

Universidad Pedagógica Nacional



**Impacto de un tutor inteligente de entrenamiento de atención selectiva sobre el
aprendizaje matemático**

Fernando Gutiérrez Muñoz

**Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Tecnología
Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación
Línea de Investigación Aprendizaje Autónomo
Santa Fe de Bogotá, D.C.**

2016

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

1. Información general	
Tipo de documento	Tesis de grado de Maestría
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional
Título del documento	Impacto de un tutor inteligente de entrenamiento de atención selectiva sobre el aprendizaje matemático
Autor(es)	Gutiérrez Muñoz, Fernando
Director	Ibáñez Ibáñez, Jaime
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional. 2016, p.83
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras clave	TUTOR INTELIGENTE, TEST VIRTUAL D2, ATENCIÓN SELECTIVA, ENTRENAMIENTO, APRENDIZAJE.

2. Descripción
<p>El propósito principal de esta investigación fue establecer el impacto que tiene el entrenamiento de la atención selectiva sobre el aprendizaje matemático. Para ello, se creó y validó un objeto virtual para medir la atención selectiva, a la vez que se construyó y validó un tutor inteligente que entrena la atención selectiva y posteriormente se relacionó este entrenamiento con el aprendizaje matemático.</p>

3. Fuentes
<p>Bairami, F., Adibi, K. y Mohammadi, I. (2014). The effectiveness of verbal self-instruction on sustained attention (based on Continuous Performance Test) among students with mathematics learning disabilities. <i>International Journal of Humanities and Cultural Studies</i>, 2(4), 1286-1296. Recuperado de: http://www.ijhcs.com/</p>
<p>Bavelier, D., Achtman, R., Mani, M. y Föcker, J. (2012). Neural bases of selective attention in action video game players. <i>Vision Research</i> (61), 132-143. Recuperado de: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/</p>
<p>Chavarría, G. (2014). Dificultades en el aprendizaje de problemas que se modelan con ecuaciones lineales: el caso de estudiantes de octavo nivel de un colegio de Heredia. <i>Uniciencia</i>, 28(2), 15-44. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es</p>
<p>Durango, J. y Pascuas, Y. (2015). Los sistemas tutores inteligentes y su aplicabilidad en la educación. <i>Horizontes Pedagógicos</i>, 17(2), 104-116.</p>
<p>Gavotto, O. y Castellanos, Lidia (2015). La estabilidad de la atención selectiva del estudiante y las técnicas didácticas desarrolladas durante la clase. <i>Revista Digital de Investigación Educativa Conect</i>, 51-69. Recuperado de: http://www.revistaconecta2.com.mx/</p>
<p>Jiménez, M.; Salas, E., Ogan, A. y Baker, R. (2011). <i>Tutor cognitivo y el incremento de aprendizaje en</i></p>

matemática. III Conferencia Interamericana de Educación Matemática (CIAEM). Recuperado de: <http://www.columbia.edu/>

López, L.; Ávila, M. y Camargo, G. (2013). *Atención selectiva y funciones ejecutivas como predictores del conocimiento matemático informal*. Actas del VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM). Recuperado de: <http://www.cibem7.semur.edu.uy/>

Ma, W., Adeospe, O. y Liu, J. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: a meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 901-918. Recuperado de: <https://www.apa.org/pubs/journals/>

Molina, Y.; Pacuas, Y. y Millán, E. (2015). Sistemas Tutores Inteligentes como apoyo en el proceso de aprendizaje. *Redes de Ingeniería*, 6(1), 25-44. Recuperado de: <http://revistas.udistrital.edu.co/>

Qing: L. y Xin, M. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review*, 22(3), 215-243. Recuperado de: <http://link.springer.com/>

4. Contenidos

Conforme los objetivos de investigación, se abordan los siguientes contenidos teóricos: aprendizaje, aprendizaje matemático, atención, atención selectiva, test virtual d2 para medir la atención selectiva y tutor inteligente para el entrenamiento de la atención selectiva. El documento se estructura de la siguiente manera: introducción, planteamiento del problema en el cual se incluyen la pregunta y los objetivos de investigación, estado del arte, marco teórico, descripción del desarrollo tecnológico, metodología, análisis de resultados, discusión y conclusiones.

5. Metodología

La investigación es de tipo experimental con un grupo experimental y un grupo control a los cuales se les aplicó el test de atención d2. La muestra la componen 40 estudiantes de los grados novenos del Colegio Distrital Campestre Jaime Garzón ubicado en localidad 20 de Sumapaz. Se consideró como variable dependiente el nivel de aprendizaje y como variable independiente la atención selectiva. Para obtener el nivel de aprendizaje, se midió la eficacia para resolver problemas matemáticos a través de una prueba de opción múltiple con única respuesta. Se consideraron dos hipótesis: 1) alterna: habrá diferencia significativa en el aprendizaje matemático, entre un grupo que utiliza un ambiente con un tutor inteligente que estimula la atención selectiva, y otro grupo que usa el mismo ambiente pero sin el tutor; 2) nula: no habrá diferencia significativa en el aprendizaje matemático, entre un grupo que utiliza un ambiente con un tutor inteligente que estimula la atención selectiva, y otro grupo que usa el mismo ambiente pero sin el tutor. La recolección de la información se llevó a cabo en tres momentos: 1) validación del test virtual d2 de aprendizaje, 2) validación del tutor inteligente de entrenamiento atencional, 3) impacto del entrenamiento atencional sobre el aprendizaje matemático. El análisis de la información cuantitativa, recolectada a través de las diferentes pruebas, se hizo mediante métodos de estadística inferencial, los cuales permiten generalizar los resultados y de esta forma comprobarlos respecto a las hipótesis planteadas. Estos análisis se realizaron utilizando el programa de

estadística SPSS Statistics 22.

6. Conclusiones

Se logró validar el test virtual d2 para medir la atención selectiva; la aplicación de cualquiera de los dos instrumentos tanto el test d2 impreso como el test d2 virtual, tiene la misma fiabilidad. Se validó el tutor inteligente que entrena la atención, al evidenciar una diferencia significativa, en cuanto la atención selectiva del grupo experimental en la clase de matemáticas fue mayor respecto a la del grupo control, que no se sometió al entrenamiento. Se evidenció que existe una correlación significativa positiva entre el nivel de atención selectiva y el aprendizaje matemático; en promedio, a mayor nivel de atención selectiva, mayor nivel en el aprendizaje. Sin embargo, este estudio evidencia la hipótesis nula, ya que no hubo diferencia significativa en el aprendizaje matemático entre el grupo que utilizó un ambiente con un tutor inteligente que estimuló la atención selectiva, y otro grupo que usó el mismo ambiente pero sin el tutor.

Elaborado por:	Gutiérrez Muñoz, Fernando
Revisado por:	Ibañez, Jaime

Fecha de elaboración del Resumen:	25	10	2016
--	----	----	------

Contenido

	pág.
Resumen Analítico en Educación - RAE.....	2
1. Introducción	11
2. Planteamiento del problema	12
2.1 Pregunta de investigación.....	14
2.2 Objetivos	14
2.2.1 Objetivo general	14
2.2.2 Objetivos específicos	14
3. Estado del arte de la investigación.....	15
4. Marco teórico	20
4.1 Aprendizaje	20
4.1.1 Aprendizaje matemático.....	20
4.1.1.1 Conocimiento de hechos matemáticos.....	20
4.1.1.2 Conocimiento de conceptos matemáticos.....	20
4.1.1.3 Conocimiento de procedimientos matemáticos	21
4.2 Atención	21
4.2.1 Modelos explicativos de la atención.....	22
4.2.1.1 Modelos de filtro	22
4.2.1.2 Los modelos de recursos limitados	24
4.2.1.3 Modelos de activación.....	25
4.2.2 Atención selectiva.....	26
4.2.2.1 Dimensiones de la atención selectiva	26
4.2.2.2 Habilidades que condicionan la atención visual selectiva	27
4.2.2.3 Test de atención d2, evaluación de la atención selectiva.....	28
4.2.2.4 Entrenamiento para mejorar la atención selectiva	29
4.3 Tutores inteligentes.....	30
5. Descripción del desarrollo tecnológico	32
5.1 Ambiente computacional.....	32
5.2 Test virtual d2 para medir la atención selectiva	33
5.2.1 Problema.....	33
5.2.2 Requerimientos funcionales	33
5.2.3 Arquitectura	34

5.2.4 Construcción.....	34
5.3 Tutor inteligente de entrenamiento de la atención selectiva.....	36
5.3.1 Problema.....	36
5.3.2 Estrategias derivadas del enfoque pedagógico	37
5.3.3 Requerimientos funcionales	38
5.3.4 Arquitectura	40
5.3.5 Construcción.....	42
5.3.5.1 Construcción del módulo estudiante	42
5.3.5.2 Construcción del módulo tutor	42
5.3.5.3 Construcción del módulo experto.....	43
6. Metodología	54
6.1 Tipo de investigación	54
6.2 Población y muestra.....	54
6.3 Variables	54
6.4 Hipótesis.....	54
6.4.1 Hipótesis alterna.....	54
6.4.2 Hipótesis nula	54
6.5 Recolección de la información	54
6.5.1 Momento 1. Validación del test virtual d2 de aprendizaje.....	54
6.5.2 Momento 2. Validación del tutor inteligente de entrenamiento atencional	55
6.5.3 Momento 3. Impacto del entrenamiento atencional sobre el aprendizaje matemático	55
6.6 Tratamiento de la información	55
7. Análisis de resultados	56
7.1 Análisis de datos para la validación del test d2 virtual.....	56
7.1.1 Fiabilidad del test d2 impreso	56
7.1.2 Fiabilidad del test d2 virtual	56
7.1.3 Prueba de normalidad del test d2 impreso y del test d2 virtual	57
7.1.4 Prueba de varianzas y prueba T del test d2 impreso y del test d2 virtual	57
7.2 Análisis de datos para la validación del tutor inteligente.....	58
7.3 Análisis de datos para el impacto del entrenamiento atencional sobre el aprendizaje matemático.....	60
7.3.1 Correlación entre la medición de la atención selectiva y los resultados de la prueba de matemáticas	60
7.3.2 Prueba de normalidad, prueba de varianzas iguales y prueba T en la prueba específica	

de matemáticas entre el grupo experimental y el grupo control	61
8. Discusión de resultados.....	64
9. Conclusiones	68
Referencias.....	70
Apéndices	75

Lista de tablas

	pág.
Tabla 1. Requerimientos funcionales del test d2 virtual	33
Tabla 2. Archivos y carpetas del tutor inteligente	37
Tabla 3. Requerimientos para el módulo estudiante	38
Tabla 4. Requerimientos para el módulo tutor	39
Tabla 5. Requerimientos para el módulo experto	39
Tabla 6. Etapas de recolección de información	55
Tabla 7. Resumen de procesamiento de casos fiabilidad test d2 impreso	56
Tabla 8. Resumen de procesamiento de casos fiabilidad test d2 virtual	57
Tabla 9. Cálculo de la normalidad entre los grupos del test d2 impreso y virtual.....	57
Tabla 10. Estadísticas de grupo validación test d2 virtual.....	58
Tabla 11. Prueba de muestras independientes. Cálculo de la igualdad de varianza y prueba T entre los grupos del test d2 impreso y virtual.....	58
Tabla 12. Cálculo de la normalidad entre los grupos experimental y control en el nivel de atención selectiva.....	59
Tabla 13. Estadísticas de grupo validación del tutor inteligente	59
Tabla 14. Prueba de muestras independientes. Cálculo de la igualdad de varianza y prueba T entre los grupos experimental y control en el nivel de atención selectiva	59
Tabla 15. Estadísticos descriptivos del entrenamiento atencional sobre el aprendizaje matemático.....	60
Tabla 16. Correlaciones para muestras bivariadas	61
Tabla 17. Cálculo de la normalidad entre los grupos experimental y control en la prueba específica de matemáticas.....	61
Tabla 18. Estadísticas de grupo impacto del entrenamiento atencional sobre el aprendizaje matemático	62
Tabla 19. Prueba de muestras independientes. Cálculo de la igualdad de varianza y prueba T entre los grupos experimental y control en la prueba específica de matemáticas.....	62

Lista de figuras

	pág.
Figura 1. Modelo funcional del test d2 virtual	34
Figura 2. Pantalla de entrada al test d2.....	34
Figura 3. Instrucciones para desarrollar el test d2 y línea de prueba	35
Figura 4. Líneas de marcado del test d2.....	35
Figura 5. Resultado del test d2.....	36
Figura 6. Modelo funcional del tutor inteligente.....	40
Figura 7. Estructura del tutor inteligente.....	41
Figura 8. Frames del módulo estudiante.....	42
Figura 9. Frames 1 y 2 del módulo tutor.....	43
Figura 10. Frame 3 del módulo tutor	43
Figura 11. Frames 4 y 5 del módulo tutor.....	43
Figura 12. Escenarios del juego 1 El detective.....	44
Figura 13. Escenarios del juego 2 El indicado	44
Figura 14. Escenarios del juego 3 La tubería	45
Figura 15. Escenarios del juego 4 Los cuadrados	45
Figura 16. Escenarios del juego 5 El sinónimo	46
Figura 17. Escenarios del juego 6 Sopa de letras	46
Figura 18. Escenarios del juego 7 El intruso	47
Figura 19. Escenarios del juego 8 Arregla la serie	47
Figura 20. Escenarios del juego 9 El desconocido.....	48
Figura 21. Escenarios del juego 10 El antónimo	48
Figura 22. Escenarios del juego 11 Cuenta y cuenta.....	49
Figura 23. Escenarios del juego 12 ¿Quién se repite?.....	49
Figura 24. Escenarios del juego 13 La bomba	50
Figura 25. Escenarios del juego 14 Laberintos.....	50
Figura 26. Escenarios del juego 15 Empieza o termina	50
Figura 27. Escenarios del juego 16 Aviones de carga	50
Figura 28. Escenarios del juego 17 Las diferencias.....	52
Figura 29. Escenarios del juego 18 Busca la palabra.....	52
Figura 30. Escenarios del juego 19 Puzles	53
Figura 31. Escenarios del juego 20 Dichos mal dichos.....	53
Figura 32. Nivel de atención selectiva vs Evaluación circunferencia	60

Lista de apéndices

	pág.
Apéndice 1. Test d2 para medir la atención selectiva	75
Apéndice 2. Tabla de datos obtenidos de la aplicación del test d2 impreso y virtual por línea	77
Apéndice 3. Tabla de datos obtenidos de las mediciones en los grupos experimental y control.....	79
Apéndice 4. Evaluación de la circunferencia.....	80

1. Introducción

Dado que la adquisición de conocimientos se divide en hechos, conceptos y procedimientos los cuales se pueden enseñar y evaluar de modo independiente, es necesario considerar que en el proceso de aprendizaje se dan múltiples circunstancias de orden intelectual, cognitivo, individual, ambiental y organizacional que pueden afectarlo. Esto sucede en todas las áreas de la formación académica, por lo cual, con el objetivo de contribuir a la adquisición de un aprendizaje significativo, hoy en día adquiere relevancia el uso de la Instrucción Asistida por Computador (IAC). Específicamente, en el aprendizaje matemático juega papel fundamental la atención selectiva, mediante la cual se es capaz de discriminar estímulos dentro de conjuntos.

Con el fin de entrenar la atención selectiva en un grupo de estudiantes de grado noveno y comprobar si dicho entrenamiento influye en una mejor adquisición de los conocimientos matemáticos, se diseñó un tutor inteligente mediante el cual se entrenó a un subgrupo de dichos estudiantes, que luego fueron evaluados junto con otros que no se sometieron al entrenamiento, para establecer si existían diferencias en dicho aprendizaje.

Para llegar a este punto, la investigación se estructuró de la siguiente manera: inicialmente, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica que partió de los conceptos aprendizaje, atención selectiva y tutores inteligentes, lo que condujo finalmente al diseño de un banco de actividades para entrenar la atención selectiva, basado en los lineamientos de Álvarez, González, Núñez, González, Álvarez y Bernardo (2007).

Posteriormente, se llevó a cabo el entrenamiento con el grupo experimental, el cual consistió en participar de 20 juegos específicamente diseñados con los siguientes propósitos: identificar estímulos dentro de conjuntos, comparar estímulos dentro de conjuntos, identificar estímulos dentro de series, reconocer estímulos en el plano o en el espacio y reconocer palabras o frases que cumplieran unas condiciones dadas. Seguidamente, el grupo entrenado asistió junto con el grupo no sometido al entrenamiento a un curso de aprendizaje matemático, el cual se valoró mediante una prueba de selección múltiple con única respuesta. Los resultados fueron sometidos a análisis estadístico y a discusión conforme los referentes teóricos del estudio.

El documento se estructura de la siguiente manera: introducción, planteamiento del problema en el cual se incluyen la pregunta y los objetivos de investigación, estado del arte, marco teórico, descripción del desarrollo tecnológico, metodología, análisis de resultados, discusión y conclusiones.

2. Planteamiento del problema

Existen múltiples circunstancias de orden intelectual, cognitivo, individual, ambiental y organizacional que se denominan variables y pueden afectar en mayor o menor medida el proceso de aprendizaje; una de ellas es la atención. Es normal encontrar en un ambiente de aprendizaje virtual o real a estudiantes que están mirando fijamente al docente, tutor u ordenador, pero sus pensamientos están abstraídos en otras cosas muy diferentes a las que se proponen dentro del objeto de aprendizaje; en este punto es común que se diga que el estudiante no tiene un nivel de atención necesario para aprender.

La mayoría de investigaciones a nivel educativo que tienden a estudiar los factores que intervienen en el aprendizaje lo hacen para medir el impacto que ejercen sobre el rendimiento académico. Sin embargo, no debe olvidarse que el aprendizaje supone un cambio conductual que se evidencia a través de la adquisición o modificación de habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores. Más puntualmente, la adquisición de conocimientos se divide en hechos, conceptos y procedimientos los cuales se pueden enseñar y evaluar de modo independiente.

La atención en el aprendizaje es fundamental; Boujon y Quaireau (2004), indican que “para aprender ante todo es necesario estar atento a lo que sucede y a lo que acabe de suceder; sólo con esta condición se puede memorizar” (p. 9). Los autores citan a Erikson (1990), quien considera la atención un elemento esencial en el proceso de manipulación de la información, que además, inicia los procesos de aprendizaje y los mantiene; la atención es el nivel de activación del cuerpo para poder interesarse por estímulos, seleccionarlos y procesarlos. La capacidad atencional, al actuar como un mecanismo activo y constructivo se modifica con la práctica y el entrenamiento; es decir, cualquier sujeto puede aumentar su potencial atencional utilizando herramientas, estrategias o programas de entrenamiento. La investigación de Álvarez, González, Núñez, González, Álvarez y Bernardo (2007) comprueba el anterior hecho, al determinar que la aplicación de un programa de intervención (en el que se combina terapia visual, activación cortical y entrenamiento con bancos de actividades) mejora la atención selectiva y sostenida en estudiantes. La eficacia de dicha intervención combinada para aumentar la atención sostenida, arroja como principal resultado el incremento en la calidad de la concentración y el control de la ejecución, es decir, aumenta la atención sostenida.

