

Sistema Inteligente con base en Juegos Abstractos para el Desarrollo de la Inteligencia Humana

Santiago Cuenca^a, Henry Paz-Arias^b, Wilman Merino^c

^a Área de la Energía, Universidad Nacional de Loja, Ciudadela Universitaria Guillermo Falconí Espinosa La Argelia. Loja, Ecuador
twofastloja@hotmail.com

^b Facultad de Ingeniería en Sistemas, Escuela Politécnica Nacional, Ladrón de Guevara E11-25 y Andalucía.
henry.paz@epn.edu.ec

^c Área Educativa, Universidad Nacional de Loja, Ciudadela Universitaria Guillermo Falconí Espinosa La Argelia. Loja, Ecuador
wilmanmerino@yahoo.es

Resumen. El presente proyecto permite el desarrollo y evaluación de las bases cognitivas, por medio de juegos abstractos únicos; la principal función que brinda esta aplicación, basada en el desarrollo web, es permitir la estimulación de diferentes inteligencias. Se han instaurado una serie de pruebas, que incluyen varios niveles de dificultad con escenarios diversos, que sistematizan información estadística sobre los resultados de cada persona, con el fin de demostrar, cómo se estimuló sus áreas cognitivas, en los diferentes intentos realizados; esto genera una base de datos que contiene resultados variados y extensos, de personas de diferentes edades. Los contrastes de estos resultados, permiten conocer el avance de cada Inteligencia desde la niñez a la adultez, inclusive podría ser utilizado, por los expertos para monitorear, el posible declive al llegar a una edad madura. Para el desarrollo de la aplicación web nativa (híbrida) se utilizó la metodología denominada Mobile-D por ser una técnica ágil y orientada a pruebas. El objetivo principal del proyecto es facultar a los usuarios, conocer el avance de sus bases cognitivas como: inteligencia lógica matemática, memoria a corto plazo, habilidad lingüística, procesamiento auditivo, habilidad sensoria perspectiva y psicomotriz; además, el sistema analiza, con distinción de edad, por medio de una adaptación de cálculos estadísticos, los resultados que muestran los contrastes en el desempeño; así como presenta una serie de actividades, que ayudaran al usuario a la estimulación y perfeccionamiento de estas inteligencias.

Palabras Clave: inteligencias múltiples, bases cognitivas, juegos abstractos, evaluación y desarrollo intelectual.

1 Introducción

Los avances tecnológicos de este último siglo, posibilitan la llegada de diferentes dispositivos electrónicos a la mayoría de la población mundial; con ello el crecimiento de las aplicaciones móviles, entre estas se encuentran en su mayoría las de entretenimiento (juegos), esta interacción no es nada productiva ya que las aplicaciones de entretenimiento no son orientadas al desarrollo intelectual.

Según estudios realizados por el psicólogo Howard Gardner, quien en numerosos trabajos ha planteado, perfeccionado y debatido la teoría de las inteligencias múltiples [1] y [2], la cual en la actualidad es tomada como realidad por diferentes estudios y analistas. El referido autor, al igual que muchos otros, plantea la utilización de test específicos para la evaluación de la inteligencia humana.

Es importante mencionar, que dentro de los juegos existe un tipo llamado abstractos, su relación con el desarrollo intelectual incluye: inteligencia lógico matemática, evaluación espacial, déficit de atención, habilidad sensorio perspectiva y psicomotriz [3]; convirtiendo a los juegos abstractos en el reactivo óptimo para la evaluación intelectual, pero estas aplicaciones son muy escasas, lo que enmarca la necesidad de mejorar y plantear nuevos usos para los juegos abstractos, para orientarlos al avance intelectual, permitiendo la creación y comprobación de nuevos conocimientos en este campo.

Es importante mencionar, que los juegos abstractos, como medio de estimulación de las inteligencias, nos han permitido desarrollar una variedad de juegos únicos, la aplicación de estos, a personas de diferentes edades permite un análisis de como las bases cognitivas se desarrollan con el tiempo, así como mostrar a través de gráficas estadísticas el perfil intelectual de los usuarios.

Existen varias formas de desarrollar la inteligencia, para la estimulación de la inteligencia lógico matemática existen tareas como: [4] cálculo numérico, algebra y geometría; para el desarrollo de la memoria a corto plazo existen ejercicios como: [5] tarjetas didácticas, testigo ocular y emparejar, pero estos métodos no resultan muy divertidos para las personas lo que dificulta su práctica continua por ser una actividad forzada y poco amigable.

Con estos antecedentes, el presente trabajo se enmarca, al desarrollo de un sistema inteligente con base en juegos abstractos, para la evaluación y desarrollo de la inteligencia humana.

2 Fundamentación Teórica

A continuación se abordaran los temas relacionados con el objeto de estudio, con la finalidad de mostrar y fundamentar a través de la literatura la relevancia del mismo.

2.1 Inteligencias Múltiples

Howard Gardner en su libro “Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples” nos da una definición de Inteligencia: “La Inteligencia es la capacidad de resolver problemas o elaborar productos que sean valiosos en una o más culturas”. La inteligencia humana es un conjunto de habilidades, para la solución, así como para encontrar o crear problemas, estas potencias intelectuales tienen relevancia y efecto en el desarrollo de una sociedad [1] y [6].

Al contrario de las creencias tradicionales sobre la inteligencia, que es algo innato y estático; según la definición de Howard Gardner de inteligencia, como la capacidad

(conjunto de habilidades) se convierte en una destreza y como tal se puede desarrollar, aunque Gardner no niega el factor genético [1].

2.2 Clasificación de la Inteligencia

Según Gardner la inteligencia no es una sola, sino que existen algunas, y como tal se debe tratar de evaluar y desarrollar cada una por separado, ¿pero cuáles son?

No existe ni existirá una lista irrefutable y aceptada en forma universal de las inteligencias humanas, pero dada la importancia de tener una clasificación es bueno plantear como prerequisites principal de una inteligencia al efecto y valor dentro de un contexto cultural [1].

