: administrador de la plataforma, docente que puede administrar los test y ver estadísticas, estudiantes, que pueden contestar test y ver su desempeño.

3 Conclusiones

Los test adaptativos TAI son un recurso que proporciona una evaluación de habilidades y conocimientos, de manera concreta y eficaz y

sirven como punto de referencia para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje y su respectiva evaluación.

Al aplicar los TAI se tiene más rapidez, eficacia y eficiencia en la proceso de producción, aplicación y calificación de pruebas evaluativas. Es una evaluación donde se ve el nivel cognoscitivo de los estudiantes en una materia, y ayuda a agilizar las estadísticas que los docente necesitan para medir el grado de aprendizaje de sus estudiantes.

4 Referencias Bibliográfica

[1] Reategui, M. Arakaki y C. Florez (2001) El reto de la evaluación. Lima; Plancad-GTZ, ministerio de educación

[2] Cattell, R. B. (1986,a). Scales and the Meaning of Standardized Scores. In R. B. Cattell, and R. C. Johnson, (Eds). Functional Psychological Testing: Principles and Instruments. New York: Brunner/Mazel, Publishers

[3] Lord, F. M. (1980). *Applications of item response theory to practical testing problems*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

[4] Yela, M. (1968). *Apuntes de psicometría y estadística*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

[5] Rizopoulos, D. (2006). Irm: An R package for latent variables modeling and item response theory analysis. *Journal of statistical software*.

[6] Olea, J. y Ponsoda, V. (1996). Test adaptativos informatizados. En J. Muñoz (Coor): *Psicometría*. Madrid: Ed. Universitas S.A.

[7] Barrada, J. R., Olea, J., Ponsoda, V., y Abad, F. J. (2010). A method for the comparison of item selection rules in computerized adaptive testing. *Applied Psychological Measurement*, 34, 438-452.

[8] Barrada, J. R., Olea, J., Ponsoda, V., & Abad, F. J. (2009). Item selection rules in computerized adaptive testing: accuracy and security.

[9] Arbero, M^a I. (1999). Gestión informatizada de bancos de ítems. En J. Olea, V. Ponsoda, y G.

Prieto (ed.): Tests Informatizados: Fundamentos y Aplicaciones. Madrid: Pirámide

[10] Julio Olea Díaz, Vicente Ponsoda Gil. (2013). Test Adaptativos, Universidad Nacional de Madrid, España, ISBN 978-84-362-6667-2

[11] Parshall, Cynthia G. (1995). New algorithms for Item Selection and Exposure Control With Computerized Adaptive Testing, Universiti Utara Malaysia

[12] Giraffa, L.M.M.; Nunes, M. A.; Viccari, R.M. (1997). Multi-Ecological: an Learning Environment using Multi-Agent Architecture MASTA'97: Multi-Agent System: Theory and Applications, Proceedings Coimbra, Universidad de Coimbra

[13] Ataldi, Z; Salgueiro, F. y Lage, F. (2007). Fundamentos para el Submódulo Evaluador en Sistemas Tutores Inteligentes: Diagnóstico, predicción y autoevaluación. CACIC 2007. 1-5

[14] Garner, H. (2000) La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas, Paidós

[15] Gardner, H. (2002) La inteligencia reformulada. Paidós

[16] Russell, S. J. Y Norvig, P. (2003). Artificial Intelligence: A Modern Approach (2nd Edition). Prentice Hall

[17] Guido Deboeck and Teuvo Kohonen (2001), self-Organizing Maps. 3rd ed. ISBN 978-3-642-56927-2

[18] Viñas Rodríguez, Carlos (2005). ALEVIN - Algoritmo de Evaluación Inteligente. Servicio de publicaciones Universidad de Alcalá.

[19] Salgueiro, F. A, Costa, G., Cataldi, Z., García Martínez, R. Y Lage, F. J. (2005). Sistemas inteligentes para el modelado del tutor. GCETE'2005, Global Congress on Engineering and Technology Education.