Para Stevens y Bavelier (2012) la capacidad de concentrarse en la tarea en cuestión y hacer caso omiso de distracción, también llamada atención selectiva, tiene efectos reverberantes

en varios dominios importantes de funciones académicas, incluyendo el lenguaje, la alfabetización y las matemáticas. Sostienen los citados autores, la maleabilidad de la atención selectiva, y por ende su entrenamiento, en particular hacia la supresión de distractores. Actividades como los videojuegos resultan útiles a la hora de entrenar la atención selectiva, lo que consecuentemente, traerá beneficios en el rendimiento escolar. Para Stevens y Bavelier (2012), existe un vínculo entre la atención selectiva y el rendimiento en matemáticas; afirman que los déficits de memoria de trabajo en las personas con dificultades para las matemáticas están relacionados con deficiencias para ignorar la información irrelevante.

En la misma vía, los hallazgos de Kaminski y Sloutsky (2013) evidenciaron cómo la información superflua afecta el aprendizaje de nuevos conocimientos matemáticos, ratificando la necesidad de entrenar la atención selectiva.

Por su parte, los resultados de la investigación de León (2008) refieren que aquellos estudiantes que tienen las mejores notas son los que demuestran una mejor atención selectiva, sostenida y dividida y son los que cometen menos errores. En esta misma línea, Miranda y Soriano (2010) identificaron que los niños que tienen mayores dificultades en el aprendizaje matemático poseen más déficit en atención selectiva que en atención sostenida.

Los anteriores planteamientos otorgan importancia a investigar con más detalle las implicaciones que tienen los mecanismos atencionales sobre el aprendizaje y la contribución que a éste puede otorgar un entrenamiento a través de un tutor inteligente. Al respecto, Leenaars (2006) sostiene que los sistemas tutoriales inteligentes proporcionan un aprendizaje personalizado y son particularmente útiles para modelar la atención del estudiante, al capacitarlo para aprender más cosas nuevas eficientemente. Por su parte, Molina, Pascuas y Millán (2015) destacan los beneficios que ofrecen los tutores inteligentes como apoyo en los procesos de enseñanza-aprendizaje, dado que se adaptan a las características del estudiante y de acuerdo a éstas se diseña la mejor estrategia pedagógica para dirigirse a él y lograr su aprendizaje.

Para Rosado y Sánchez (2012) los agentes-tutores inteligentes, son una herramienta que actúa como una capa intermedia entre el docente y el estudiante, al apoyar actividades de instrucción y retroalimentación.

Como se ha mostrado, la atención es un componente significativo para el tratamiento de la información y por tanto, para los procesos de aprendizaje. En particular, la atención selectiva tiene efectos en importantes funciones académicas como el lenguaje y las matemáticas.

Numerosas investigaciones muestran la relación entre el logro académico y la atención, pues aquellos estudiantes que tienen las mejores notas son quienes muestran una mejor atención selectiva, sostenida y dividida. También está claro que la atención es susceptible de ser incrementada mediante un programa de entrenamiento. Si adicional a esto se tiene en cuenta la efectividad reportada de los tutores inteligentes en los procesos de aprendizaje, es factible pensar que un programa de entrenamiento implementado en un tutor inteligente puede contribuir a mejorar la atención selectiva y ésta a su vez, a mejorar el logro académico en matemáticas.

2.1 Pregunta de investigación

¿Existe diferencia significativa en el aprendizaje matemático, entre un grupo que utiliza un ambiente virtual con un tutor inteligente que estimula la atención selectiva, y otro grupo que utiliza el mismo ambiente pero sin el tutor?

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo general. Establecer la incidencia de la estimulación de la atención selectiva por medio de un tutor inteligente, sobre el nivel de aprendizaje matemático en estudiantes de educación básica.

2.2.2 Objetivos específicos

- Diseñar y validar un test virtual que diagnostique el nivel de atención selectiva.
- Implementar y validar un tutor inteligente que elabore planes para entrenar la atención selectiva.
- Establecer las diferencias en el aprendizaje matemático entre un grupo entrenado en atención selectiva mediante un tutor inteligente y un grupo que no tuvo este tipo de entrenamiento.

3. Estado del arte de la investigación

Se tuvieron en cuenta para esta investigación estudios que abordan tanto el concepto de atención selectiva y su implicancia en la adquisición de conocimientos matemáticos, como aquellos en los que se han utilizado tutores inteligentes como herramienta para el proceso de su aprendizaje, mismos que se exponen a continuación y brindan un panorama general del objeto de estudio.

La investigación realizada por Gavotto y Castellanos (2015), tuvo como objetivo identificar la estabilidad de la atención selectiva de los estudiantes durante el desarrollo de las actividades con relación a las técnicas de aprendizaje propuestas por el docente en la clase. Los resultados mostraron que los estudiantes mantienen distintos niveles de dicha atención según las técnicas utilizadas en el transcurso de la duración de las clases, siendo las técnicas de pregunta, examen y debate, aquellas que mantienen mayor estabilidad de la atención selectiva de los alumnos.

Quinteros (2015) analizó los procesos de atención y su incidencia en el aprendizaje significativo de niños y niñas de séptimo grado en una institución educativa de Ecuador, dado que no llegan a comprender, captar y entender los contenidos en el aula de clases, debido a la limitada utilización de estrategias innovadoras. El proceso enseñanza-aprendizaje se sucede haciendo uso de modelos mentales tradicionales, aprendizaje teórico, memorístico y repetitivo, por lo cual no logran permanecer atentos, sólo captan ciertas partes de los contenidos, no se concentran y no pueden formarse conceptos precisos de los temas que el docente enseña, se distraen con facilidad, no consiguen elaborar generalizaciones y buenas definiciones. La autora hace énfasis en la necesidad de implementar técnicas o estrategias encaminadas al desarrollo de los procesos de atención en estos estudiantes y plantea como propuesta una serie de talleres con el fin de lograr un aprendizaje significativo: desarrollo de las habilidades auditivas y de observación de los estudiantes, mejoramiento de la concentración ante elementos distractores, juegos y ejercicios para mejorar el tiempo de atención, estrategias para incrementar las habilidades de elaboración de conceptos precisos y concretos y, actividades vivenciales para promover la capacidad para captar y memorizar los conocimientos.

Bairami, Adibi y Mohammadi (2014) indican que los estudiantes con dificultades para el aprendizaje matemático evidencian problemas para sostener la atención como una actividad consciente, racional y con un propósito; dicha dificultad se asocia con el rendimiento académico,

la autorregulación, la autoeficacia y el éxito en la tarea. Por lo anterior, investigaron la efectividad de la auto-instrucción verbal en la atención sostenida utilizando el Continuous Performance Test con 30 estudiantes que presentaban dificultades para el aprendizaje matemático divididos en grupo experimental y grupo control. Los resultados mostraron que el grupo experimental después de la formación de auto-instrucción verbal obtuvo mayor puntaje en la prueba de rendimiento continuo en la atención sostenida en comparación con el grupo control, lo que les permitió concluir que la formación en auto-instrucción verbal tiene un efecto sobre la capacidad para mantener la atención de los estudiantes con dificultades para el aprendizaje matemático.

Por su parte, López, Ávila y Camargo (2013) indagaron acerca de qué tanto contribuyen las funciones ejecutivas (inhibición, memoria de trabajo viso-espacial a corto y a largo plazo) y la atención selectiva al desarrollo del conocimiento matemático. Los resultados mostraron que la atención selectiva, la inhibición y la memoria de trabajo viso-espacial a corto plazo resultaron predictores del intercepto en las matemáticas informales; estos resultados confirman la hipótesis que las funciones ejecutivas, contribuyen a un mejor desempeño en las matemáticas.

En esta misma línea, Chavarría (2014) indica que entre las dificultades que se presentan para el aprendizaje matemático se encuentra la deficiencia en la atención selectiva, lo que trae como consecuencia que los alumnos realicen las tareas encomendadas sólo en lapsos breves, se distraigan con estímulos irrelevantes y se fatiguen cuando deben concentrarse.

Son precisamente las dificultades para el aprendizaje de diversos contenidos curriculares las que han motivado investigaciones cuyo objetivo es utilizar la tecnología, para a partir de ella, crear nuevas herramientas que contribuyan al aprendizaje significativo. Teniendo en cuenta los objetivos planteados en este proyecto, se incluyen algunas de las que centran su objeto de estudio en los tutores inteligentes.

Durango y Pascuas (2015) indican que los sistemas tutores inteligentes aplican algunas técnicas de la inteligencia artificial, con el objetivo de dotar el sistema de una habilidad que sólo los seres humanos poseen, “inteligencia”, contribuyendo así a que estos sistemas identifiquen las falencias en el aprendiz y puedan reforzar el conocimiento en el transcurso del aprendizaje de cierta área.

Molina, Pascuas y Millán (2015) identificaron las principales características de los tutores inteligentes, haciendo énfasis en los beneficios que ofrecen como apoyo en los procesos de

enseñanza-aprendizaje en el contexto educativo. Entre ellos destacan la ventaja de que se adaptan a las características del estudiante y de acuerdo a éstas se diseña la mejor estrategia pedagógica para dirigirse a él y lograr su aprendizaje. Así mismo, indagaron con estudiantes que los han utilizado, encontrando que aseguran que el aprendizaje se logra más rápidamente y, aún más, cuando a raíz de la unión con sistemas hipermedia se brinda un nuevo conocimiento de manera interactiva.

Rosado y Sánchez (2012) consideran que los sistemas virtuales de educación han demostrado beneficios dentro de las instituciones educativas como flexibilidad, instrucción asíncrona y a distancia. Para estos autores, dentro de esta nueva modalidad de educación, los agentes-tutores inteligentes, son una herramienta que actúa como una capa intermedia entre el docente y el estudiante, al apoyar actividades de instrucción y retroalimentación. Diseñaron un tutor inteligente para el aprendizaje de la física, así como una propuesta de secuencia didáctica, mediante programas de libre acceso, por lo cual enfatizan en que desarrollar este tipo de herramientas no requiere de altos conocimientos en programación, sino más bien de la iniciativa, interés y entusiasmo por dinamizar el aprendizaje.

Específicamente, para la enseñanza de la matemática, Morales y Jiménez (2010) consideran que los tutores inteligentes por su naturaleza, constituyen un medio importante de enseñanza asistida que permite no sólo la atención personalizada, sino la colaboración real para solventar las deficiencias encontradas en el estudiante, mejorando tanto el aprendizaje como el índice de rendimiento académico en matemática, lo cual constituye un importante resultado para sectores educativos en cuenta con la infraestructura tecnológica adecuada para su implementación.

Kebritchi, Hirumi y Bai publicaron en 2010 el resultado de un estudio en el cual examinaron los efectos de un tutor inteligente que utilizó un juego de ordenador para el rendimiento en matemáticas y motivación de los alumnos. Un total de 193 estudiantes y 10 profesores participaron en este estudio. Los maestros fueron asignados al azar a los grupos experimentales y de control. Se utilizó un método mixto de factores cuantitativos y entrevistas y un análisis multivariado de covarianza para analizar los datos. Los resultados indicaron una mejora significativa del rendimiento en el área de matemáticas en el grupo experimental frente al grupo control, sin incidencia relevante en la motivación de los grupos.

Jiménez, Salas, Organ y Baker (2011) implementaron un tutor cognitivo para el aprendizaje de las matemáticas en un colegio de Costa Rica, el cual reportó incremento del aprendizaje en la creación e interpretación de diagramas de dispersión, gráficos de barras y conceptos asociados al tema. Igualmente, el estudio determinó que los estudiantes entrevistados expresaron una valoración muy positiva del uso de esta tecnología en la enseñanza de la matemática. Específicamente en el trabajo con el tutor cognitivo, los alumnos pudieron observar cómo las barras de dominio de destrezas decrecían o crecían, según se cometiera errores o no, calificándolo más como un juego que como un libro de texto o un profesor. Los estudiantes también indicaron que era más fácil aprender matemáticas utilizando tecnología, que de la manera tradicional; “las clases son más divertidas y los estudiantes le ponen más atención a la computadora”, pues de esta manera no deben escribir.

Por su parte, Qing y Xin (2010) examinaron el impacto de la tecnología informática en la educación matemática a través de una revisión sistemática de la literatura existente. Llevaron a cabo un meta-análisis de 46 estudios en los que participaron un total de 36.793 estudiantes. Los resultados indicaron efectos estadísticamente positivos de la tecnología informática en el rendimiento en matemáticas, efectos que se potencian en la educación secundaria si se utiliza la tecnología desde la instrucción primaria.

Sin embargo, Ma, Adeospe y Liu (2014) luego de realizar un meta-análisis en el que consideraron la eficacia de los tutores inteligentes en diversas áreas del aprendizaje, afirman que no existe evidencia contundente en cuanto a que su utilización en las aulas de clase conduzca a mejores desempeños académicos frente a la instrucción tradicional, aunque consideran que su utilización a nivel individual, es decir, con estudiantes que presentan dificultades específicas en algún área del conocimiento sí puede ser de gran utilidad al diseñar las actividades directamente encaminadas a superar dichos obstáculos, al mismo tiempo que sugieren su uso como una alternativa que puede complementar positivamente los demás métodos de instrucción.

Así mismo, Chen, Suraya, Wan y Bakar (2008) reportaron que no hubo diferencia significativa en el aprendizaje de expresión algebraica luego de realizar un estudio experimental, en el que se comparó la enseñanza asistida por computador mediante el uso de un sistema de tutoría inteligente con la instrucción en un entorno de aprendizaje tradicional. Participaron 32 estudiantes en el grupo control y 30 en el grupo experimental, el cual se sometió a ocho sesiones de tutoría inteligente. La evaluación final practicada a los dos grupos no mostró variaciones

considerables en cuanto a la adquisición del conocimiento específico para el cual fue utilizado el tutor.

Al igual que en la investigación de Ma, et al. (2014), Chen, et al. (2008) sugieren el uso del tutor inteligente simultáneamente con la instrucción tradicional y para estudiantes que presenten dificultades específicas en el aprendizaje.

4. Marco teórico

En este apartado se desarrollan los referentes teóricos implicados en el objeto de investigación; ellos son: aprendizaje, atención -con énfasis en la selectiva- y tutores inteligentes.

4.1 Aprendizaje

El aprendizaje según Ardila (2001) es “un cambio relativamente permanente del comportamiento que ocurre como resultado de la práctica” (p. 18). Esta definición contempla tres aspectos primordiales: en primer lugar, aprendizaje supone un cambio conductual o un cambio en la capacidad conductual, que se evidencia en el humano a través de la adquisición o modificación de habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores; en segundo lugar, dicho cambio debe ser perdurable en el tiempo, es decir, se debe guardar en la memoria de largo plazo; en tercer lugar, el aprendizaje ocurre a través de la práctica en la cual se pueden utilizar entre otros, el estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento y la observación.

4.1.1 Aprendizaje matemático. Teniendo en cuenta las afirmaciones de Godino (2010) en cuanto a que las matemáticas crean un lenguaje simbólico en el que se expresan las situaciones problemas y sus soluciones a través de sistemas de símbolos que representan conceptos, el aprendizaje matemático puede considerarse como el uso instrumental acertado de tales sistemas simbólicos a través de la racionalidad matemática, pero también como una herramienta que abre el horizonte de dicha racionalidad fuera de los ámbitos de la lógica formal, al asumir una función comunicativa, que modifica al propio sujeto que utiliza el conocimiento y al entorno que se afecta de dicho conocimiento (Socas y Camacho, 2003).

En la instrucción que se lleva a cabo en las aulas de educación básica, se distinguen tres tipos de conocimientos matemáticos: los hechos, los conceptos y los procedimientos, cuya comprensión y dominio sientan las bases para que el estudiante logre alcanzar el aprendizaje matemático.

4.1.1.1 Conocimiento de hechos matemáticos. Los hechos engloban el conocimiento factual que constituye el lenguaje básico de las matemáticas, así como las propiedades esenciales que forman el fundamento del pensamiento matemático. El conocimiento de hechos tiene sentido sólo en la medida en que contribuyan a otros aprendizajes como los conocimientos de conceptos y procedimientos (Mullis, et al., 2003).

4.1.1.2 Conocimiento de conceptos matemáticos. Novak y Gowin (1984) citados por Godino, Matanero y Font (2003) determinan que un concepto es una regla de clasificación que

permite considerar como equivalentes cosas diferentes y por tanto discriminarlas. La comprensión de los conceptos es algo que se consigue gradualmente, en la medida en que se amplían, se modifican y se organizan las representaciones. El concepto matemático es esencial en la utilización efectiva de las matemáticas; el conocimiento de conceptos permite a los alumnos hacer conexiones entre elementos de conocimiento que, en el mejor de los casos, sólo serían retenidos como hechos o definiciones aislados. Concepto y conocimiento otorgan a los estudiantes la posibilidad de extenderse más allá de sus conocimientos existentes, juzgar la validez de enunciados y métodos matemáticos y crear representaciones. Las representaciones matemáticas de ideas forman el núcleo del pensamiento y de la comunicación matemática y la capacidad de crear representaciones equivalentes es fundamental para el éxito en la materia.

4.1.1.3 Conocimiento de procedimientos matemáticos. Los procedimientos forman un puente entre el conocimiento más básico y el uso de las matemáticas para resolver problemas habituales, especialmente aquellos que encuentran muchas personas en su vida cotidiana. En esencia, el uso fluido de procedimientos implica recordar un conjunto de acciones y cómo llevarlas a cabo (Mullis, et al., 2003).

Una parte fundamental del proceso de aprendizaje es obtener información del mundo exterior y luego guardarla en la memoria; dicha información puede provenir de los docentes o contenida en material instructivo (libros de texto, páginas web, guías, manuales, ilustraciones, mapas, etc.); allí es donde el proceso atencional centra, selecciona y sostiene el interés en algunos de los muchos estímulos informativos que se reciben a través de los registros sensoriales en el sistema cognoscitivo. El proceso de atención juega un papel muy importante en el nivel de aprendizaje que obtiene una persona, ya que de él depende no sólo cuánta información va a llegar sino, también, qué clase de información, es decir, la atención opera como un filtro de la información permitiendo separar lo relevante de lo irrelevante; este subtema se aborda a continuación.

4.2 Atención

Si se observa detenidamente el entorno, muchos elementos pasan inadvertidos; la persona promedio no percibe su presencia. De toda la información disponible en el medio, sólo puede ser procesada una pequeña fracción en un tiempo dado; el mecanismo que permite discriminar toda esta información se llama atención. Existen múltiples autores que han intentado definirla, estudiarla y delimitar su estatus entre los procesos psicológicos.

Barca (1997) afirma:

La atención consiste en un proceso de orientación mental selectiva hacia unos determinados estímulos; en función de este proceso, la percepción de los estímulos es clara y distinta, lo cual implica una concentración/focalización de la actividad cognitiva en un estímulo o actividad y la inhibición de los demás estímulos o actividades simultáneas (p. 358).