La clasificación propuesta por Gardner es la siguiente [1] y [6]:

Inteligencia Lingüística. Es la capacidad de usar las palabras de manera efectiva, en forma oral o escrita. Incluye la habilidad en el uso de la sintaxis, la fonética, la semántica y los usos pragmáticos del lenguaje (la retórica, la mnemónica, la explicación y el mate lenguaje).

Inteligencia Musical. Es la capacidad de percibir, discriminar, transformar y expresar las formas musicales. Incluye la sensibilidad al ritmo, al tono y al timbre.

Inteligencia Lógico Matemática. Es la capacidad para usar los números de manera efectiva y de razonar adecuadamente, incluye la sensibilidad a los esquemas y relaciones lógicas, las afirmaciones y las proposiciones, las funciones y otras abstracciones relacionadas.

Inteligencia Espacial. Es la capacidad de pensar en tres dimensiones. Permite percibir imágenes externas e internas, recrearlas, transformarlas o modificarlas, recorrer el espacio o hacer que los objetos lo recorran y producir o decodificar información gráfica.

Inteligencia Kinestésico Corporal. Es la capacidad para usar todo el cuerpo en la expresión de ideas y sentimientos, y la facilidad en el uso de las manos para transformar elementos. Incluye habilidades de coordinación, destreza, equilibrio, flexibilidad, fuerza y velocidad, como así también la capacidad cenestésica y la percepción de medidas y volúmenes.

Inteligencia Intrapersonal. Es la capacidad de construir una percepción precisa respecto de sí mismo y de organizar y dirigir su propia vida. Incluye la autodisciplina, el auto comprensión y la autoestima.

Inteligencia Interpersonal. La inteligencia interpersonal es la capacidad de entender a los demás e interactuar eficazmente con ellos. Incluye la sensibilidad a expresiones faciales, la voz, los gestos y posturas y la habilidad para responder.

Inteligencia Naturalista. Es la capacidad de distinguir, clasificar y utilizar elementos del medio ambiente, objetos, animales o plantas, conteniendo las habilidades de observación, experimentación, reflexión y cuestionamiento de nuestro entorno.

2.3 Evaluación de la Inteligencia

Según Howard Gardner el primer punto es que no deben evaluarse las inteligencias en las mismas maneras a distintas edades. Los métodos empleados con un infante en edad preescolar deben ajustarse a las formas particulares de conocer que caracterizan a estos individuos y pueden ser diferentes de los que emplean los mayores.

Los potenciales intelectuales de un individuo se pueden evaluar desde muy temprano, incluso desde la infancia; en ese tiempo, las debilidades y habilidades intelectuales surgirían con mucha facilidad. Al realizar una prueba, donde se diera a los infantes la oportunidad de aprender a reconocer determinados patrones y se probaran sus capacidades para recordarlos de un día para otro, se podría determinar si una habilidad intelectual es fuerte o no [1].

La razón principal para realizar evaluaciones de perfiles intelectuales a temprana edad es que cuando se detecta un canal intelectual con poco talento a muy temprana edad se puede impulsar estas dotes ya que las conexiones nerviosas del cerebro están en desarrollo.

Pruebas y Observación. En la infancia un individuo con fuertes habilidades en el ámbito espacial debiera aprender a reconocer patrones objetivo con bastante rapidez cuando se le pone frente a ellos, a apreciar su identidad incluso cuando se ha alterado su colocación en el espacio, y a notar pequeñas desviaciones de ellos cuando se presentan en pruebas o días posteriores.

En forma similar, uno podría evaluar las habilidades de reconocimiento de esquemas en otros dominios intelectuales (como el del lenguaje o el numérico) al igual que la habilidad para aprender patrones motores y revisar y transformarlos para que sean capaces de adaptarse.

En la edad preescolar la ruta preferida para evaluar, es involucrar a los niños en actividades que les parezcan estimulantes: entonces pueden avanzar con poca tutela directa a través de los pasos involucrados en el dominio de un problema o tarea particular. Los acertijos, juegos y demás retos presentados en el sistema emblemático de una sola inteligencia (o de un par de inteligencias) son medios en especial promisorios para valorar la inteligencia pertinente [1]. Según Gardner y Piaget el desarrollo natural de las inteligencias del individuo alcanza un nivel probatorio para asegurar una evaluación contextualmente rica y fidedigna a la edad de 6 a 7 años [1] y [7]. Para lo cual para el proyecto realizaremos pruebas a diferentes edades a partir de 7 años de edad.

Test de Inteligencia. En teorías tradicionales cuando se creía que la inteligencia era una sola se utilizaba el término coeficiente intelectual, se creó test de inteligencias que acostumbraban evaluar más la parte lógica del intelecto ignorando habilidades como la lingüística, música, corporal, intrapersonal e interpersonal, estas evaluaciones con estos test carecen de sentido actual ya que sabemos de la existencia de más de una inteligencia, para lo cual presentamos test específicos que evaluaran de manera independiente cada una de ellas: test de inteligencia para lógica matemática, visual, espacial, lingüístico, intrapersonal e interpersonal.

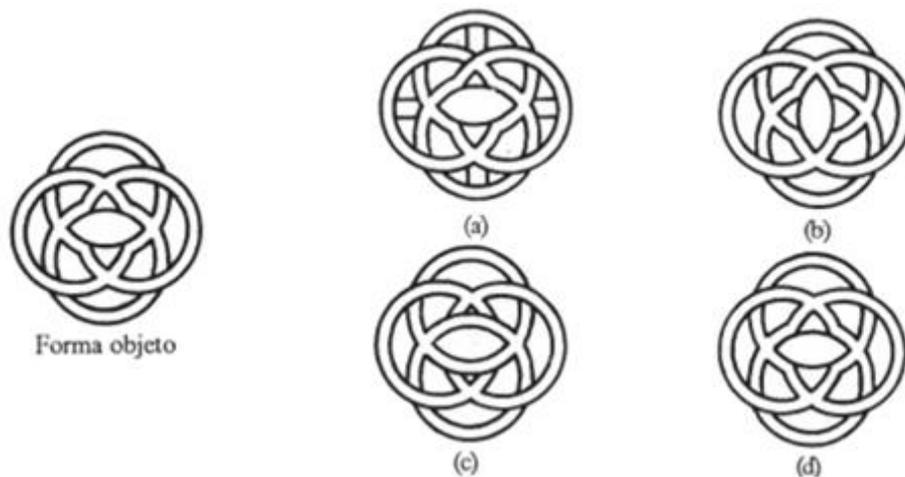


Fig. 1. Test de Inteligencia Visual Espacial, Instrucciones: De las cuatro elijase la figura que sea idéntica a la forma del objeto [1].