La atención, según García (2007), es un mecanismo que pone en marcha una serie de procesos u operaciones gracias a los cuales, se es más receptivo a los sucesos del ambiente y se lleva a cabo una gran cantidad de tareas de forma más eficaz. Este autor define la atención como el “mecanismo imputado directamente en la activación y el funcionamiento de los procesos y/u operaciones de selección, distribución y mantenimiento de la actividad psicológica” (p. 69).

Parafraseando al autor, los procesos implicados en la atención pueden ser de tres tipos:

- Los procesos selectivos, que se ponen en funcionamiento al exigir dar respuesta a un sólo estímulo o tarea en presencia de otros estímulos diferentes y diversos.
- Los procesos de distribución, que se ponen en marcha cuando el ambiente exige atender a varias cosas a la vez y no, como en el caso anterior, centrarse en un único aspecto.
- Los procesos de mantenimiento o sostenimiento de la atención, que se producen cuando es necesario concentrarse en una tarea durante periodos de tiempo relativamente amplios.

Estos mecanismos se ponen en marcha y se desarrollan adecuadamente, mediante las estrategias atencionales, que son procedimientos sometidos al control de la persona.

4.2.1 Modelos explicativos de la atención. A mediados de los años 50 se inició un proceso de construcción de modelos para representar el proceso atencional; estas estructuras se diseñan con base en la idea de manejar la atención como un filtro o tamiz. Por las dificultades surgidas de estos modelos, nacieron posteriormente los llamados modelos de recursos limitados y por último, los modelos de activación en los cuales la atención no es un sistema fijo sino que puede ser modificado a través de la práctica.

4.2.1.1 Modelos de filtro. Este tipo de modelos se basa en la consideración de la atención como un mecanismo de selección de la información y en la necesidad de la existencia de un filtro

o cuello de botella que regula de alguna forma la entrada de la información. En estos modelos se destacan los siguientes (García, 2007; p. 69-75):

- **Modelo de filtro rígido:** Broadbent (1958) elaboró el primer modelo de filtro de la atención según el cual los estímulos ingresan al almacén sensorial y de allí pasan a una estructura o filtro que regula la entrada de la información, seleccionándola en función de las características sensoriales y no semánticas (selección temprana). Se destaca en este tipo de modelo la capacidad perceptual limitada, ya que el filtro actúa en las primeras fases del procesamiento (selección pre-categorial). Se considera un modelo rígido dado que el filtro sólo puede encargarse de un mensaje cada vez. De las críticas que fue objeto este modelo, surgieron los modelos de filtro atenuante de Treisman (1960) y el de selección tardía de Deutsch y Deutsch (1963).
- **Modelo de filtro atenuante:** según Treisman (1960), este tipo de tamiz de la información es selectivo y a su vez flexible, ya que inicialmente está determinado por el tipo de información o estímulo que recibe; así mismo, el filtro actúa sobre cada unidad de información de forma específica, de modo que cada una de ellas recibe una atenuación especial, en función de su significado; así, la información no atendida puede pasar también al canal central, si bien llegará a él de forma atenuada. Posteriormente, Treisman (1969) admite un procesamiento paralelo (que se daría de forma inconsciente) de los mensajes no atendidos y generaliza el modelo haciéndolo aplicable a todos los sentidos.
- **Modelo de Deutsch y Deutsch o de selección tardía:** según el modelo atencional desarrollado en el año (1963), todos los estímulos que llegan a través de los diferentes canales sensoriales son procesados perceptualmente antes de ser atendidos; el filtro actúa seleccionando la información o la respuesta más relevante o adecuada (selección tardía, pos-categorial); es decir, toda la información ingresa por las diferentes vías sensoriales y es acumulada, temporalmente, en el almacén sensorial. Posteriormente, este cúmulo de información es procesada por el “sistema analizador”, el cual es equivalente al procesador o canal central propuesto por Broadbent; con la diferencia de que este sistema analizador puede atender paralelamente varios mensajes. Seguidamente opera el filtro, recolectando toda la información procesada, evaluando sus propiedades y características para posteriormente filtrar la información

que considera importante o significativa. Finalmente, la información seleccionada pasa a la memoria a corto plazo o al “mecanismo central de la atención”.

4.2.1.2 Los modelos de recursos limitados. Este tipo de modelos se basan en la capacidad limitada de los mecanismos atencionales cuando el sujeto tiene que atender a más de una tarea y en la presunción de que los recursos de la atención no están localizados en ninguna estructura, sino que se encuentran distribuidos en los diferentes dispositivos mentales en función de la demanda atencional requerida. El más representativo es el modelo de Kahneman (1973).

- Modelo de atención y esfuerzo (Kahneman, 1973; Kerr, 1973; Navon y Gopher, 1979; Norman y Bobrow, 1975): se caracteriza por considerar que el sistema cognitivo consta de una capacidad limitada de recursos que se reparten simultáneamente para realizar diversas actividades, pero ante la ejecución de una tarea compleja, ella, consume la mayoría de los recursos del sistema. Estos recursos no se localizan en ninguna estructura y cualquier actividad que se realice, supone consumir una cantidad de recursos atencionales que aumentan cuando se realizan varias tareas a la vez, lo que puede dar lugar a que, cuando no se tengan suficientes recursos para distribuirlos, se produzcan interferencias. Dentro de este grupo, hubo ligeras diferencias entre los autores; así, Kahneman fue el más rígido de todos, introduciendo un modelo llamado “Atención y Esfuerzo” en el que los sujetos poseen una cantidad de recursos indiferenciados y disponibles para poder utilizarlos en cualquier momento, a través de un modelo atencional perfectamente secuenciado; pero, a la vez, muy rígido, en el que inicialmente se seleccionaba la información por unas disposiciones duraderas de fijación y formación de objetos. Posteriormente, el subsistema de evaluación de demandas evalúa la cantidad de recursos necesarios para realizar la tarea, a la vez que distribuye la capacidad atencional dependiendo de factores como la dificultad de la tarea y el nivel de arousal. Por tanto, el organismo va a establecer una cantidad necesaria de recursos para realizar la actividad. Tal modelo es de gran importancia, porque une en un mismo sistema la capacidad del sujeto y las características de la tarea. En otras palabras, Kahneman concibe al procesador central como una especie de administrador de energía, allí introduce la categoría de esfuerzo, que varía de acuerdo con la distribución de los recursos con base en el principio de la “evaluación de la demanda de la capacidad atencional”. El proceso de distribución es

el responsable de asignar y regular los recursos disponibles de forma selectiva y equilibrada entre las diferentes estructuras de pensamiento.

- Modelos de automaticidad: estos modelos fueron desarrollos de forma paralela con los de Atención y Esfuerzo; el esquema de automaticidad es considerado por muchos como la continuación de los modelos de recursos. Las teorías clásicas del automatismo (Schneider y Shiffrin, 1977) consideraban la existencia de dos formas de procesamiento distintas: los procesos automáticos y los procesos controlados. La diferencia fundamental entre ambos es la capacidad atencional necesaria en cada uno de ellos (mínima en los primeros y alta en los controlados). Este modelo lo complicaron los propios investigadores, ya que, al precisar tanto las diferencias, un mismo procesamiento podría ser automático y controlado, dependiendo del criterio utilizado. Desde esta perspectiva, los autores trataban de buscar criterios que diferenciase un proceso automático de uno controlado. En otras palabras, los autores consideraban problemático definir la atención como limitada; puesto que, una actividad al hacerla de forma repetitiva, requiere cada vez de menos atención, mientras que una actividad o un estímulo que sea novedoso, suele requerir de un mayor esfuerzo cognitivo para ser decodificado e interpretado. Así mismo, el proceso diferencial será la capacidad y el control para Shiffrin y Dumais (1981), aunque, por otra parte, numerosos investigadores han observado que ambos pueden operar de forma conjunta sobre una tarea y que la mayor parte de los automatismos fueron en principio procesos controlados Sáinz, Mateo y González (1988), Schneider, Dumais y Shiffrin (1984).

4.2.1.3 Modelos de activación. Al decir de García (2007), en la actualidad, muchos autores rompen con las estructuras rígidas e identifican la atención como un mecanismo activo y constructivo que se lleva a cabo al elaborar esquemas anticipatorios que guían por sí mismos el reconocimiento de los estímulos a procesar. La atención funciona, entonces, de manera cíclica, en la que los esquemas y expectativas condicionan la capacidad de discriminación, a la vez que dichos esquemas y expectativas se modifican con la práctica. Este modelo tiene en cuenta, tanto las características del sujeto que procesa (velocidad y calidad de procesamiento), como las características de los estímulos a procesar (adaptables e integrables en los esquemas cognitivos previos). Se fundamenta, por tanto, en las nuevas concepciones del aprendizaje, en donde la

metáfora del ordenador (procesamiento secuencial) es sustituida por la metáfora del cerebro (procesamiento en red) que trata de integrar, tanto el procesamiento distribuido como el procesamiento en paralelo. Dicho procesamiento no solamente está determinado por elementos cognitivos, sino también por elementos conativos y afectivos.

Esta interacción de elementos se concreta en el primer modelo neo-conexionista de la atención, que se basa en las aportaciones de la inteligencia artificial en la simulación del funcionamiento de las redes conexionistas. Desde esta perspectiva, el modelo más relevante del mecanismo atencional es el desarrollado por Phaf, Van Der Heijden y Hudson (1990) conocido con el nombre de SLAM (Selective Attention Model), que aborda la simulación desde una perspectiva conexionista de la ejecución de tareas de atención selectiva visual. El modelo admite que la selección atencional se puede explicar en función de tan sólo dos procesos que cooperan en casi todas las tareas de atención selectiva: la selección del objeto que controle la fuente estimuladora y la selección del atributo que controle las respuestas. Según los mecanismos atencionales utilizados, la atención se puede dividir en tres tipos: atención selectiva, atención dividida y atención sostenida; para efectos de este trabajo investigativo, se define a continuación la atención selectiva junto con sus dimensiones, habilidades que la condicionan, instrumento desarrollado para su medición y entrenamiento diseñado por expertos para su potenciación.

4.2.2 Atención selectiva. Es la capacidad para discriminar estímulos dentro de conjuntos y, así, poder llegar a reconocerlos y procesarlos con el mínimo error. Por tanto, es la actividad que pone en marcha y controla los procesos y mecanismos por los cuales el organismo procesa tan sólo una parte de toda la información, y/o da respuestas únicamente a aquellas demandas del ambiente que son realmente útiles o importantes para el individuo (García, 1997).

4.2.2.1 Dimensiones de la atención selectiva. La selección atencional, ya sea en las primeras etapas del procesamiento de la información o en la fase de respuesta, conlleva a dos aspectos distintos que tienen lugar de forma conjunta:

- Centrarse de forma específica en ciertos aspectos del ambiente y/o en las respuestas que se han de ejecutar: este fenómeno recibe el nombre específico de focalización. Parafraseando a Kahneman, la atención selectiva focalizada es la actividad en que los organismos atienden selectivamente a un estímulo o a algún aspecto del mismo, con preferencia sobre los otros estímulos.

- Ignorar cierta información o no llevar a cabo ciertas respuestas. Esta dimensión es muy importante en aquellas situaciones donde hay mucha información alrededor o cuando el ambiente demanda muchas respuestas al mismo tiempo.

4.2.2.2 Habilidades que condicionan la atención visual selectiva. En el caso especial de atención visual selectiva, misma que se convierte en objeto de estudio en este proyecto, el proceso comienza con una fase de selección espacial, la cual posibilita que algunas áreas o localizaciones específicas del campo visual reciban más atención que otras y, posteriormente, con otra basada en las características del objeto; ambas fases pueden coexistir simultáneamente y diferentes autores demuestran que pueden ser moduladas a través del entrenamiento, tanto la atención basada en el campo estimular (Méndez, Ponce, Jiménez y Sanpedro, 2001), como la atención basada en estímulos concretos (Valdés-Sosa, Bobes, Rodríguez y Pinilla, 1998). De ahí que, la atención selectiva va a estar condicionada por ciertas habilidades visuales las cuales afectan el reconocimiento y el control de la información (Álvarez, et al., 2007).

Las habilidades visuales que afectan el reconocimiento de la información incluyen: la fijación, un fenómeno monocular que consiste en llevar la imagen del objeto observado a la fovea que es una pequeña depresión circular ubicada en el centro de la retina; el control binocular, habilidad de usar ambos ojos conjuntamente, como un equipo, de forma suave, idéntica, simultánea y precisa, mediante una buena alineación y coordinación entre ambos ojos, necesaria para poder unir las imágenes formadas en cada ojo de un mismo objeto en una imagen única y nítida (fusión) y, la foria, que se ocupa de la relación existente entre los ejes visuales fusionales durante la fijación.

En cuanto a las habilidades de control están condicionadas por la motilidad ocular y la acomodación. La motilidad ocular es la habilidad del sujeto para conjugar movimientos oculares independientes del movimiento del resto del cuerpo y paralelos al procesamiento de la información; incluye la convergencia, que es la capacidad de girar los ojos hacia adentro para contemplar objetos cercanos y la divergencia, habilidad para mover los ojos hacia fuera con el fin de ver una imagen mayor. La acomodación es la capacidad visual de ajustar el enfoque en un objeto a cualquier distancia. Incluye: capacidad de enfoque, habilidad de poder mantener un objeto enfocado a diferentes distancias, durante un tiempo determinado y con comodidad y, flexibilidad de enfoque, destreza para mirar rápidamente de lejos a cerca y viceversa, sin padecer ningún instante de borrosidad.

4.2.2.3 Test de atención d2, evaluación de la atención selectiva. Muchiut, Tentor y Vaccaro (2013) refieren que el test de atención d2, fue creado y desarrollado por Rolf Brickenkamp en el año de 1962 en un centro dedicado a la seguridad en las minas, industrias y transporte ubicado en la ciudad de Essen, Alemania. El test es aplicado en muchas áreas como la clínica, la farmacología, la educación, la psicometría entre otras, por su alto grado de fiabilidad y validez para medir la atención selectiva y la concentración. Este instrumento se trata de un refinamiento tipificado de los llamados test de cancelación; mide la velocidad de procesamiento, el seguimiento de instrucciones y la bondad de la ejecución en una tarea de discriminación de estímulos visuales similares que, por tanto, permiten la estimación de la atención y concentración de una persona de ocho a 60 años de edad. Sólo existe una forma de test, y puede aplicarse de manera individual o colectiva, con un tiempo que varía entre los ocho y 10 minutos, incluidas las instrucciones de aplicación.

Está compuesto por 14 líneas con 47 caracteres. La tarea del sujeto es revisar atentamente, de izquierda a derecha, el contenido de cada línea y marcar toda letra “d” que tenga dos pequeñas rayitas (las dos arriba, las dos debajo o una arriba y otra abajo); estos elementos se consideran relevantes, las demás combinaciones las “p” con o sin rayitas y las “d” con una o ninguna rayita se consideran irrelevantes porque no deben ser marcadas. En cada línea el sujeto dispone de 20 segundos. Para realizar la corrección y puntuación es necesario tener en cuenta las puntuaciones resultantes que son:

- TR: Total de respuestas: número de elementos intentados en las 14 líneas.
- TA: total de aciertos: número de elementos relevantes correctos.
- O: Omisiones: números de elementos relevantes intentados pero no marcados.
- C: Comisiones: número de elementos irrelevantes marcados.
- TOT: Efectividad total en la prueba, es decir $TR - (O + C)$.
- CON: Índice de concentración o $TA - C$.
- TR+: Línea con mayor número de elementos intentados.
- TR-: Línea con menor número de elementos intentados.
- VAR: Índice de variación o diferencia $(TR+) - (TR-)$.

La fiabilidad del test ha sido medida en las diferentes puntuaciones y con diversos métodos de cálculo. Los índices de estabilidad interna son muy elevados (superiores al 0,90), mientras que los datos referentes a las puntuaciones de error son muy bajos. En cuanto a la

validez, existe un amplio número de investigaciones en las áreas clínicas, psiquiátrica, escolar, vocacional, así como en el deporte y la conducción de vehículos, todo lo cual apoya las múltiples aplicaciones del d2.

4.2.2.4 Entrenamiento para mejorar la atención selectiva. Los profesores Luis Álvarez, Paloma González-Castro, José Carlos Núñez, Julio Antonio González, David Álvarez y Ana Bernardo Álvarez, de la Universidad de Oviedo en España (2007), diseñaron un banco de actividades en el marco de un proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Ciencias y Tecnología español en el cual se desarrolló, aplicó y contrastó un programa de intervención para la mejora de la atención selectiva y sostenida en estudiantes de cinco a 19 años y cuyos resultados indican que este tipo de intervenciones son eficaces para la mejora de los déficits de atención, tanto selectiva como sostenida. En el caso particular de la atención selectiva entrenar el desarrollo de habilidades relacionadas con el reconocimiento (la fijación, el control binocular y la foria) y el control estimular (la motilidad ocular y la acomodación).

Para crear un banco destinado específicamente para entrenar la atención selectiva, es recomendable construir cinco archivos, cada uno con cuatro carpetas que los desarrollen:

Primer archivo: identificar estímulos dentro de conjuntos.

- 1ª Carpeta: reconocer letras, cifras, símbolos o dibujos.
- 2ª Carpeta: reconocer letras para formar palabras, cifras para formar números, símbolos y otros elementos gráficos para formar ilustraciones, etc.
- 3ª Carpeta: localizar las veces que se repite un elemento (palabra, número, figura geométrica, símbolo, dibujo, etc.) en un conjunto.
- 4ª Carpeta: elegir, entre varios elementos desordenados (sílabas, terminaciones, palabras, números, figuras geométricas, símbolos, dibujos, etc.), los que figuran en un modelo dado.

Segundo archivo: comparar estímulos dentro de conjuntos.

- 1ª Carpeta: reconocer palabras, números y otros elementos que tengan una determinada característica.
- 2ª Carpeta: señalar palabras, números y otros elementos iguales o diferentes dentro del mismo conjunto.
- 3ª Carpeta: localizar los elementos que se repiten o que faltan en dos o más conjuntos independientes.

- 4ª Carpeta: hallar las diferencias o semejanzas que existen entre dibujos.

Tercer archivo: Identificar estímulos dentro de series.

- 1ª Carpeta: proseguir series de letras, números, símbolos, dibujos, etc., dados los primeros elementos.
- 2ª Carpeta: en una sucesión de elementos, identificar todos los que pertenecen o no a la serie o son erróneos.
- 3ª Carpeta: sustituir elementos en una sucesión.
- 4ª Carpeta: elegir elementos para completar palabras, números o figuras.

Cuarto archivo: reconocer estímulos en el plano o en el espacio.

- 1ª Carpeta: unir puntos siguiendo unas instrucciones.
- 2ª Carpeta: rellenar espacios siguiendo unas instrucciones.
- 3ª Carpeta: trazar líneas o itinerarios siguiendo unas instrucciones.
- 4ª Carpeta: construir puzzles con letras, números o figuras.

Quinto archivo: reconocer palabras o frases que cumplan unas condiciones dadas.

- 1ª Carpeta: localizar palabras sinónimas a unas dadas.
- 2ª Carpeta: señalar antónimos de palabras conocidas.
- 3ª Carpeta: identificar objetos, palabras, ideas principales, detalles importantes, etc., a partir de unas instrucciones.
- 4ª Carpeta: reconocer el significado de frases, dichos, refranes, historietas, etc.

4.3 Tutores inteligentes

Laudon y Laudon (2004) definen los tutores inteligentes como programas de software que trabajan en segundo plano de intervención humana directa para realizar tareas específicas, repetitivas y predecibles para un usuario individual. Usan una base de conocimiento integrada para cumplir tareas o tomar decisiones en beneficio del usuario. Toman decisiones para seguir el curso de acciones que conducirán a alcanzar un objetivo determinado. La mayoría de los tutores inteligentes poseen las siguientes tres características: comunicación, inteligencia y autonomía.

- **Comunicación:** el tutor puede comunicarse con el usuario, con otros tutores y con otros programas. Con el usuario se comunica a través de una interfaz amigable, mediante la cual personaliza sus preferencias.

- Inteligencia: el grado de inteligencia varía mucho de unos tutores a otros, que suelen incorporar módulos con tecnologías procedentes de la Inteligencia Artificial. Los más sencillos se limitan a recoger las preferencias del usuario, quien debe personalizarlos.
- Autonomía: un tutor inteligente no sólo debe ser capaz de hacer sugerencias al usuario sino de actuar.

Además de las características mencionadas, un tutor inteligente cuenta con tres componentes fundamentales (Amela, 2010):

- Módulo tutor: codifica los métodos de enseñanza que son apropiados para el dominio objetivo y el estudiante. En función del conocimiento, nivel de experiencia y estilos de aprendizaje de los alumnos, el módulo tutor selecciona la intervención educativa más adecuada. Ésta se realiza comparando el módulo estudiante con los resultados esperados del módulo experto; las discrepancias observadas son señaladas al módulo tutor que toma una acción correctiva acorde.
- Módulo estudiante: evalúa la información o actuación de cada alumno para determinar su conocimiento, habilidad perceptual y capacidad de razonamiento. Este módulo también incluye sus carencias y malas concepciones de aprendizaje.
- Módulo experto: contiene la descripción del conocimiento o comportamiento que representa el dominio o campo de la enseñanza, es decir, los recursos educativos del curso (representados por un sistema experto o modelo cognitivo). Permite comparar las acciones y elecciones del estudiante con las del experto, con el objetivo de evaluar lo que el usuario conoce y desconoce.

Por su parte, Sánchez y Lama (2007) sostienen que los tutores inteligentes proporcionan aprendizaje y/o formación personalizada, basados en tres componentes principales: conocimiento de los contenidos (módulo tutor), conocimiento del alumno (módulo estudiante) y conocimiento de estrategias o metodologías de aprendizaje (módulo experto). Actúan como entrenadores, ofreciendo sugerencias cuando los estudiantes dudan o se atascan en el proceso de la resolución del problema, y no sólo cuando ellos introducen la respuesta. De esta forma, el tutor guía el proceso de aprendizaje, y no sólo se encarga de decir lo que está bien y lo que no. El sistema guía a los estudiantes mientras éstos resuelven problemas y ejercicios. Cuando el alumno pide ayuda en medio de un ejercicio, el sistema aporta pistas para avanzar en la solución o indica qué ha fallado en algún paso anterior.

5. Descripción del desarrollo tecnológico

5.1 Ambiente computacional

Para el desarrollo de la presente propuesta de investigación se diseñaron dos ambientes computacionales:

- Un test virtual d2 de Rolf Brickenkamp (1962), el cual mide la atención selectiva, programado para aplicarse al usuario y arrojar el resultado.
- Un tutor inteligente con la capacidad de entrenar la atención selectiva y el cual está basado en el banco de actividades de Luis Álvarez, et al. (2007)

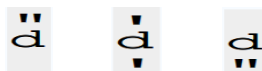
El modelo tecnológico de cada uno de los ambientes computacionales se diseñó usando la metodología GRACE (Barros, Duque, Rojas, Sánchez y Velosa, 2005), la cual aborda cinco fases: Gestión, Requerimientos, Arquitectura, Construcción y Evolución, construidas sobre el programa flash 8 con lenguaje ActionScript. Las estrategias pedagógicas programadas en el agente inteligente para medir la atención selectiva están enfocadas en la instrucción directa, la cual pertenece a la familia de los modelos conductivos y se cimienta en los siguientes principios:

- Primer principio: en la instrucción directa las conductas meta son analizadas para identificar sus componentes críticos, y a partir de dicho análisis, la instrucción es diseñada para enseñar de manera explícita cada uno de estos componentes en niveles cuidadosamente secuenciados.
- Segundo principio: la meta de toda práctica es el dominio, es decir, la capacidad de ejecutar una habilidad de modo independiente y sin cometer errores.
- Tercer principio: concierne a la duración de cada sesión de práctica. Los periodos de prácticas breves, intensos y altamente motivados producen más aprendizaje que un número menor de periodos más prolongados.
- Cuarto principio: los alumnos necesitan realimentación correctiva para evitar que los procedimientos inadecuados se fijen en su memoria.
- Quinto principio: hacer que los estudiantes se desempeñen en un nivel de exactitud del 85% al 90% en la práctica actual, antes de avanzar al próximo nivel.
- Sexto principio: corresponde a la práctica distribuida o sesiones de práctica múltiple escalonadas durante un cierto tiempo para que las habilidades se puedan reforzar y no se olviden.

5.2 Test virtual d2 para medir la atención selectiva

5.2.1 Problema. Construir el test virtual d2 de Rolf Brickenkamp (1962) para medir la atención selectiva de una persona, mostrando las instrucciones para contestar adecuadamente, a través de una línea de prueba para entrenar la forma correcta de marcar las letras y luego se aplique el test, para por último calificar y mostrar el resultado. El test está compuesto por 14 líneas con 47 caracteres; la tarea del sujeto es revisar atentamente, de izquierda a derecha, el contenido de cada línea y marcar toda letra “d” que tenga dos pequeñas rayitas (las dos arriba, las dos debajo o una arriba y otra abajo). Estos elementos se consideran relevantes, las demás combinaciones las “p” con o sin rayitas y las “d” con una o ninguna rayita se consideran irrelevantes porque no deben ser marcadas. En cada línea el sujeto dispone de 20 segundos y se da un espacio de cinco segundos para cambiar de línea.

Letras correctas para marcar:



5.2.2 Requerimientos funcionales. En la tabla 1 se observan dichos requerimientos.

Tabla 1

Requerimientos funcionales del test virtual d2

Nombre	R1: Mostrar instrucciones
Descripción	Muestra las instrucciones para elaborar el test
Entrada	String
Salida	Ninguna
Nombre	R2: mostrar línea de prueba
Descripción	Muestra una línea con 47 letras las cuales permiten entrenar la forma de marcado
Entrada	Ninguna
Salida	Ninguna
Nombre	R3: aplica el test d2
Descripción	Muestra las 14 líneas para que se conteste el test
Entrada	Booleana
Salida	Ninguna
Nombre	R4: califica el test d2
Descripción	Califica el test y muestra el resultado
Entrada	Ninguna
Salida	String

Fuente: construcción de la investigación

5.2.3 Arquitectura. En la figura 1 se observa el modelo funcional del test virtual d2

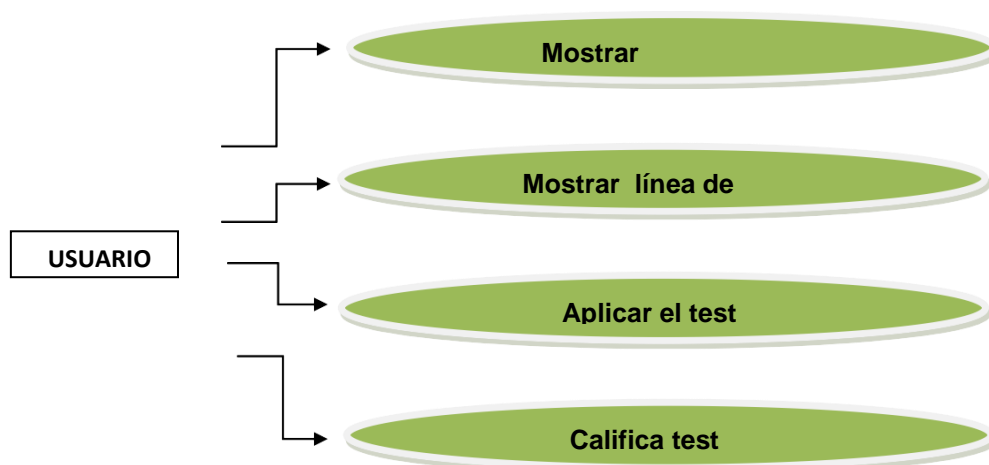


Figura 1. Modelo funcional del test virtual d2

5.2.4 Construcción. Para la construcción del test virtual d2 se utilizó el programa flash 8 con lenguaje ActionScript. Se crearon tres presentaciones distribuidas en tres fotogramas; en la presentación de entrada se creó una animación y una caja donde el usuario puede ingresar al test (figura 2).



Figura 2. Pantalla de entrada al test d2

En la segunda presentación se escribieron las instrucciones y se creó una línea de prueba compuesta por una imagen que contiene 47 letras distribuidas horizontalmente y 47 botones que están superpuestos encima de cada letra (figura 3).



Figura 3. Instrucciones para desarrollar el test d2 y línea de prueba

En la tercera presentación se insertaron 14 imágenes superpuestas una debajo de la otra, que son las líneas de letras del test d2. Se crearon 47 botones que están superpuestos; encima de cada letra se programa una función de tiempo para que cambie cada línea (figura 4).



Figura 4. Líneas de marcado del test d2

En la tercera presentación se creó una matriz de respuestas correctas y otra para almacenar las respuestas marcadas. Para obtener el puntaje de atención selectiva, se comparan las dos matrices (figura 5).

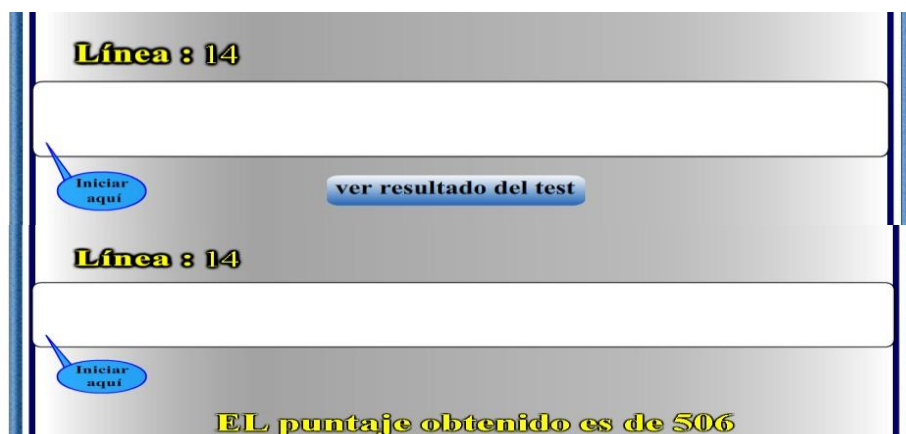


Figura 5. Resultado del test d2

5.3 Tutor inteligente de entrenamiento de la atención selectiva

5.3.1 Problema. Construir un tutor inteligente que sea capaz de orientar un programa de entrenamiento para mejorar la atención selectiva de una persona basado en los bancos de actividades diseñados por Luis Álvarez et al. (2007) de la universidad de Oviedo, los cuales son conjuntos de tareas graduadas por dificultad.

Para crear un banco, es recomendable construir cinco paquetes; cada uno debe desarrollar la identificación de estímulos dentro de conjuntos, comparar estímulos dentro de conjuntos, identificar estímulos dentro de series, reconocer estímulos en el plano o en el espacio, reconocer palabras o frases que cumplan unas condiciones dadas.

Siguiendo estas recomendaciones, la creación del banco destinado específicamente para entrenar la atención selectiva, requirió la construcción de cinco archivos, cada uno de los cuales con cuatro carpetas que los desarrollan.

Para el caso específico del tutor y en especial en el módulo experto, se convirtió cada carpeta que contiene tareas graduadas por dificultad, en un juego con tres niveles como se observa a continuación, en la tabla 2.

Tabla 2

Archivos y carpetas del tutor inteligente

Archivo 1. Identificar estímulos dentro de conjuntos

Juego 1	Juego 6	Juego 11	Juego 16
El detective	Sopa de letras	Cuenta y cuenta	Aviones de carga

Archivo 2. Comparar estímulos dentro de conjuntos

Juego 2	Juego 7	Juego 12	Juego 17
El indicado	El intruso	¿Quién se repite?	Las diferencias

Archivo 3. Identificar estímulos dentro de series

Juego 3	Juego 8	Juego 13	Juego 18
La tubería	Arregla la serie	La bomba	Busca la palabra

Archivo 4. Reconocer estímulos en el plano o en el espacio

Juego 4	Juego 9	Juego 14	Juego 19
Los cuadrados	El desconocido	Laberintos	Puzles

Archivo 5. Reconocer palabras o frases que cumplan unas condiciones dadas

Juego 5	Juego 10	Juego 15	Juego 20
El sinónimo	El antónimo	Empieza o termina	Dichos mal dichos

Fuente: construcción de la investigación

5.3.2 Estrategias derivadas del enfoque pedagógico. Las estrategias pedagógicas empleadas por el agente de acuerdo con el enfoque de instrucción directa son:

- Cada vez que se inicia un juego el agente explica los objetivos, instrucciones y misión (modelado de los estudiantes al obtener la conducta meta).
- El dominio de un nivel provee a los estudiantes de las habilidades necesarias para avanzar al siguiente nivel.
- Cada nivel del juego está diseñado de tal manera que proporciona la suficiente práctica para que los estudiantes lleguen a dominar firmemente cada habilidad.
- El tutor debe garantizar un proceso de retroalimentación de cada nivel y dar la oportunidad de que cada vez que se pierda un nivel los estudiantes lo puedan repetir.
- Cada estudiante es movido con facilidad de un juego a otro una vez que demuestra el dominio de la habilidad requerida para éste.
- Por cada sesión, el tutor debe programar cuatro juegos y al cambiar de sesión éstos también se deben cambiar.

5.3.3 Requerimientos funcionales. La arquitectura de los sistemas del tutor inteligente está compuesta por tres grandes módulos: el módulo del alumno, el módulo del tutor y el módulo del experto. Por ello, se dividieron los requerimientos funcionales en tres partes (tablas 3, 4 y 5).

Tabla 3

Requerimientos para el módulo estudiante

Nombre	R1: Nuevo nombre y clave
Descripción	Muestra cuadros de texto para ingresar el nuevo nombre y clave
Entrada	String
Salida	Ninguna
Nombre	R2: Guardar nuevo estudiante
Descripción	Permite almacenar el nombre y la clave del nuevo estudiante
Entrada	Ninguna
Salida	Ninguna
Nombre	R3: Ingresar nombre y clave
Descripción	Muestra cuadros de texto para ingresar el nombre y la clave del estudiante en entrenamiento
Entrada	Ninguna
Salida	Ninguna
Nombre	R4: Cargar estudiante
Descripción	Permite cargar al sistema los datos de avance del estudiante que está realizando el entrenamiento
Entrada	Ninguna
Salida	Ninguna
Nombre	R5: Actualizar estudiante
Descripción	Permite actualizar los avances del estudiante durante cada sesión de entrenamiento
Entrada	String
Salida	Ninguna

Fuente: construcción de la investigación

Tabla 4

Requerimientos para el módulo tutor

Nombre	R1: Mostrar bienvenida
Descripción	Muestra la bienvenida al programa de entrenamiento en cada una de las sesiones
Entrada	Ninguna
Salida	String
Nombre	R2: Activar juegos de sesión
Descripción	El tutor escoge los juegos que presenta en la sesión
Entrada	Ninguna
Salida	String
Nombre	R3: Escoge los juegos
Descripción	Se presentan los juegos activados por el tutor para entrenar durante la sesión
Entrada	Botton
Salida	String
Nombre	R4: Muestra los resultados de nivel
Descripción	Muestra si ganó o perdió el nivel del juego que está entrenando
Entrada	Botton
Salida	String
Nombre	R5: Muestra fin de sesión
Descripción	Muestra si se terminó la sesión
Entrada	Ninguna
Salida	String
Nombre	R6: Muestra fin del entrenamiento
Descripción	Muestra si se terminó el entrenamiento
Entrada	Ninguna
Salida	String

Fuente: construcción de la investigación

Tabla 5

Requerimientos para el módulo experto

Nombre	R1: Muestra instrucciones del juego
Descripción	Muestra las instrucciones para superar el nivel del juego
Entrada	Botton
Salida	String
Nombre	R2:Muestra el nivel del juego
Descripción	Permite al usuario interactuar con el nivel del juego programado para superarlo
Entrada	Botton
Salida	String