3 Juegos Abstractos Propios

En base al estudio del Arte de Juegos Abstractos, se ha establecido que el laberinto, es una alternativa que servirá de base para desarrollar actividades y nuevos juegos que permitan la estimulación de mayor cantidad de áreas de la inteligencia.

El análisis e interés continuo por el uso de sistemas que prueben las bases cognitivas inspiró la creación de cuatro juegos abstractos basados en laberinto denominados: *Palabras*, *Memoria*, *Lógica* y *Música*, estos buscan estimular de manera directa la inteligencia lingüística, espacial, lógica y musical.

3.1 Laberinto Palabras Inteligencia Lingüística

Un laberinto consiste en pasar del punto de entrada, al de salida tomando las decisiones adecuadas para completar el camino correcto; por otro lado, las actividades para el desarrollo de la inteligencia lingüística incluye el uso efectivo del lenguaje por

medio de la lectura, escritura y la resolución de problemas lingüísticos, etc., al unir estos dos conceptos nació el juego abstracto denominado *Laberinto Palabras*.

Para este juego abstracto se utilizó silabas, el laberinto se resolverá completando palabras hasta llegar a la meta, para un mejor entendimiento de este juego se mostrara el siguiente ejemplo de la figura:

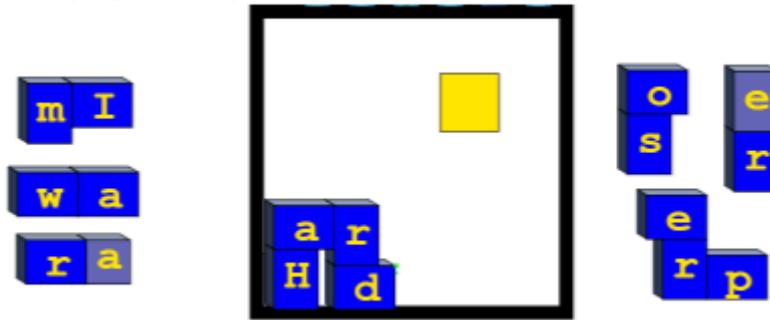


Fig. 2. Inicio Juego Abstracto Laberinto Palabras, el laberinto empieza con la silaba resuelta (en el centro) “Hard” y a sus lados se muestran las siguientes silabas: “so”, “re”, “pre”, “Im”, “wa” y “ra”, para la solución del laberinto el usuario tendrá que encontrar las palabras que se pueden formar con estas silabas y ubicarlas en su orden exacto.



Fig. 3. Resuelto Juego Abstracto Laberinto Palabras, las palabras resueltas son “Hardware” e “Impresora” el usuario realizará la prueba en el menor tiempo posible y con la menor cantidad de errores. Los niveles de dificultad serán determinados, por el tamaño del laberinto inicial ya que si el número de columnas y filas del laberinto aumenta, dará cabida a mayor cantidad de silabas para su resolución lo que representara mayor dificultad al usuario.

3.2 Laberinto Memoria Inteligencia Visual Espacial

Un laberinto consiste en pasar del punto de entrada, al de salida tomando las decisiones adecuadas para completar el camino correcto; por otro lado, las actividades para el desarrollo de la inteligencia visual espacial incluye la resolución de mapas, esquemas, utilización de imágenes mentales, memoria corto plazo, etc., al unir estos dos conceptos nació el juego abstracto denominado *Laberinto Memoria*.

Para este juego abstracto se utilizó direcciones, el laberinto se resolverá repitiendo las direcciones que se muestran en una animación, con la utilización de los controles, hasta llegar a la meta, para un mejor entendimiento de este juego se mostrara el siguiente ejemplo de la figura:

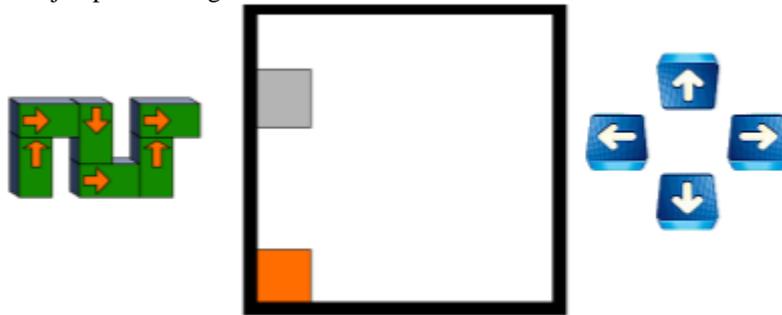


Fig. 4. Inicio Juego Abstracto Laberinto Memoria, el laberinto empieza mostrando la entrada (color gris) y la salida (color naranja), según el nivel se mostrara una cantidad de direcciones (parte izquierda) en este ejemplo se mostró: “arriba”, “derecha”, “abajo”, “derecha”, “arriba” y “derecha”, a continuación se procede a ocultar las direcciones y mostrar los controles (parte derecha), a través de estos el usuario debe repetir el orden exacto hasta llegar a la meta.

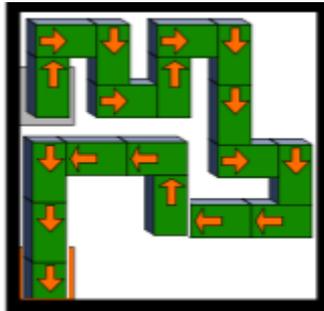


Fig. 5. Resuelto Juego Abstracto Laberinto Memoria, la repetición de direcciones permitió llegar a la meta del laberinto; el usuario realizará la prueba en el menor tiempo posible y con la menor cantidad de errores. Los niveles de dificultad serán determinados, por el tamaño del laberinto inicial ya que si el número de columnas y filas del laberinto aumenta, dará cabida a mayor cantidad de direcciones para su resolución lo que representara mayor dificultad al usuario.