Fuente: construcción de la investigación

5.3.4 Arquitectura. En la figura 6 se observa el modelo funcional del tutor inteligente y en la figura 7 su estructura.

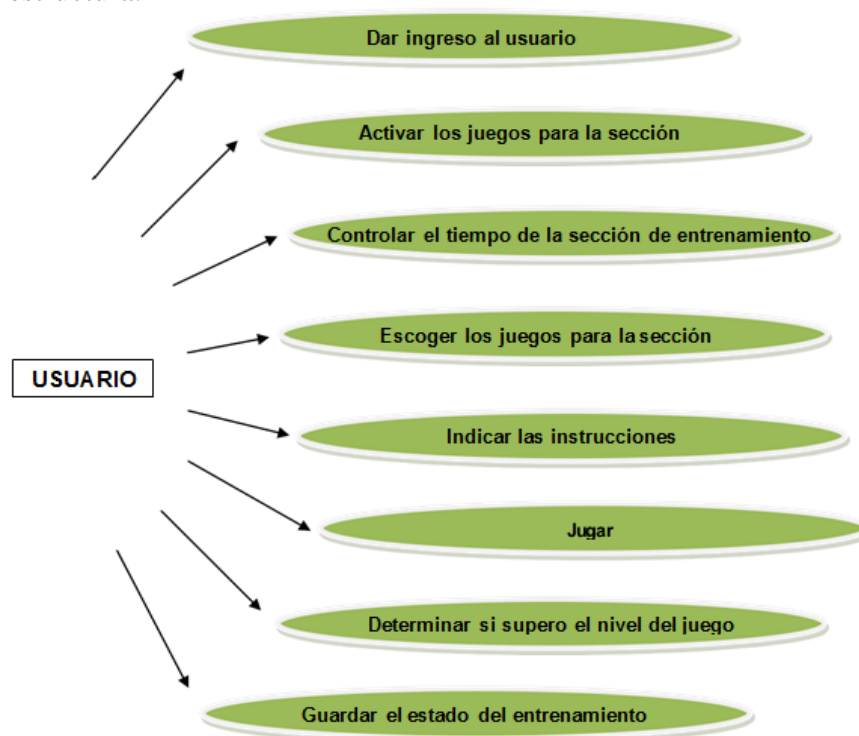


Figura 6. Modelo funcional del tutor inteligente

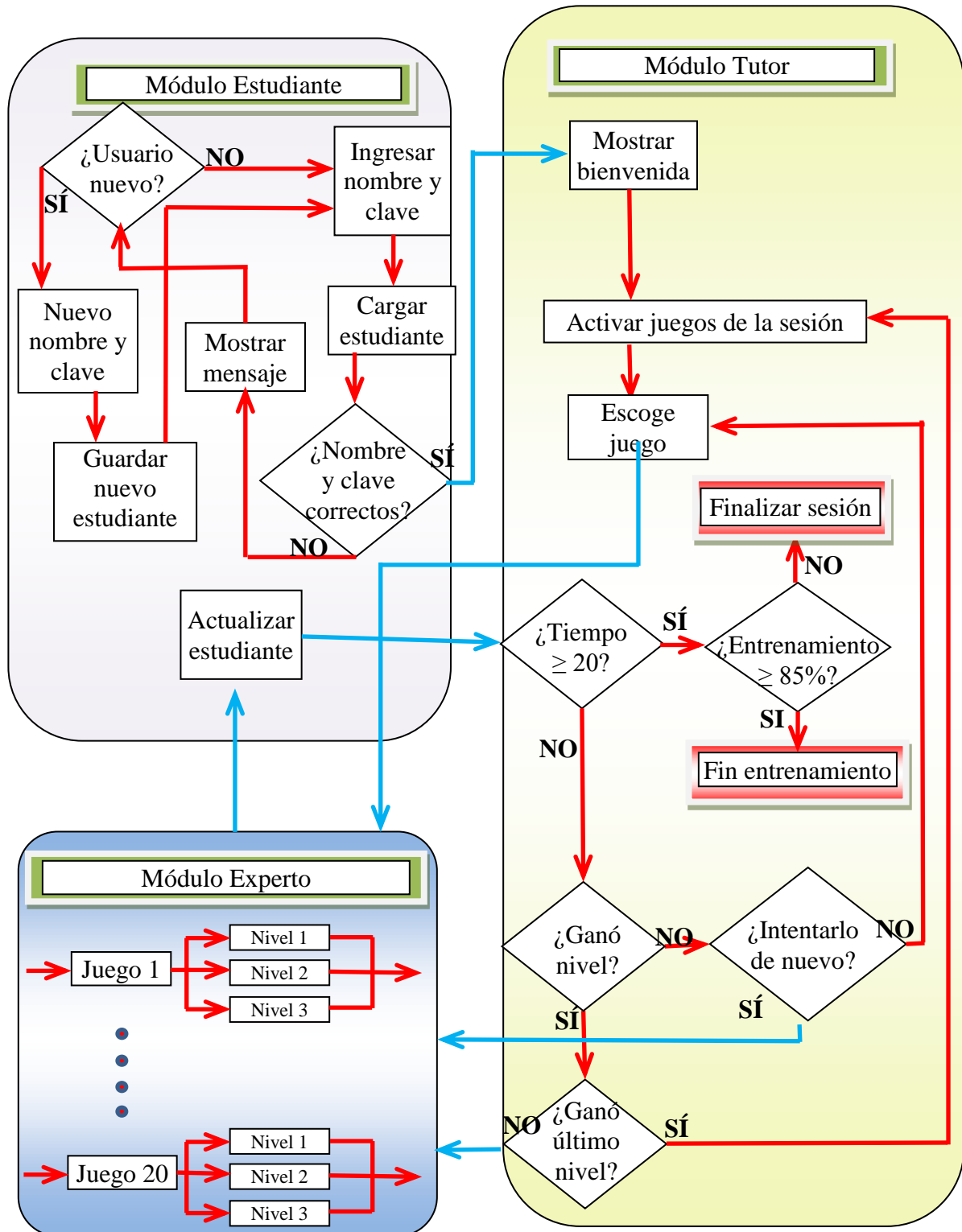


Figura 7. Estructura del tutor inteligente

5.3.5 Construcción. Para construir el tutor inteligente se tuvieron en cuenta los tres módulos que lo componen. Con tal fin se abrió en Flash 8 una carpeta denominada tutor atención selectiva, la cual contiene 22 escenas. En la primera escena se ubicó el módulo estudiante, en la segunda el módulo tutor y en las restantes 20 escenas se ubicaron los 20 juegos que componen el módulo experto.

5.3.5.1 Construcción del módulo estudiante. Para el módulo estudiante se abrió la escena con el nombre estudiante con tres frames: el primer frame permite ingresar el nombre y clave de usuarios antiguos y cargar los datos de avance; el segundo otorga a los usuarios nuevos la posibilidad de ingresar y cargar sus datos y, el tercer frame permite actualizar los datos cada vez que se avanza en el programa de entrenamiento (figura 8).



Figura 8. Frames del módulo estudiante

5.3.5.2 Construcción del módulo tutor. Para el módulo tutor se abrió la escena con el nombre tutor con cinco frames:

- El primero, da la bienvenida a la sesión de entrenamiento.
- El segundo, permite activar y mostrar los juegos dispuestos para cada sesión de entrenamiento
- El tercero, indica si ganó o perdió el nivel del juego.
- El cuarto frame señala que la sesión se ha terminado.
- El quinto, que el entrenamiento ha finalizado (figuras 9, 10 y 11).



Figura 9. Frames 1 y 2 del módulo tutor



Figura 10. Frame 3 del módulo tutor



Figura 11. Frames 4 y 5 del módulo tutor

5.3.5.3 Construcción del módulo experto. El módulo experto contiene 20 juegos cada uno con tres niveles de dificultad; al iniciar cada nivel se presentan las instrucciones para poder desarrollar correctamente el juego.

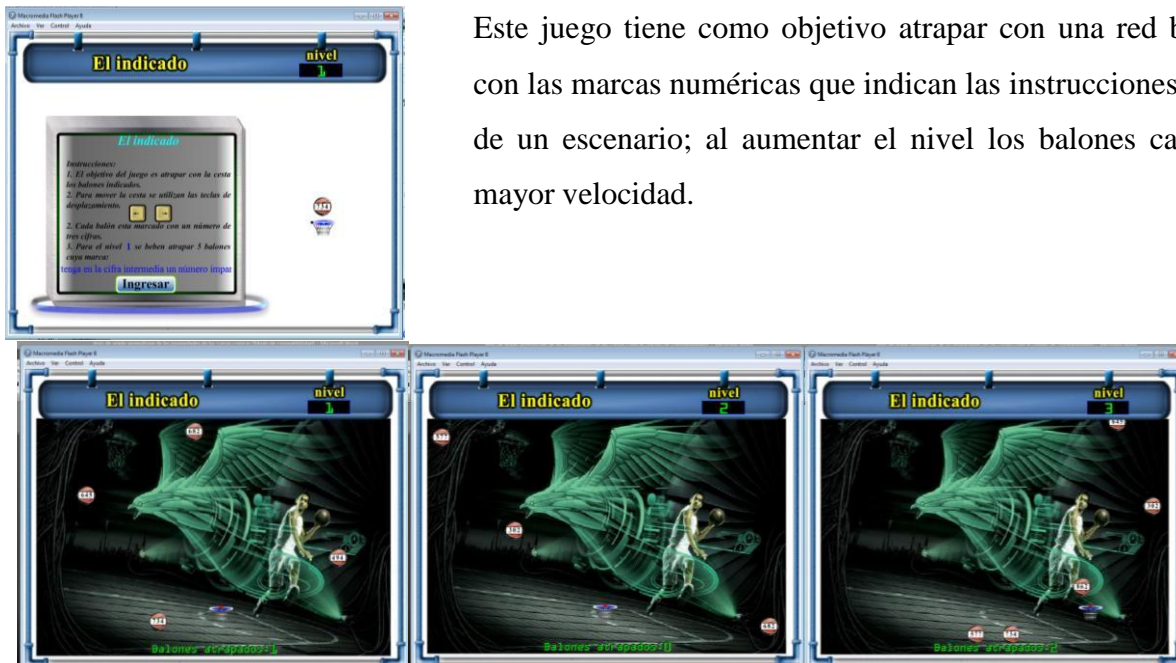
Juego 1. El detective



El objetivo de este juego es identificar en un límite de tiempo un objeto repetido dentro de un escenario; se tienen que buscar seis venados en el nivel 1, ocho estrellas de mar en el nivel 2 y 10 conejos blancos que se mueven en el nivel 3.

Figura 12. Escenarios del juego 1 El detective

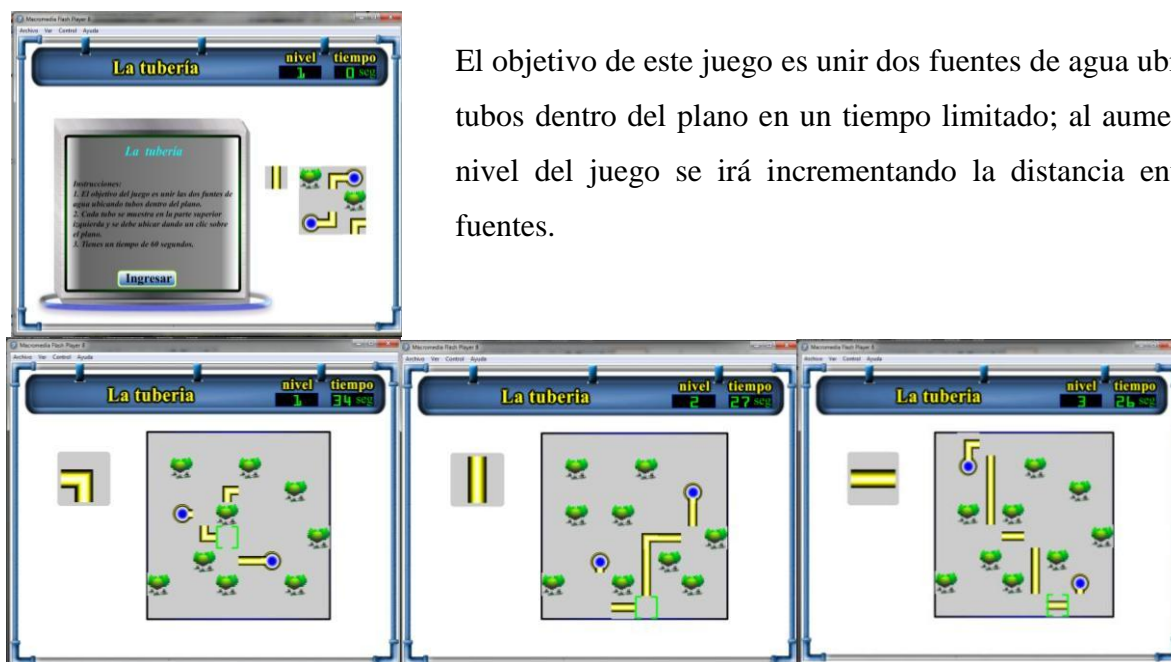
Juego 2. El Indicado



Este juego tiene como objetivo atrapar con una red balones con las marcas numéricas que indican las instrucciones dentro de un escenario; al aumentar el nivel los balones caen con mayor velocidad.

Figura 13. Escenarios del juego 2 El indicado

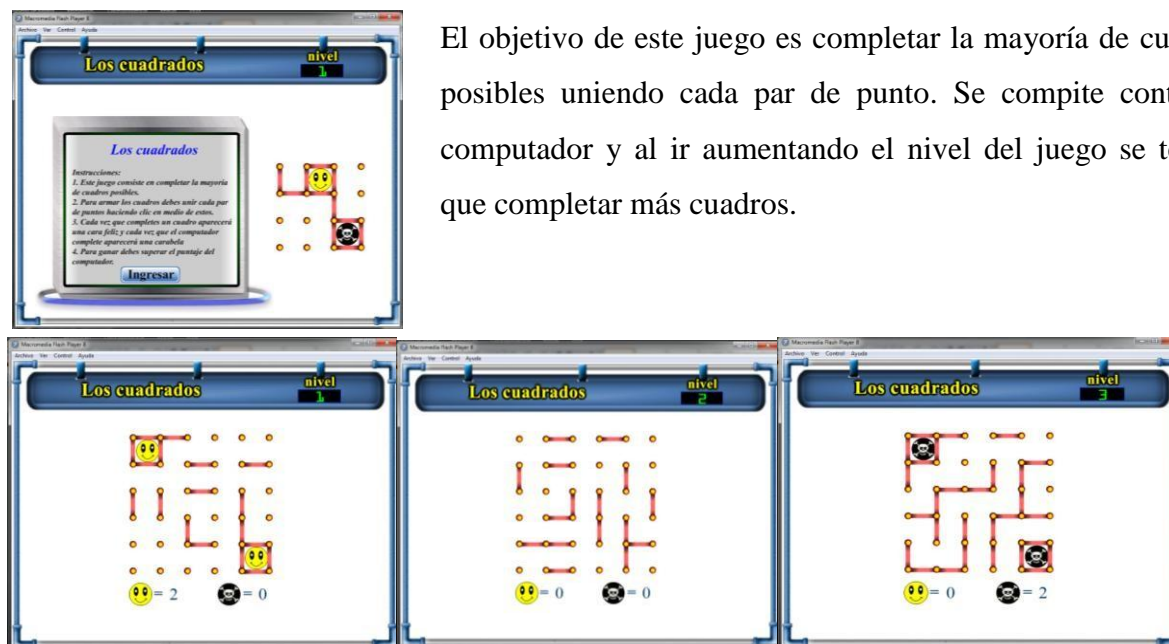
Juego 3. La tubería



El objetivo de este juego es unir dos fuentes de agua ubicando tubos dentro del plano en un tiempo limitado; al aumentar el nivel del juego se irá incrementando la distancia entre las fuentes.

Figura 14. Escenarios del juego 3 La tubería

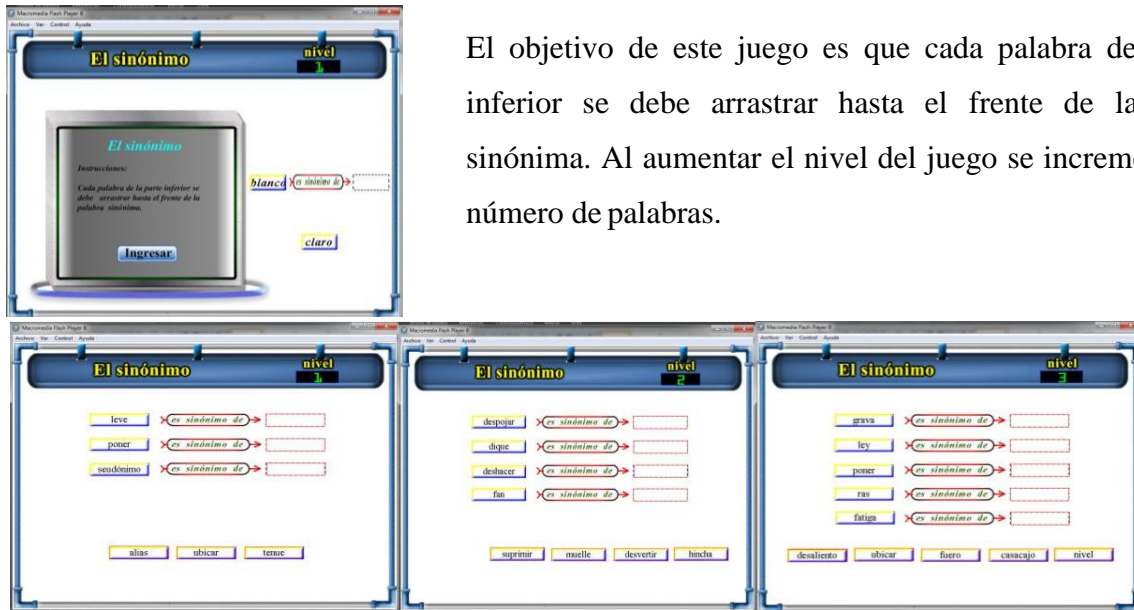
Juego 4. Los cuadrados



El objetivo de este juego es completar la mayoría de cuadros posibles uniendo cada par de punto. Se compite contra el computador y al ir aumentando el nivel del juego se tendrá que completar más cuadros.

Figura 15. Escenarios del juego 4 Los cuadrados

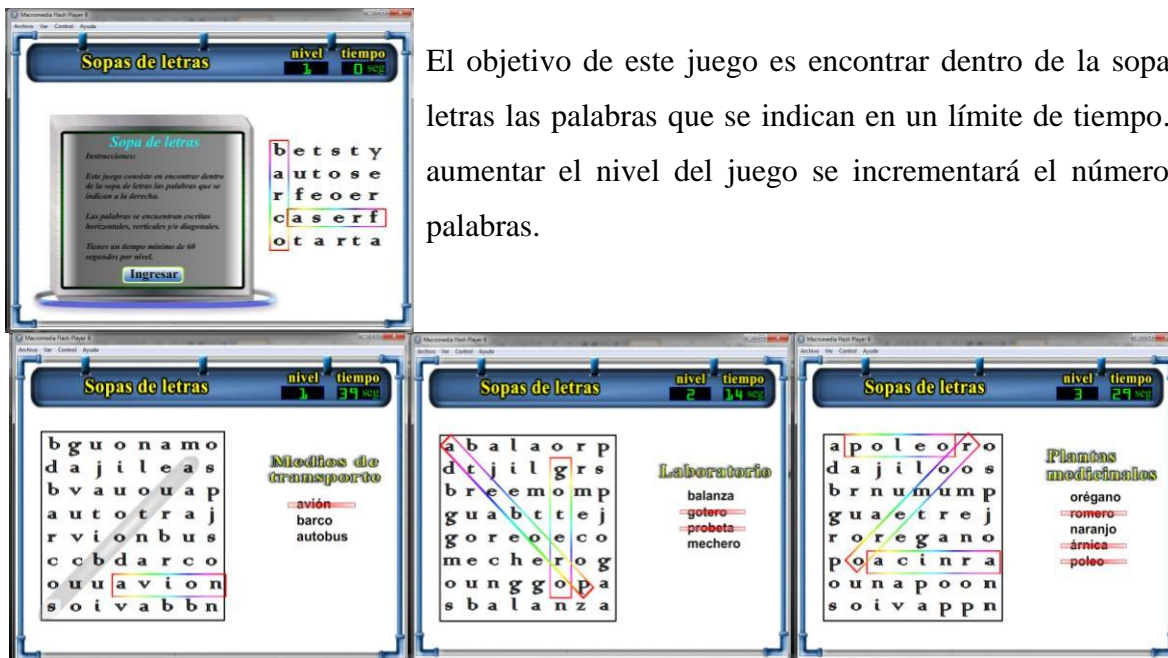
Juego 5. El sinónimo



El objetivo de este juego es que cada palabra de la parte inferior se debe arrastrar hasta el frente de la palabra sinónima. Al aumentar el nivel del juego se incrementará el número de palabras.

Figura 16. Escenarios del juego 5 El sinónimo

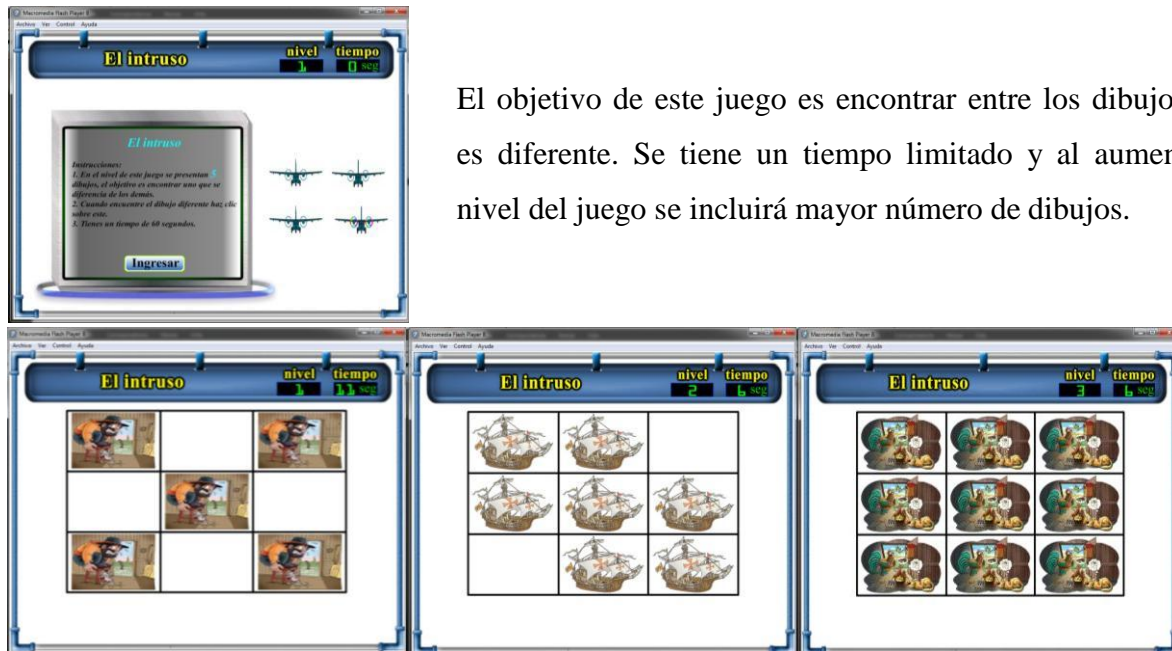
Juego 6. Sopa de letras



El objetivo de este juego es encontrar dentro de la sopa de letras las palabras que se indican en un límite de tiempo. Al aumentar el nivel del juego se incrementará el número de palabras.

Figura 17. Escenarios del juego 6 Sopa de letras

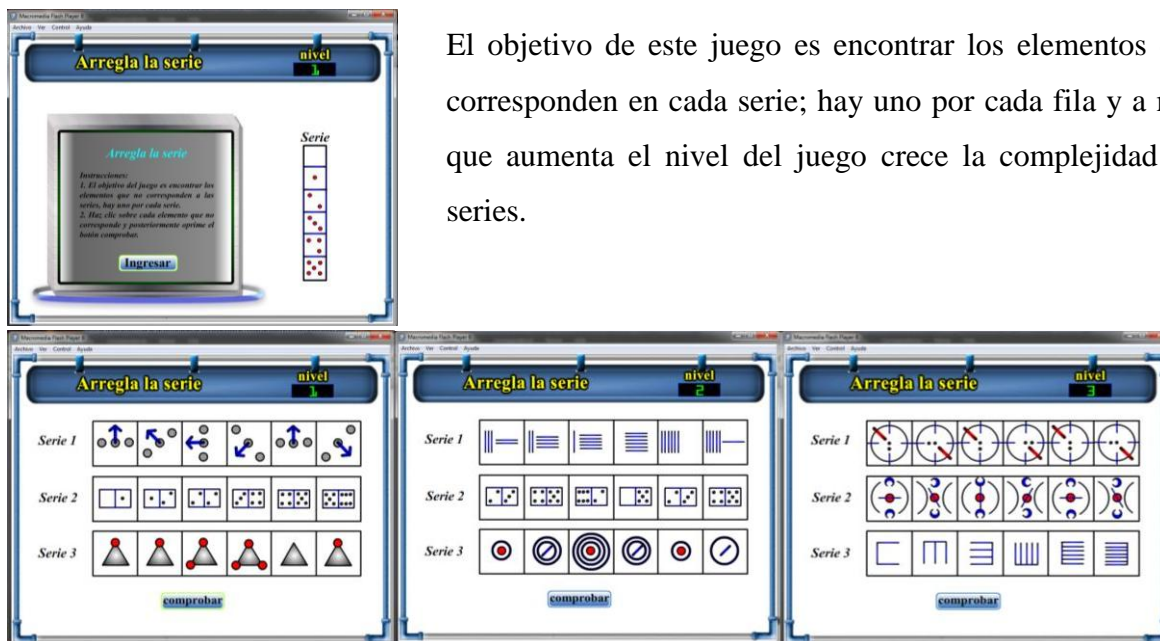
Juego 7. El intruso



El objetivo de este juego es encontrar entre los dibujos cuál es diferente. Se tiene un tiempo limitado y al aumentar el nivel del juego se incluirá mayor número de dibujos.

Figura 18. Escenarios del juego 7 El intruso

Juego 8. Arregla la serie



El objetivo de este juego es encontrar los elementos que no corresponden en cada serie; hay uno por cada fila y a medida que aumenta el nivel del juego crece la complejidad de las series.

Figura 19. Escenarios del juego 8 Arregla la serie

Juego 9. El desconocido

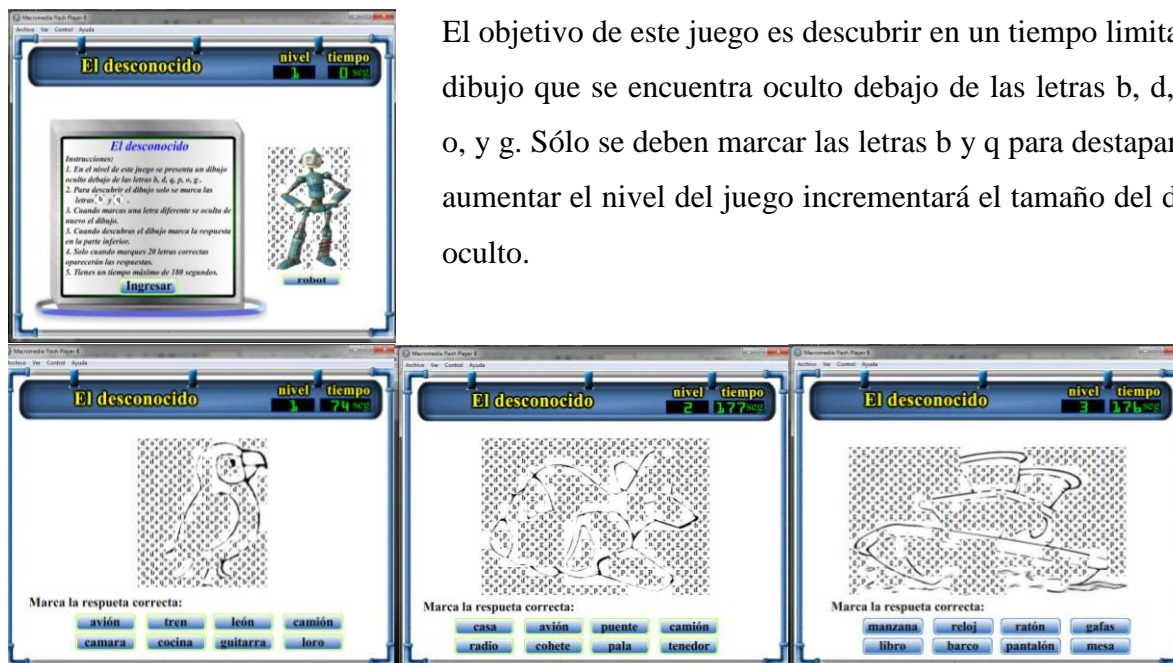


Figura 20. Escenarios del juego 9 El desconocido

Juego 10. El antónimo

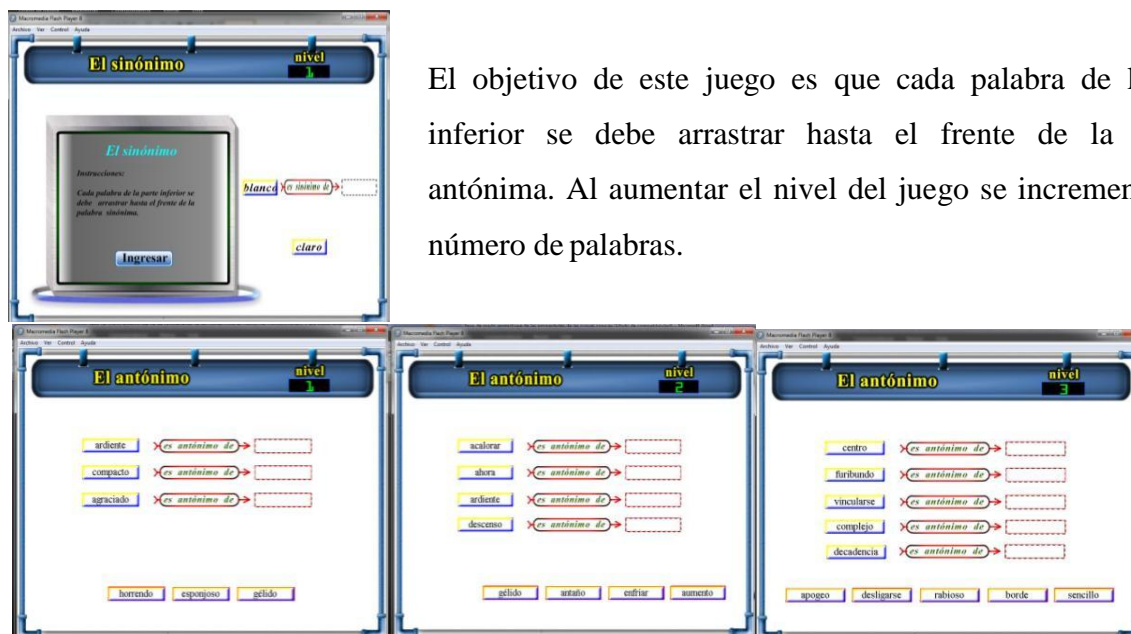


Figura 21. Escenarios del juego 10 El antónimo

El objetivo de este juego es descubrir en un tiempo limitado el dibujo que se encuentra oculto debajo de las letras b, d, q, p, o, y g. Sólo se deben marcar las letras b y q para destaparlas; al aumentar el nivel del juego incrementará el tamaño del dibujo oculto.

El objetivo de este juego es que cada palabra de la parte inferior se debe arrastrar hasta el frente de la palabra antónima. Al aumentar el nivel del juego se incrementará el número de palabras.

Juego 11. Cuenta y cuenta

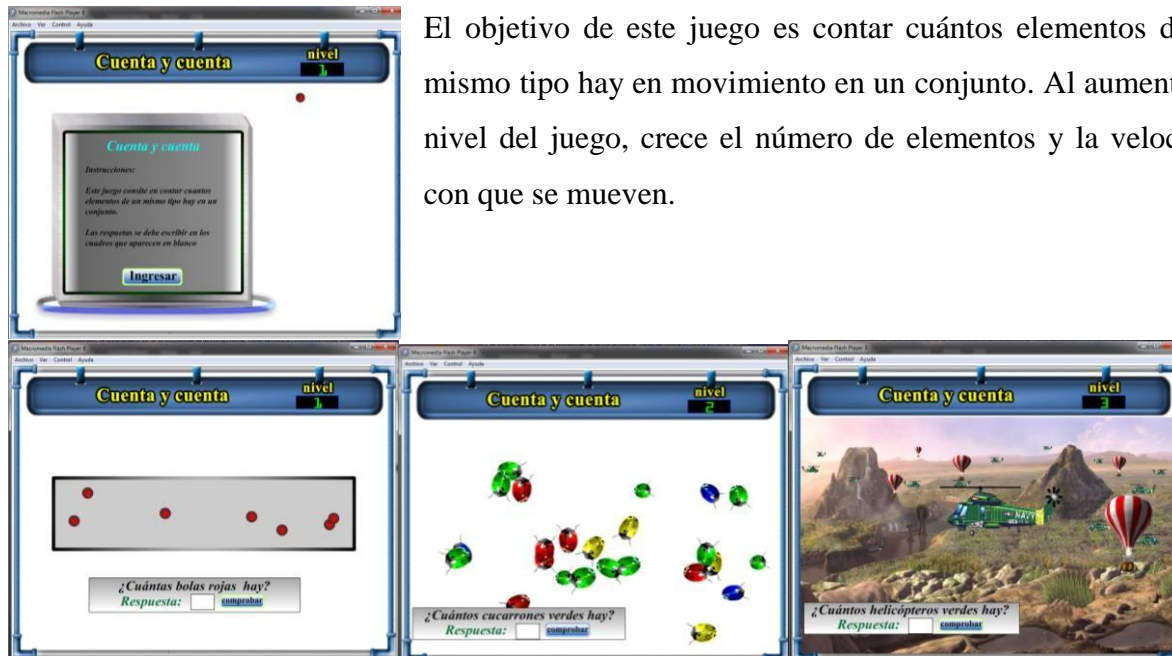


Figura 22. Escenarios del juego 11 Cuenta y cuenta

Juego 12. ¿Quién se repite?

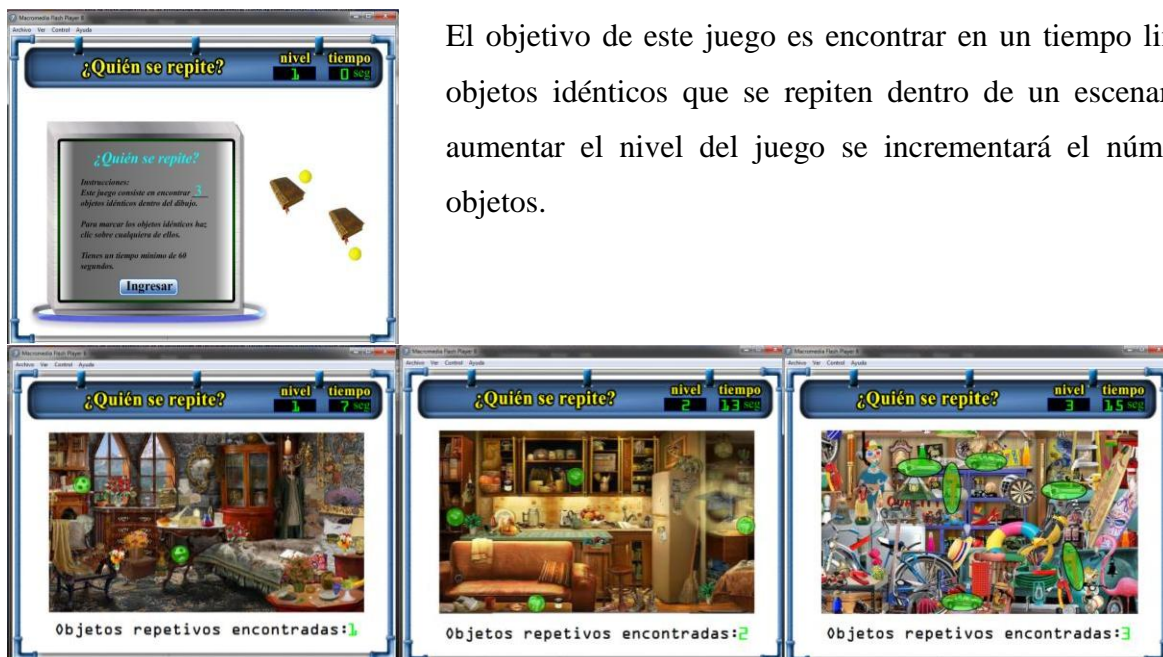


Figura 23. Escenarios del juego 12 ¿Quién se repite?