3.3 Laberinto Lógica Inteligencia Lógica Matemática

Un laberinto consiste en pasar del punto de entrada, al de salida tomando las decisiones adecuadas para completar el camino correcto; por otro lado, las actividades para el desarrollo de la inteligencia lógica matemática incluye acciones que permitan resolver problemas lógicos, trabajar con números, experimentar, puzzles, problemas

matemáticos, relaciones de secuencia, etc., al unir estos dos conceptos nació el juego abstracto denominado *Laberinto Lógica* basado en operaciones suma y resta lógica como se muestra en la figura:

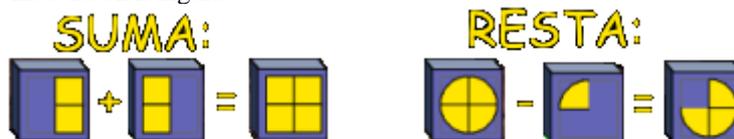


Fig. 6. Operaciones Lógicas, Suma y Resta. En la suma lógica el valor de la imagen dentro del primer cubo (2 cuadrados), sumando la imagen dentro del segundo cubo (2 cuadrados), nos da como resultado la imagen del tercer cubo (4 cuadrados).

Para este juego abstracto se utiliza una secuencia de operaciones lógicas que se obtienen aleatoriamente, el laberinto se resolverá respondiendo cada suma o resta lógica que aparezca hasta llegar a la meta, para un mejor entendimiento de este juego se mostrara el siguiente ejemplo de la figura:

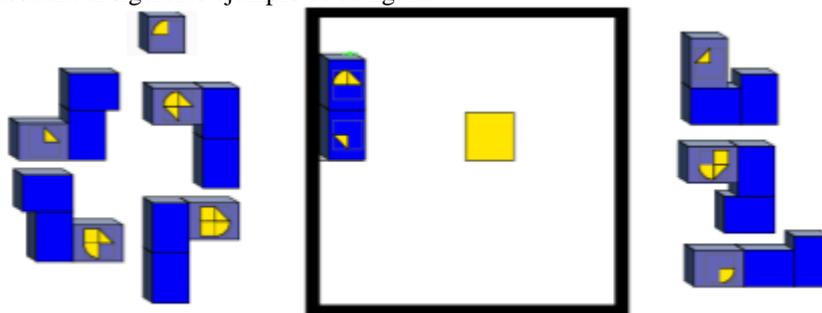


Fig. 7. Inicio Juego Abstracto Laberinto Lógica, el laberinto empieza con dos figuras en el laberinto estas figuras por no coincidir en ningún punto se considera una suma lógica, para la solución del laberinto, el usuario tendrá que ubicar la respuesta a la operación, lo que producirá otra operación hasta llegar a la meta.

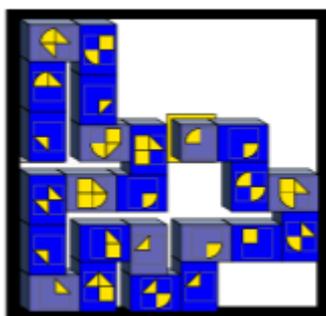


Fig. 8. Resuelto Juego Abstracto Laberinto Lógica, el usuario debió resolver ocho operaciones lógicas, en el menor tiempo posible y con la menor cantidad de errores. Los niveles de

dificultad serán determinados, por el tamaño del laberinto inicial ya que si el número de columnas y filas del laberinto aumenta, dará cabida a mayor cantidad de operaciones lógicas para su resolución lo que representara mayor dificultad al usuario.

3.4 Laberinto Música Inteligencia Musical

Un laberinto consiste en pasar del punto de entrada, al de salida tomando las decisiones adecuadas para completar el camino correcto; por otro lado, las actividades para el desarrollo de la inteligencia musical incluye la producción y reconocimiento de sonidos: cantar, tararear, tocar un instrumento, distinguir tonos, ritmos y timbres de voz, etc., al unir estos dos conceptos nació el juego abstracto denominado *Laberinto Música*.

Para este juego se utilizó notas musicales (DO, MI, SOL, SI), para iniciar se reproduce una serie de audios en orden aleatorio y el usuario deberá resolver repitiendo la secuencia utilizando los controles hasta llegar a la meta.

El laberinto empieza vacío, a continuación el usuario presiona el botón “Play Audio” para empezar la reproducción de notas musicales aleatorias por ejemplo: “SI”, “SI”, “SOL”, “DO”: para la solución del laberinto, el usuario tendrá que repetir esta secuencia utilizando los controles, cada control reproduce una nota musical así: botón abajo reproduce la nota musical “DO”, el izquierdo reproduce “MI”, el derecho “SOL”, el arriba “SI”, una vez repetida la secuencia aparece resuelta las direcciones en el cuadro, el laberinto resuelto sería el de la figura siguiente:

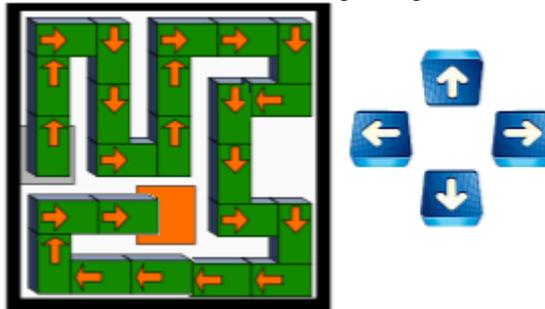


Fig. 9. Resuelto Juego Abstracto Laberinto Música, el usuario realizará la prueba en el menor tiempo posible. Los niveles de dificultad serán determinados, por el tamaño del laberinto inicial ya que si el número de columnas y filas del laberinto aumenta, dará cabida a mayor cantidad de sonidos para su resolución lo que representara mayor dificultad al usuario.

4 Medición De Bases Cognitivas

Como se repasó en la literatura; la medición es un proceso que consiste en asignar numerales a determinados fenómenos o eventos siguiendo reglas previamente establecidas; la teoría nos aporta que se puede obtener un proceso de medición de las

bases cognitivas, a través de reglas que tengan un fundamento racional o lógico, aplicadas a los resultados de un reactivo.

Estos juegos abstractos propios, fueron diseñados para ser el reactivo que estimule a las personas a dar una respuesta de sus habilidades cognitivas; es así que, se comenzó a realizar pruebas a usuarios de diferentes edades, el resultado de estas se almacena en la base de datos (nivel, intento, variables de Juego, errores y tiempo), a partir de estos registros generados se debe realizar la evaluación de las bases cognitivas, para lo cual se despliega los siguientes puntos.

4.1 Variables de Juego

Como se ha explicado en fases anteriores, cada juego abstracto se genera a partir de un laberinto aleatorio, esto produce un efecto de variación en la cantidad de respuestas que cada nivel presenta, y se ha denominado *variables de Juego*.

En base a las pruebas realizadas, se ha determinado las variables de cada juego que pueden generarse, esto se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 1. Variables de Juego.

Juego Abstracto	Nivel	Variables de Juego Mínimo	Variables de Juego Máximo	Variables Promedio
Juego Abstracto Palabras	1	1	4	2.5
	2	3	7	5
	3	4	11	7.5
	4	6	15	10.5
Juego Abstracto Memoria	1	4	4	4
	2	6	9	7.5
	3	9	16	12.5
	4	13	25	19
Juego Abstracto Lógica	1	2	4	3
	2	3	5	4
	3	4	8	6
	4	5	11	8
Juego Abstracto Música	1	4	4	4
	2	6	9	7.5
	3	9	16	12.5
	4	13	25	19

Dado que las *variables de juego* representan el número de respuestas que debe dar el usuario, su concepto varía dependiendo del estímulo, es decir: en el laberinto palabras simboliza el número de silabas que debe responder el usuario, en memoria es las direcciones que debe recordar, en lógica es la cantidad de operaciones, y en música es la cantidad de sonidos que debe reconocer.

Como se puede constatar en la tabla en la columna variables promedio, evidentemente cada nivel de juego requiere de mayor cantidad de respuestas, pero es importante recalcar los casos que la aleatoriedad del laberinto inicial presenta, por ejemplo se puede dar que el jugador elija el *Laberinto Palabras*, al cursar el nivel uno debe responder cuatro silabas, al terminar pasa al nivel dos, pero pese a que el laberinto del nuevo nivel es más grande, puede darse el caso, de tener que resolver solo tres silabas, estos casos se pueden presentar en cada juego abstracto por lo que se requiere conocer estos casos para realizar una buena interpretación de los valores obtenidos.

4.2 Velocidad de Respuesta

Al evaluar los resultados de un juego abstracto, no se puede considerar solo al usuario que ha respondido al estímulo en menor tiempo, sino al que mayor valor tenga en la relación que existe entre las variables de juego y el tiempo.

Se explicara con el ejemplo siguiente:

Si tenemos el jugador X que resolvió 12 variables de juego en 100 segundos, y en cambio el Y que resolvió 14 variables en 108 segundos, quien respondió mejor a esta prueba cognitiva, se deduce de la velocidad de resolución del problema aplicando la siguiente formula:

$$\text{velocidadRespuesta} = \text{variablesDeJuego} / \text{tiempo} . \quad (1)$$

Esto nos da como resultado que el jugador X tiene una velocidad de respuesta de: 0,12 y el Y tiene: 0,13; por lo tanto el usuario Y, pese a haber culminado la prueba en mayor tiempo, obtuvo un valor mayor de *Velocidad de Respuesta*, es decir un mejor resultado.

Es importante destacar que, si dos jugadores presentaran la misma velocidad de respuesta el sistema compara la cantidad de errores para determinar cual tiene mejor resultado.

4.3 Rangos de Edad

Según las investigaciones de Jian Piaget y Howard Gardner sobre el desarrollo intelectual, la edad que permite la realización de pruebas con resultados con aceptabilidad, es a partir de 7 años, partiendo de este número y las pruebas realizadas se determinaron los siguientes rangos:

Rango A: 7 a 10 años

Rango B: 11 a 18 años

Rango C: 19 a 29 años

Rango D: 30 a 45 años

Rango E: 46 en adelante

Según los estudios, las bases cognitivas varían según la edad por eso es efectiva la necesidad de aplicar distinciones de edad, tanto para la evaluación como para el desarrollo intelectual.

4.4 Comparación de Resultados

La aplicación de estos reactivos, arroja resultados que permiten la creación de reglas con fundamentos lógicos, para conseguir dar un valor numeral a cada base cognitiva (calificación), así como conseguir valores como el ranking, y la construcción de gráficas estadísticas.

4.4.1 Ranking

Es la relación posicional que se obtiene de ordenar todos los resultados de los usuarios usando la variable *velocidad de respuesta* (de mayor a menor), se puede obtener por intentos o el ranking general de cada juego abstracto.

Este valor es presentado al usuario en la pantalla resultados, luego de que el usuario ha culminado al menos el intento uno, de todos los juegos abstractos esto incluye cada uno de los niveles (1 a 4).

Este ranking se obtiene haciendo la distinción por edad del usuario, es decir solo se tomara en cuenta los registros de la base de datos que estén dentro del rango de edad que corresponde a la persona.

En las tablas siguientes, se muestra el ranking obtenido por estudiantes del sexto módulo de la carrera de la ingeniera de sistemas de la Universidad Nacional de Loja en cada uno de los juegos abstractos:

Tabla 2. Ranking palabras.

Ranking	Usuario	Edad	VARIABLES de Juego	Errores	Velocidad de Respuesta
1	Carina Brito	26	56	6	44
2	Richard Chimbo	22	118	8	43
3	Paul Vivanco	23	111	2	38
4	Jenny Liliana Saraguro	24	43	1	34
5	Yandry Ramirez	25	44	2	27

Tabla 3. Ranking memoria.