Juego 13. La bomba

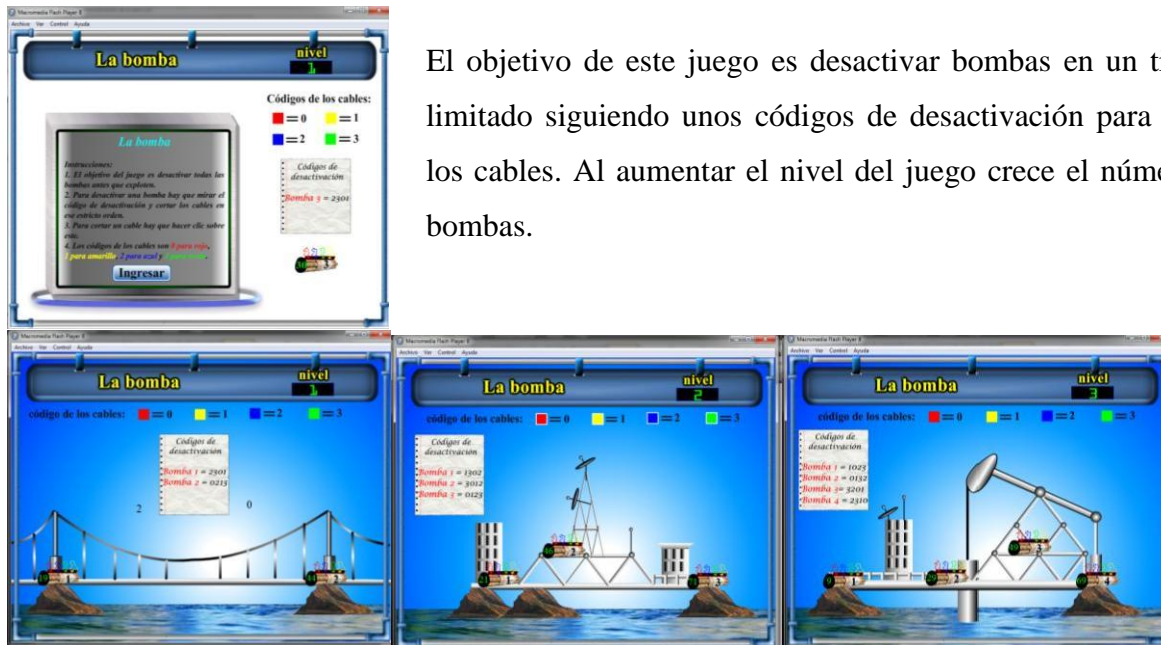


Figura 24. Escenarios del juego 13 La bomba

Juego 14. Laberintos

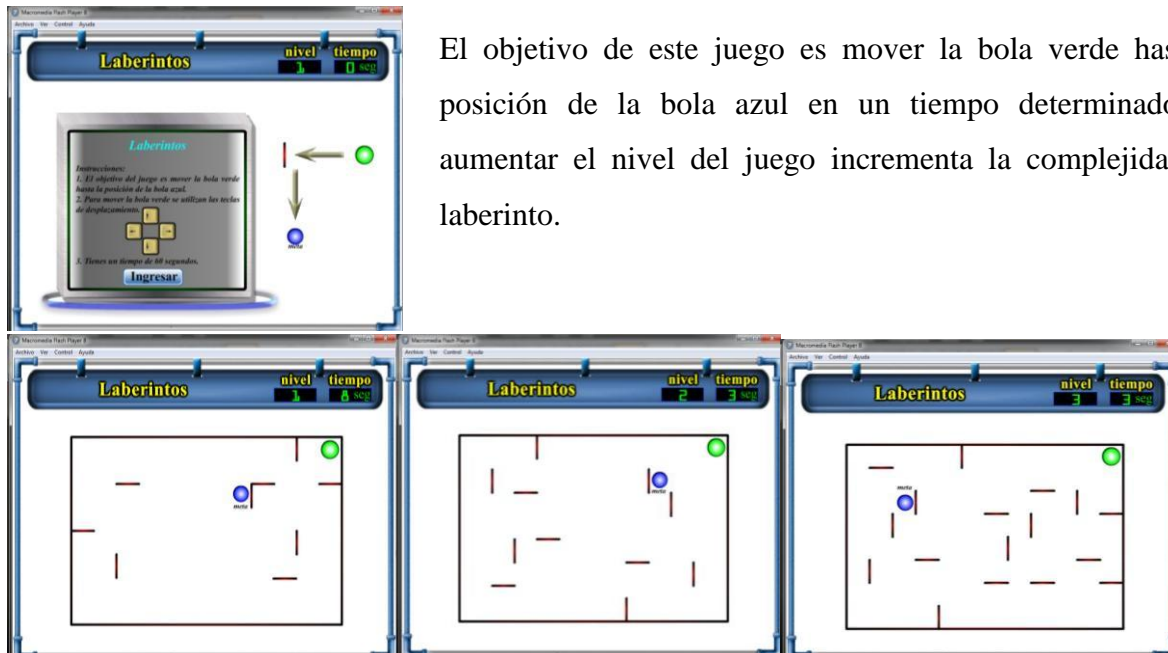


Figura 25. Escenarios del juego 14 Laberintos

El objetivo de este juego es desactivar bombas en un tiempo limitado siguiendo unos códigos de desactivación para cortar los cables. Al aumentar el nivel del juego crece el número de bombas.

El objetivo de este juego es mover la bola verde hasta la posición de la bola azul en un tiempo determinado. Al aumentar el nivel del juego incrementa la complejidad del laberinto.

Juego 15. Empieza o termina

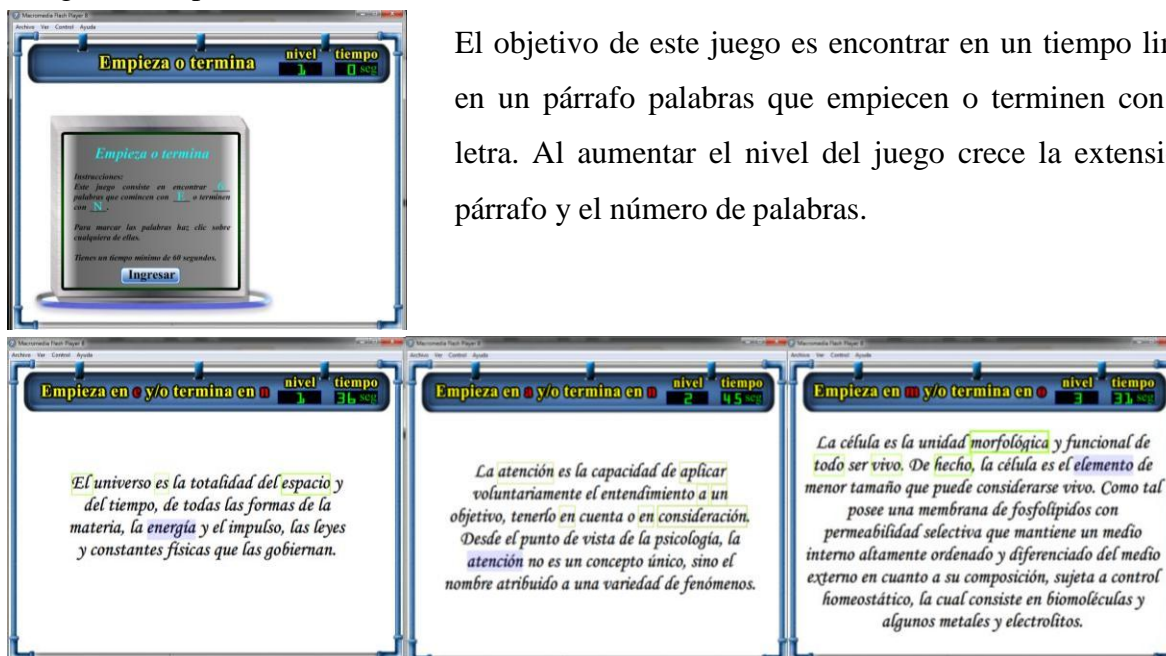


Figura 26. Escenarios del juego 15 Empieza o termina

Juego 16. Aviones de carga

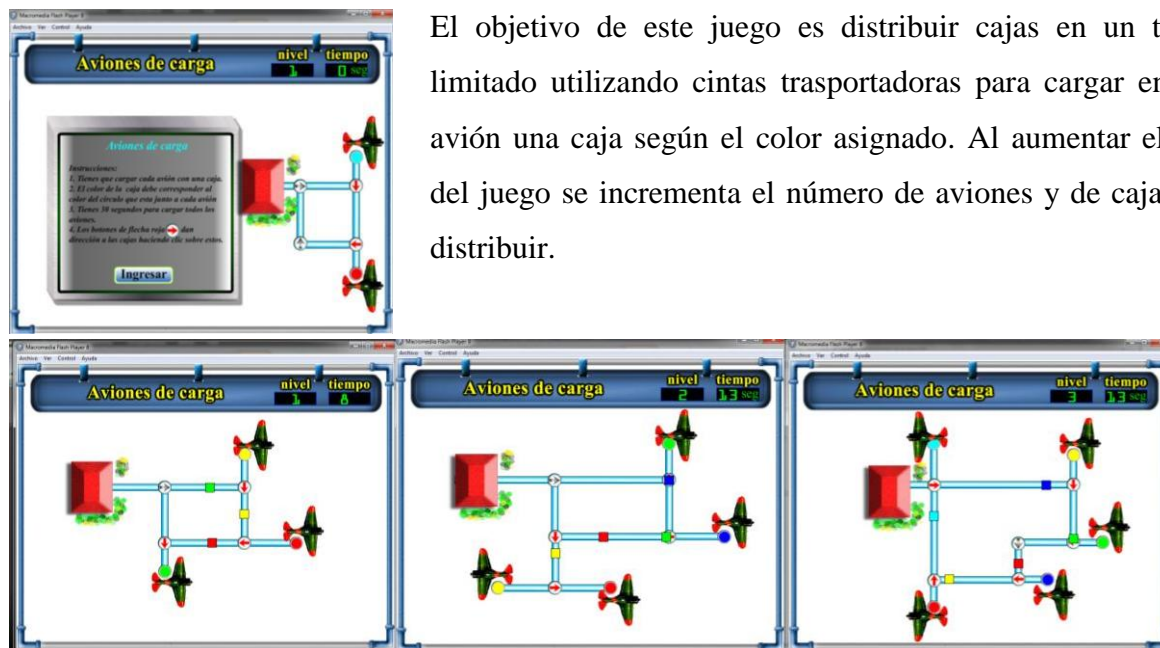
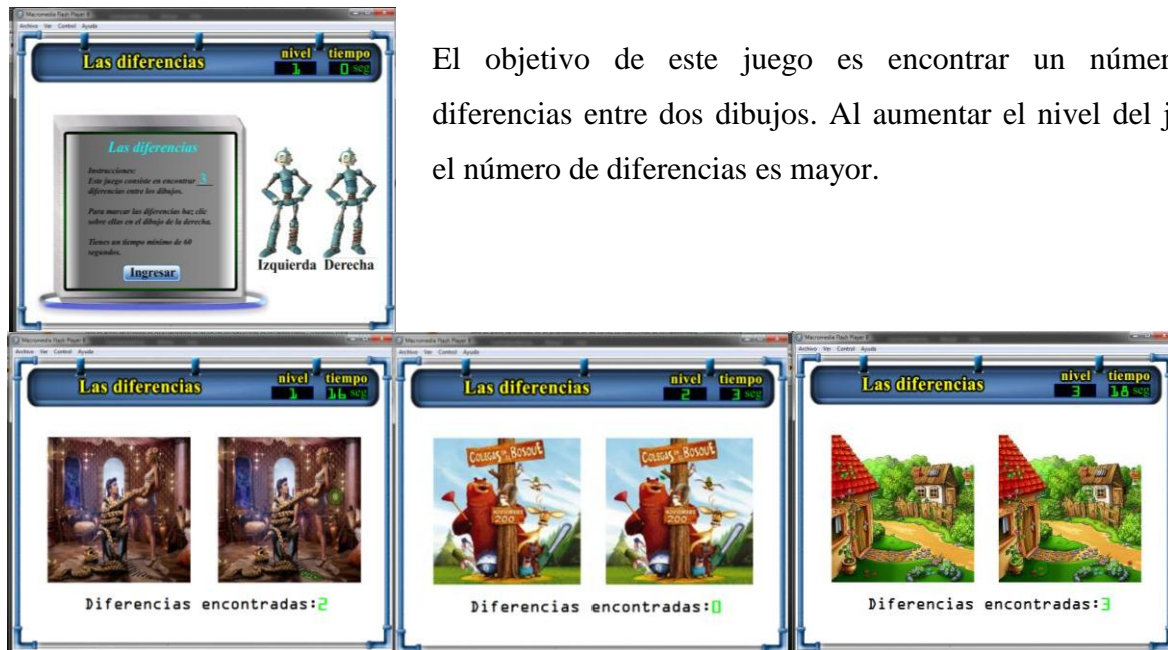


Figura 27. Escenarios del juego 16 Aviones de carga

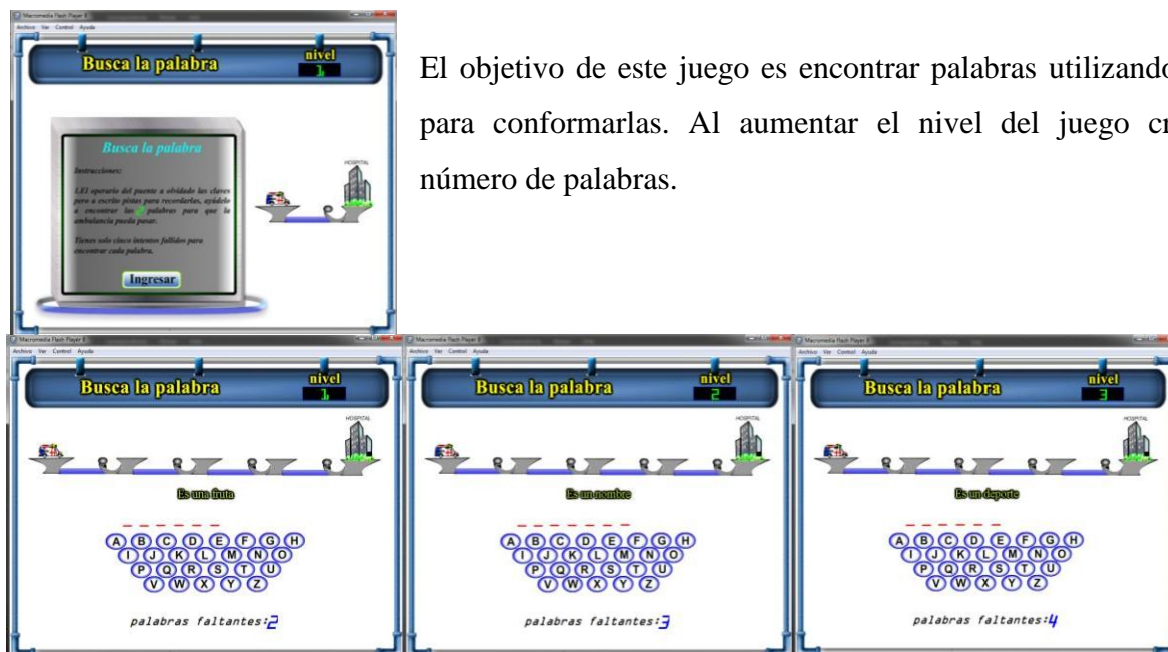
Juego 17. Las diferencias



El objetivo de este juego es encontrar un número de diferencias entre dos dibujos. Al aumentar el nivel del juego, el número de diferencias es mayor.

Figura 28. Escenarios del juego 17 Las diferencias

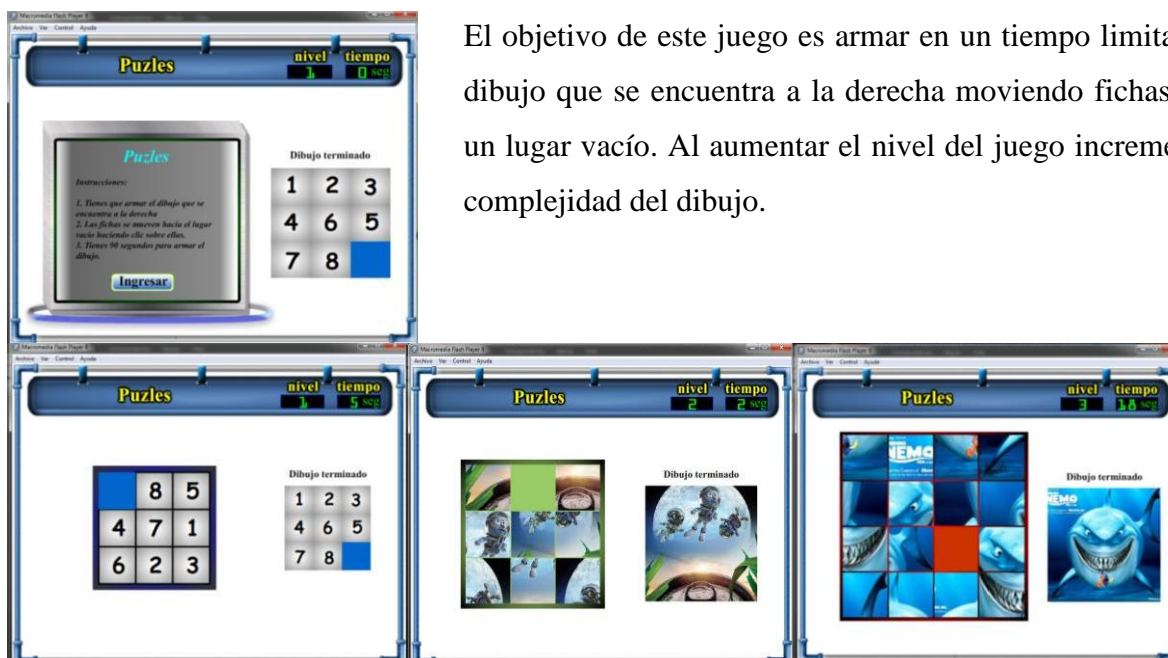
Juego 18. Busca la palabra



El objetivo de este juego es encontrar palabras utilizando letras para conformarlas. Al aumentar el nivel del juego crece el número de palabras.

Figura 29. Escenarios del juego 18 Busca la palabra

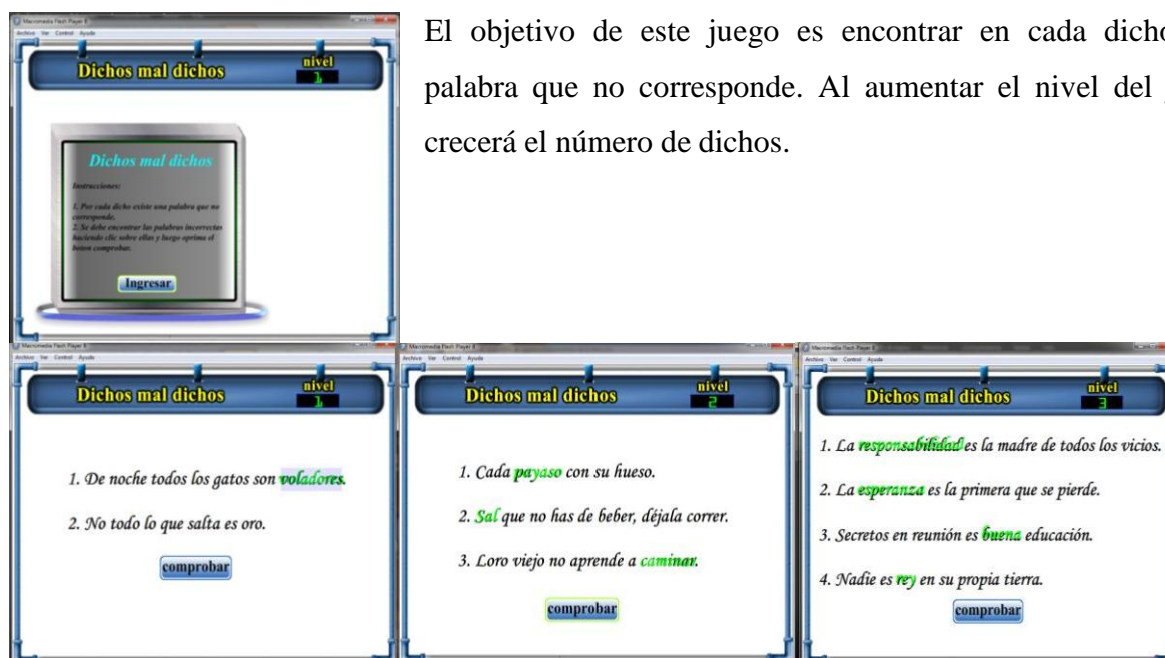
Juego 19. Puzles



El objetivo de este juego es armar en un tiempo limitado un dibujo que se encuentra a la derecha moviendo fichas hacia un lugar vacío. Al aumentar el nivel del juego incrementa la complejidad del dibujo.

Figura 30. Escenarios del juego 19 Puzles

Juego 20. Dichos mal dichos



El objetivo de este juego es encontrar en cada dicho una palabra que no corresponde. Al aumentar el nivel del juego crecerá el número de dichos.

Figura 31. Escenarios del juego 20 Dichos mal dichos

6. Metodología

6.1 Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental con un grupo experimental y un grupo control a los cuales se les aplicó el test de atención d2.