Ranking	Usuario	Edad	Variables de Juego	Errores	Velocidad de Respuesta
1	Yeferson Torres	22	42	1	59
2	Paul Vivanco	23	201	1	58
3	Paola Morocho	23	310	7	53
4	Richard Chimbo	22	209	6	52
5	Jonathan Arrobo	23	214	0	52

Tabla 4. Ranking lógica.

Ranking	Usuario	Edad	Variables de Juego	Errores	Velocidad de Respuesta
2	Paul Vivanco	23	110	2	28
1	Richard Chimbo	22	96	4	28
3	Jenny Liliana Saraguro	24	42	2	25
4	Henry Quishpe	22	104	2	22
5	Priscilla Pacheco	23	99	2	21

Tabla 5. Ranking música.

Ranking	Usuario	Edad	Variables de Juego	Errores	Velocidad de Respuesta
1	Paul Vivanco	23	221	0	34
2	Henry Vivanco	23	140	0	33
3	Jenny L. Saraguro	24	84	0	33
4	Diego Guamán	22	87	0	33
5	Richard Chimbo	22	220	0	28

Es importante recalcar que este ranking es extraído solo de la muestra de los estudiantes, no incluye el total de usuarios del rango de la edad, por lo que el primer lugar puede variar en el ranking general. También se recalca los bajos resultados obtenidos en el juego música, a saber que la persona que ocupa el ranking 1 en la tabla de música ocupa el lugar 15 en el ranking general, por lo que la evaluación bajo este sistema se perfecciona con el uso de mayor cantidad de usuarios.

En base a las pruebas iniciales realizadas con *Laberinto Música* se determinó, la no calificación de los errores para este laberinto, por tal efecto vemos en la tabla, que tres estudiantes pueden ocupar el segundo lugar en el ranking.

4.4.2 Calificación

Es la relación entre la velocidad de respuesta más alta y la respuesta del usuario aplicando la siguiente formula:

$$\text{calificacionJugador} = \frac{\text{velocidadRespuesta (usuario)} * 100}{\text{velocidadRespuesta (mas Alta)}} \quad (2)$$

Esta calificación se calcula tomando el valor más alto de todos los registros que cumplan el rango de edad; por ejemplo, en el juego abstracto música la velocidad de respuesta actual más alta es 57, en base a este valor se puede determinar la calificación que obtienen los alumnos de la Universidad Nacional de Loja.

Tabla 6. Calificaciones resultantes juego música.

Usuario	Edad	Juego	Velocidad Respuesta	Calificación (57 más Alta)
Paul Vivanco	23	Música	34	59.6
Henry Vivanco	23	Música	33	57.9
Jenny Liliana Saraguro	24	Música	33	57.9
Diego Guamán	22	Música	33	57.9
Richard Chimbo	22	Música	28	49.1

Aplicando la formula podemos conocer la calificación sobre 100 de los estudiantes en el juego Música, lo cual denota el bajo rendimiento en este juego, probablemente la población de músicos en la carrera de ingeniería en sistemas es muy escasa o la muestra de estudiantes es muy corta.

4.4.3 Gráficos Estadísticos

Dentro de los gráficos estadísticos están los gráficos de líneas, en este tipo se representan los valores de los datos en dos ejes cartesianos ortogonales entre sí, y se pueden usar para representar: una o más series, en el caso del sistema *DesarrollaI* se representarían los valores de velocidad de respuesta obtenidos en cada juego abstracto.

4.4.3.1 Gráfica Líneas del Usuario

Para la creación de la gráfica líneas se busca los valores de respuesta obtenidos por el usuario, así como el valor más alto, más bajo y promedio conseguido por la población del rango edad.

Dado que los valores de respuesta se pueden tomar diferenciando cada intento así como el promedio general esto nos permite crear las siguientes gráficas de línea.

Se ha escogido al estudiante Paul Vivanco por encontrarse en el ranking de los cuatro juegos abstractos:

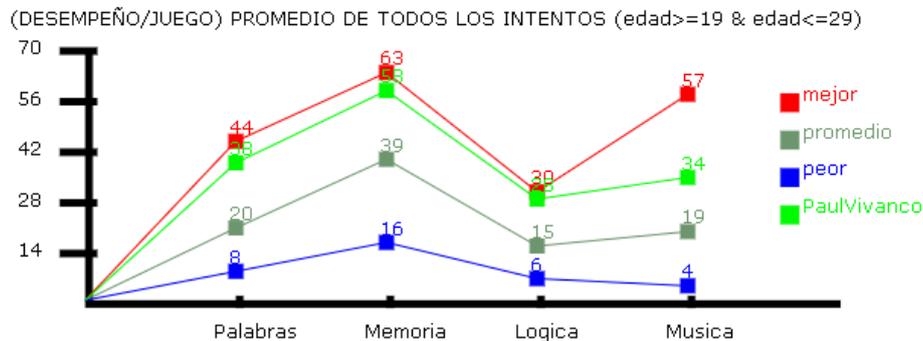


Fig. 10. Gráfica obtenida por el estudiante Paul Vivanco de 23 años, quien realizó cinco intentos de cada juego abstracto, y le corresponde el rango de edad C (19 a 29 años); en esta se puede observar en verde los valores que representan los resultados obtenidos en todos los intentos. También podemos observar los resultados más altos (color rojo) obtenidos por todos los usuarios del rango edad en todos los intentos de cada juego abstracto, en azul los valores más bajos y en gris los valores promedio.

En las siguientes gráficas se mostrará el desempeño de este usuario pero realizando la diferenciación de cada intento:

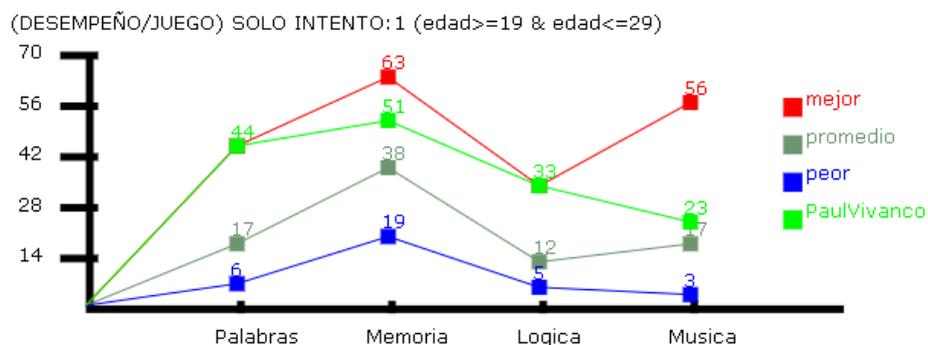


Fig. 11. Gráfica Estadística Primer Intento

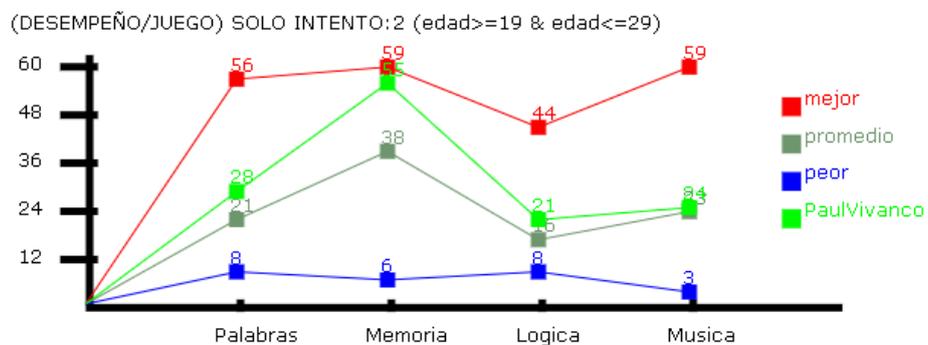


Fig. 12. Gráfica Estadística Segundo Intento

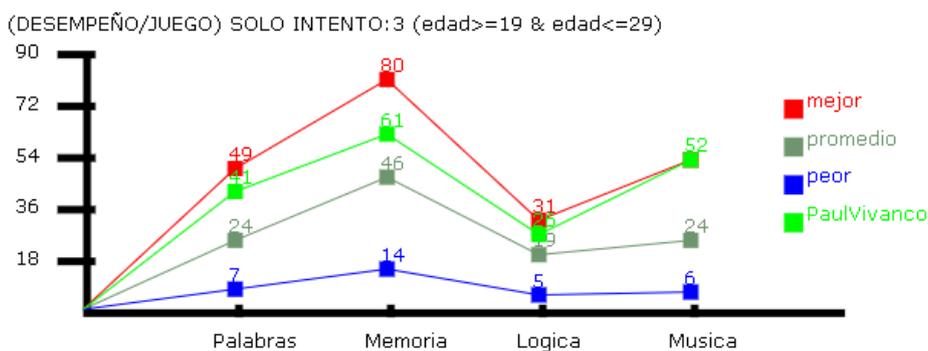


Fig. 13. Gráfica Estadística Tercer Intento

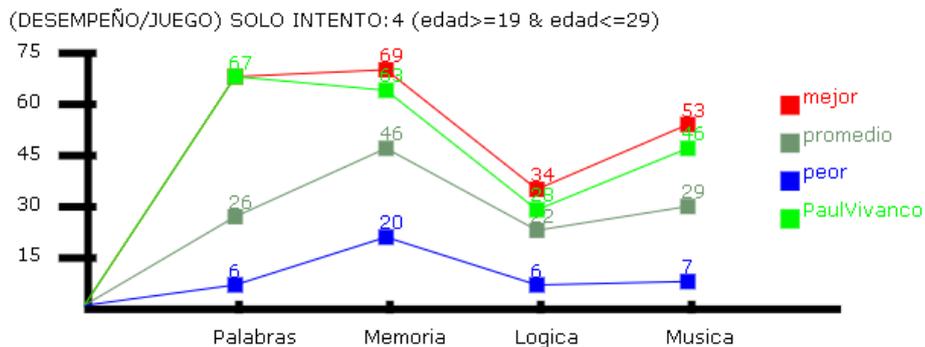


Fig. 14. Gráfica Estadística Cuarto Intento

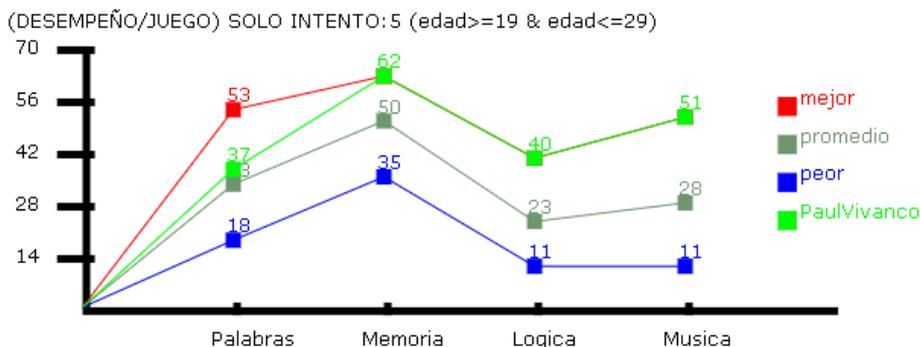


Fig. 15. Gráfica Estadística Quinto Intento

Estas gráficas son presentadas al usuario en la pantalla Gráficas Estadísticas, luego de que el usuario ha culminado al menos el intento uno, de todos los juegos abstractos esto incluye cada uno de los niveles (1 a 4).

Las gráficas de líneas mostradas varían conforme más usuarios resuelven estos reactivos pero basándonos en los resultados actuales, podemos realizar el siguiente análisis.

Tomando para el análisis los valores promedios obtenidos en cada intento se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 7. Análisis valores promedios

Intento	Palabras	Memoria	Lógica	Música
Intento 1	17	38	12	17
Intento 2	21	38	16	23
Intento 3	24	46	19	24
Intento 4	26	46	22	29
Intento 5	33	50	23	28
Incremento % Intento 5 a 1	194,1%	131,5%	191,6%	164,7%

Como podemos observar, en cada intento el usuario en promedio mejora su velocidad de respuesta, demostrando que al realizar la prueba por primera vez este utiliza las habilidades sensoriales para determinar la resolución del estímulo, y en el transcurso de más intentos define y optimiza el uso de las bases cognitivas adecuadas que le permitan dar una mejor respuesta.

Se puede notar que en el juego palabras y en lógica, la mejora de respuesta promedio es casi constante, produciendo un incremento de casi el doble, del primero al quinto intento. En el juego memoria es donde se reporta el menor aumento que constituye un incremento de 131,5%.

En base a las pruebas realizadas por los estudiantes, se determinó que el periodo de mejora con cada intento que se nota en la tabla, tiene un freno al llegar al intento 5 o 6 dependiendo del usuario, donde este ya no presenta mejora, es por tal motivo que para tener una mejor medición de las bases cognitivas se debe realizar un máximo de 5 intentos de cada juego abstracto.

4.4.3.2 Gráfica Líneas por Edad

La realización de pruebas a personas de diferentes edades permite realizar un análisis de resultados obtenidos por edad.

Aplicando los rangos de edad determinados la siguiente gráfica.

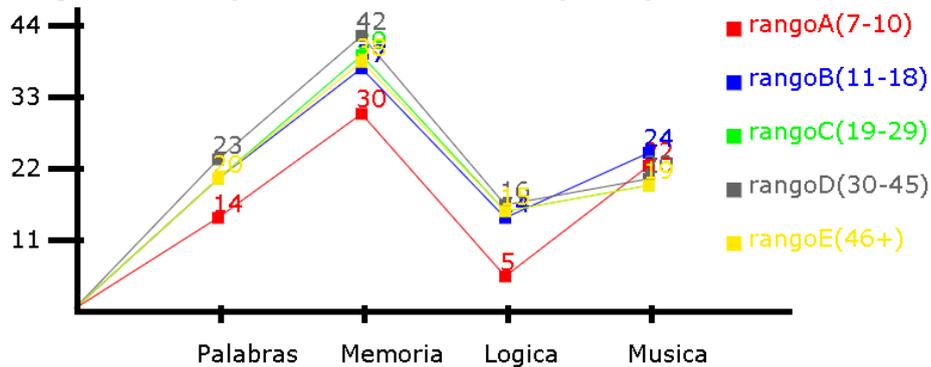


Fig. 16 Gráfica Estadística por Edad, muestra los valores promedios obtenidos por cada rango de edad, donde se distingue: rango A (color rojo), rango B (color azul), rango C (color verde), rango D (color negro) y rango E (color amarillo).

Como se puede observar, los valores obtenidos por los rangos: B, C, D y E; presentan una variación leve; no así, el rango A que muestra una clara diferenciación en sus valores.

Esta gráfica nos permite obtener las siguientes nociones:

Rango A: Los valores obtenidos (14, 30, 5, 22), lo ubican por debajo de los otros rangos en los juegos abstractos: *Palabras*, *Memoria* y *Lógica*; pero en *Música* obtiene resultados a la par con los otros rangos. Analizando la línea obtenida determinamos que la inteligencia lógica matemática necesita de mayor tiempo para ser desarrollada.

Rango B: Los valores obtenidos (20, 37, 14, 24), lo ubican en posiciones medias en los juegos: *Palabras*, *Memoria* y *Lógica*; pero en *Música* obtiene el valor más alto. Es importante destacar que al realizar las pruebas, este rango fue el que mejor comprende cada uno de los juegos abstractos y mejor se adapta a las plataformas móviles.

Rango C: Los valores (20, 39, 15, 19), lo ubican en posiciones medias en los juegos: *Palabras*, *Memoria* y *Lógica*; pero en *Música* comparte el lugar bajo con el rango E.

Rango D: Los valores obtenidos (23, 42, 16, 20), lo ubican por encima de los otros rangos en los juegos abstractos: *Palabras*, *Memoria* y *Lógica*; pero en *Música* obtiene valor medio comparado con los otros rangos. Analizando la gráfica se determina que en este rango el ser humano en promedio llega a su desarrollo máximo de las bases cognitivas.

Rango E: Los valores obtenidos (20, 38, 15, 19), lo ubican en posiciones medias en los juegos: *Palabras*, *Memoria* y *Lógica*; pero en *Música* comparte el lugar más bajo con el rango C. Analizando la gráfica se determina que en este rango el desarrollo de las bases cognitivas presenta un leve declive.

Referencias

1. Gardner, H.: Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples 2 (1994), http://educreate.iacat.com/Maestros/Howard_Gardner_-_Estructuras_de_la_mente.pdf
2. Gardner, H.: Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica (1993), http://datateca.unad.edu.co/contenidos/401509/2014-1/unidad_I/Gardner_inteligencias.pdf
3. Pozas, M., García, J.: Juegos Abstractos Aplicados a la Rehabilitación Neurológica, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, http://www.uaeh.edu.mx/campus/icbi/investigacion/sistemas/seminarios/Fech_09_02_20b/Articulo20_02b.pdf
4. Peñarreta, I.: Guía metodológica para desarrollar destrezas de razonamiento lógico-matemático (2014), <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6960/1/UPS-QT05680.pdf>
5. Zortman, L.: Gimnasia neuronal para mejorar la memoria a corto plazo (2012), http://www.ehowenespanol.com/ejercicios-gimnasia-neuronal-mejorar-memoria-corto-plazo-lista_145592
6. Guerrero, F.: repaso Inteligencias Múltiples (2002), http://www.remq.edu.ec/novedades/inteligencias_multiples.pdf
7. Piaget, J.: Child's Conception of Space: Selected Works (Vol. 4). Routledge (2013). http://books.google.com.ec/books/about/The_Child_s_Conception_of_Space.html?id=1-Rug7SafrEC&redir_esc=y