6.2 Población y muestra

La población son los estudiantes de grado noveno de los colegios distritales de Bogotá cuyas edades oscilan entre los 15 y 18 años. La muestra la componen 40 estudiantes de los grados novenos del Colegio Distrital Campestre Jaime Garzón ubicado en localidad 20 de Sumapaz.

6.3 Variables

Dependiente: nivel de aprendizaje

Independiente: estimulación selectiva, que toma dos valores: con estimulación atencional selectiva y sin estimulación atencional selectiva.

Para obtener el nivel de aprendizaje, se midió la eficacia para resolver problemas matemáticos a través de una prueba de opción múltiple con única respuesta.

6.4 Hipótesis

6.4.1 Hipótesis alterna. H.A: habrá diferencia significativa en el aprendizaje matemático, entre un grupo que utiliza un ambiente con un tutor inteligente que estimula la atención selectiva, y otro grupo que usa el mismo ambiente pero sin el tutor.

6.4.2 Hipótesis nula. H.1: no habrá diferencia significativa en el aprendizaje matemático, entre un grupo que utiliza un ambiente con un tutor inteligente que estimula la atención selectiva, y otro grupo que usa el mismo ambiente pero sin el tutor.

6.5 Recolección de la información

El desarrollo experimental de esta investigación se realizó durante el primer semestre del año 2016 en el colegio Campestre Jaime Garzón. Para la toma de los diferentes datos se recogió información bajo el enfoque cuantitativo distribuida en tres momentos:

6.5.1 Momento 1. Validación del test virtual d2 de aprendizaje. Para tal fin se tomaron 47 estudiantes mayores de 12 años los cuales se dividieron aleatoriamente en dos grupos; al primer grupo conformado por 24 estudiantes se le aplicó el test d2 de forma impresa (apéndice 1) y al segundo grupo conformado por 23 estudiantes se aplicó el mismo test de manera virtual, obteniendo los resultados de cada una de las 14 líneas que conforman el test.

6.5.2 Momento 2. Validación del tutor inteligente de entrenamiento atencional. Se tomaron 40 estudiantes y se dividieron en dos grupos iguales aleatoriamente. A un grupo se le denominó grupo experimental y al otro grupo control. Posteriormente, al grupo experimental se le entrenó su atención selectiva por un periodo de dos semanas con el tutor inteligente y al finalizar el entrenamiento se midió el nivel de atención selectiva al grupo experimental y al grupo control utilizando el test virtual d2.

6.5.3 Momento 3. Impacto del entrenamiento atencional sobre el aprendizaje matemático. Se dictó un curso presencial de matemáticas a los dos grupos experimental y control. Para medir el aprendizaje se aplicó una prueba de opción múltiple con única respuesta, compuesta por 15 preguntas (apéndice 4).

Cabe recordar que el test virtual d2 midió la atención selectiva, el tutor inteligente la entrenó a través de la aplicación de 20 juegos y el curso presencial de matemáticas no utilizó ningún tipo de herramientas tecnológicas, fue un curso tradicional maestro-estudiantes.

En la tabla 6 se resume la manera en que se recogió la información.

Tabla 6

Etapas de recolección de información

Grupo experimental	Se entrena la atención con el tutor	Aplica test d2 virtual	Se orienta un curso de matemáticas	Se mide el aprendizaje matemático con una prueba de opción múltiple.
Grupo control	No se entrena	Aplica test d2 virtual		Se mide el aprendizaje matemático con una prueba de opción múltiple

Fuente: construcción de la investigación

6.6 Tratamiento de la información

El análisis de la información cuantitativa, recolectada a través de las diferentes pruebas se hizo mediante métodos de estadística inferencial, los cuales permiten generalizar los resultados y de esta forma comprobarlos respecto a las hipótesis planteadas. Estos análisis se realizaron utilizando el programa de estadística SPSS Statistics 22.

7. Análisis de resultados

Para el análisis de los datos cuantitativos obtenidos se usaron métodos de estadística inferencial que permiten generalizar los resultados y de esta forma probar las hipótesis. Estos análisis se obtuvieron utilizando el programa SPSS Statistics 22.

Para determinar la consistencia interna que tiene el test impreso y el test virtual d2 que miden el nivel de atención selectiva, se aplicó la prueba de fiabilidad denominada alfa de Cronbach. Así mismo, para establecer si existe una diferencia entre los resultados obtenidos en el test d2 impreso y el test d2 virtual se aplicó prueba de normalidad, luego se determinó si las varianzas eran iguales y por último, se aplicó la prueba T.

Para establecer la validez del entrenamiento del tutor inteligente y su incidencia en el aprendizaje matemático se aplicó a los resultados obtenidos del test d2 virtual y a los resultados de la prueba de matemáticas, la prueba T.

7.1 Análisis de datos para la validación del test virtual d2 que mide la atención selectiva

7.1.1 Fiabilidad del test d2 impreso. Para determinar la consistencia interna se tomaron los datos de los 24 estudiantes, se aplicó la prueba de fiabilidad y se obtuvo un Alfa de Cronbach igual a 0,872 el cual es mayor a 0,8 lo que indica que la prueba impresa tiene un alto grado de fiabilidad.

Tabla 7

Resumen de procesamiento de casos fiabilidad test d2 impreso

		N	%
Casos	Válidos	24	100,0
	Excluidos	0	,0
Total		24	100,0

Fuente: datos obtenidos en la investigación

7.1.2 Fiabilidad del test d2 virtual. Para determinar la consistencia se tomaron los datos de los 23 estudiantes, se aplicó la prueba de fiabilidad y se obtuvo un Alfa de Cronbach igual a 0,926 el cual es mayor que 0,8 lo que indica que la prueba d2 aplicada por el test virtual tiene un alto grado de fiabilidad.

Tabla 8

Resumen de procesamiento de casos fiabilidad test d2 aplicado virtual

		N	%
Casos	Válidos	23	100,0
	Excluidos	0	,0
	Total	23	100,0

Fuente: datos obtenidos en la investigación

7.1.3 Prueba de normalidad del test d2 impreso y del test d2 virtual. Para determinar la normalidad se tomaron los resultados totales del nivel de atención selectiva de los 47 estudiantes a los cuales se les aplicó el test d2 impreso y el test d2 virtual. Como la muestra es mayor que 30 se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para normalidad, obteniendo:

Tabla 9

Cálculo de la normalidad entre los grupos del test d2 impreso y virtual

		Kolmogorov-Smirnov		
	Tipo de test	Estadístico	gl	Sig.
Nivel de atención selectiva	Impreso	,147	24	,197
	Virtual	,159	23	,135

Fuente: datos obtenidos en la investigación

El nivel de significancia para el grupo de test d2 impreso es de 0,197 el cual es mayor que 0,05 y para el grupo del test d2 virtual es 0,135 el cual es mayor que 0,05; por tanto, se deduce que ambos grupos tienen una distribución normal, lo que abre el camino para aplicar la prueba T.

7.1.4 Prueba de varianzas y prueba T del test d2 impreso y del test d2 virtual. Para determinar si las varianzas eran iguales, se aplicó la prueba de Leneve y para establecer las diferencias entre las medias de los resultados totales del nivel de atención selectiva de los 47 estudiantes a los que se les midió con el test d2 impreso y el test d2 virtual, se aplicó la prueba T, obteniendo:

Tabla 10

Estadísticas de grupo validación test virtual d2

Nivel de atención selectiva	Tipo de test	N	Media
	Impreso	24	328,33
	Virtual	23	303,30

Fuente: datos obtenidos en la investigación

Tabla 11

Prueba de muestras independientes. Cálculo de la igualdad de varianzas y prueba T entre los grupos del test d2 impreso y virtual

		Prueba de Levene de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig.
Nivel de atención selectiva	Se asumen varianzas iguales	,000	,987	1,76	45,0	,084
	No se asumen varianzas iguales			1,77	43,8	,083

Fuente: datos obtenidos en la investigación

La media de los resultados del test d2 impreso es 328,3 y es mayor que la media de los resultados del test d2 virtual que es de 303,3. La prueba de Levene es de 0,987 mayor que 0,05 lo que implica que se asumen varianzas iguales. La prueba T para varianzas iguales es de 0,084 mayor que 0,05 lo que implica que no existe una diferencia. Por tanto, se concluye que la aplicación que cualquiera de las dos versiones del test impresa o virtual, tiene la misma validez y fiabilidad.

7.2 Análisis de datos para la validación del tutor inteligente

Para determinar la normalidad se tomaron los resultados totales del que arrojó el test d2 virtual al medir el nivel de atención selectiva de los 40 estudiantes que conforman los grupos experimental y control; como la muestra es mayor que 30 se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para normalidad, obteniendo:

Tabla 12

Cálculo de la normalidad entre los grupos experimental y control en el nivel de atención selectiva

	Grupo	Kolmogorov-Smirnov		
		Estadístico	gl	Sig.
Nivel de atención selectiva	Control	,140	20	,200*
	Experimental	,119	20	,200*

Fuente: datos obtenidos en la investigación

El nivel de significancia para el grupo experimental es de 0,2 el cual es mayor que 0,05 y para el grupo control es de 0,2 el cual es mayor que 0,05. Por lo anterior, se deduce que ambos grupos tienen una distribución normal. Para determinar si las varianzas eran iguales se aplicó la prueba de Levene y para establecer las diferencias entre las medias de los resultados totales del nivel de atención selectiva de los 40 estudiantes de los grupos experimental y control se aplicó la prueba T, obteniendo:

Tabla 13

Estadísticas de grupo validación del tutor inteligente

Nivel de atención selectiva	Grupo	N	Media
	Experimental	20	313,85
	Control	20	277,25

Fuente: datos obtenidos en la investigación

Tabla 14

Prueba de muestras independientes. Cálculo de la igualdad de varianza y prueba T entre los grupos experimental y control en el nivel de atención selectiva

		Prueba de Levene de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig.
Nivel de atención selectiva	Se asumen varianzas iguales	,000	,98	2,17	38	,036
	No se asumen varianzas iguales			2,17	37,9	,036

Fuente: datos obtenidos en la investigación

La media de los resultados del grupo experimental es de 313,85 mayor que la media de los resultados del grupo control que es 277,25. La prueba de Levene es de 0,98 mayor que 0,05 lo que implica que se asumen varianzas iguales entre los resultados del grupo experimental y grupo control. Seguidamente se observa que el valor de significancia de la prueba T para varianzas iguales es de 0,036 menor que 0,05, Por tanto, se concluye que el grupo experimental entrenado con el tutor inteligente, tiene una mayor diferencia significativa del nivel de atención selectiva frente al grupo control.

7.3 Análisis de datos para el impacto del entrenamiento atencional sobre el aprendizaje matemático

7.3.1 Correlación entre la medición de la atención selectiva y los resultados de la prueba de matemáticas. Para determinar la correlación se tomaron los datos obtenidos en la medición de la atención selectiva y los resultados de la prueba de matemáticas, elaborando un gráfico de dispersión, obteniendo:

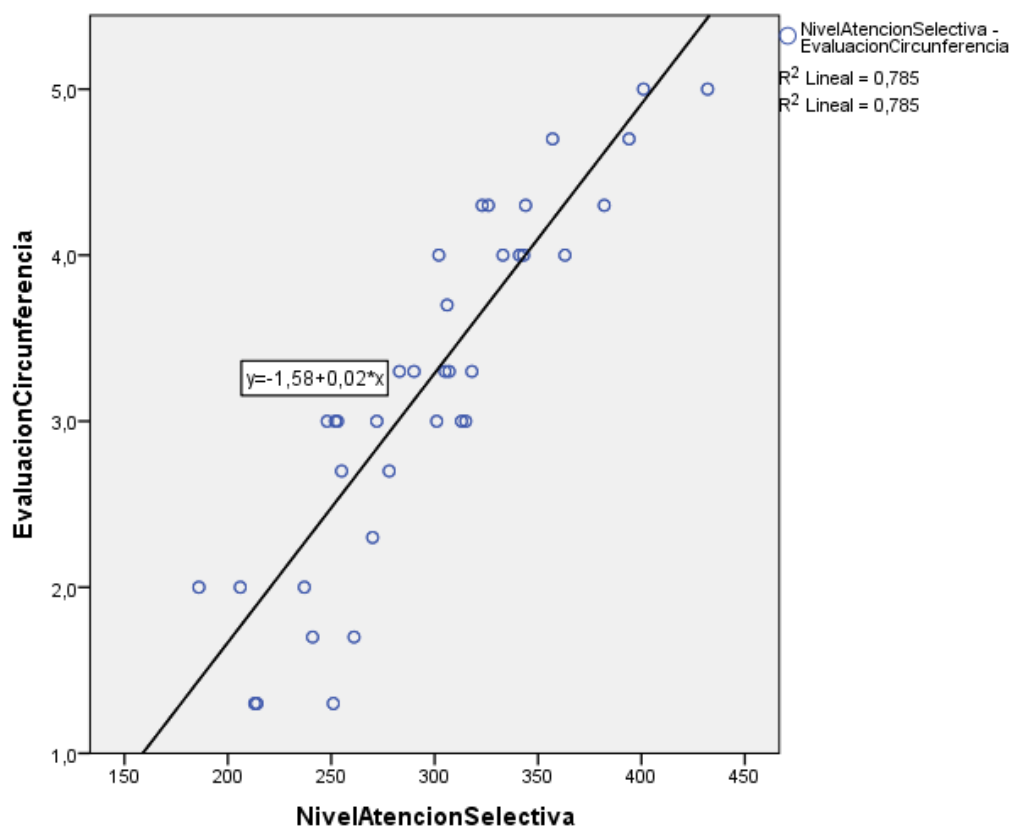


Figura 32. Nivel de atención selectiva vs Evaluación circunferencia

Se puede observar que existe una correlación directa positiva que tiende a ajustarse a la línea de ecuación $y = - 1,58 + 0,02X$. Para saber si esta correlación es significativa bilateralmente, se aplicó la prueba de Pearson para muestras bivariadas, obteniendo:

Tabla 15

Estadísticos descriptivos del entrenamiento atencional sobre el aprendizaje matemático

	Media	N
Nivel de atención selectiva	295,55	40
Evaluación de la circunferencia	3,218	40

Fuente: datos obtenidos en la investigación

Tabla 16

Correlaciones para muestras bivariadas

		Nivel de atención selectiva	Evaluación de la circunferencia
Nivel de atención selectiva	Correlación de Pearson Sig.	1 40	,886** ,000 40
Evaluación de la circunferencia	Correlación de Pearson Sig.	,886** ,000 40	1 40

Fuente: datos obtenidos en la investigación

La correlación de Pearson es de 0,886; por tanto, se concluye que existe una correlación significativa positiva entre el nivel de atención selectiva con respecto a los resultados de la prueba de matemáticas.

7.3.2 Prueba de normalidad, prueba de varianzas iguales y prueba T en la prueba específica de matemáticas entre el grupo experimental y el grupo control. Para determinar la normalidad se tomaron los resultados totales que arrojó la prueba específica de matemáticas al medir el nivel de aprendizaje de los 40 estudiantes que conformaron los grupos: experimental al cual se entrenó la atención selectiva y control. Como la muestra es mayor que 30 se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para normalidad, obteniendo:

Tabla 17

Cálculo de la normalidad entre los grupos experimental y control en la prueba específica de matemáticas

	Grupo	Kolmogorov-Smirnov		
		Estadístico	gl	Sig.
Nivel de atención selectiva	Control	,158	20	,200*
	Experimental	,128	20	,200*

Fuente: datos obtenidos en la investigación

El nivel de significancia para el grupo experimental es de 0,2 mayor que 0,05 y para el grupo control es de 0,2 mayor que 0,05. Por lo anterior, ambos grupos tienen una distribución normal. Para determinar si las varianzas eran iguales, se aplicó la prueba de Levene y para establecer las diferencias entre las medias de los resultados de la prueba del tema específico en matemáticas de los 40 estudiantes de los grupos experimental y control, se aplicó la prueba T obteniendo:

Tabla 18

Estadísticas de grupo impacto del entrenamiento atencional sobre el aprendizaje matemático

Nivel de atención selectiva	Grupo	N	Media
	Experimental	20	3,33
	Control	20	3,10

Fuente: datos obtenidos en la investigación

Tabla 19

Prueba de muestras independientes. Cálculo de la igualdad de varianzas y prueba T entre los grupos experimental y control en la prueba específica de matemáticas

		Prueba de Levene de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig.
Nivel de atención selectiva	Se asumen varianzas iguales	,024	,887	,693	38	,493
	No se asumen varianzas iguales			,693	37,8	,493

Fuente: datos obtenidos en la investigación

La media de los resultados del grupo experimental es de 3,3 mayor que la media de los resultados del grupo control que es 3,1. La prueba de Levene es de 0,87 mayor que 0,05 lo que implica que se asumen varianzas. Seguidamente se observa que el valor de significancia de la prueba T para varianzas iguales es de 0,493 menor que 0,05. Por lo anterior, se concluye que la diferencia no es significativa entre el grupo experimental y el grupo control en los promedios de la prueba específica de matemáticas.

8. Discusión de resultados

La implementación del test d2 para medir la atención selectiva en el grupo de estudiantes que participaron de la investigación, mostró alta fiabilidad tanto en su versión impresa como en la virtual. Es decir, no hubo mayores diferencias en las medidas de atención selectiva

Este resultado puede explicarse desde los planteamientos de Climent, Luna, Bombín, Cifuentes, Tirapu y Díaz (2014) para quienes que no se puede hablar de haber mejorado el método de evaluación de los test que miden las funciones ejecutivas, tan sólo por haberlos simplemente replicado en realidad virtual, ni mucho menos de que se haya aumentado su validez.

Este último planteamiento adquiere relevancia al considerar los resultados del estudio realizado por Gamarra (2012), quien comparó la fiabilidad de los resultados de un test de inteligencia entre un grupo de adultos y uno de adolescentes al aplicar la prueba en su versión tradicional y de manera virtual.

Encontró que no hubo diferencias significativas en el grupo de adultos, pero sí algunas variaciones no relevantes en el de adolescentes, diferencia que se explica por la familiaridad que este último grupo tiene con las nuevas tecnologías, siendo dicho resultado comparable con el obtenido en el presente estudio, en el que la aplicación que cualquiera de las dos versiones del test impresa o virtual, tiene la misma validez y fiabilidad.

El segundo resultado de esta investigación, se dirige a la implementación y validación de un tutor inteligente que elabora planes para entrenar la atención selectiva, si se tiene en cuenta lo expuesto por Bairami, et al. (2014) quienes aseguran que los estudiantes con dificultades para el aprendizaje matemático evidencian problemas para sostener la atención como una actividad consciente, racional y con un propósito, dicha dificultad se asocia con el rendimiento académico, la autorregulación, la autoeficacia y el éxito en la tarea.

Se encontró que el grupo experimental entrenado con el tutor inteligente, tuvo una mayor diferencia significativa en el nivel de atención selectiva frente al grupo control.

Hallazgo que valida los planteamientos de Chavarría (2014) dado que entre las dificultades que se presentan para el aprendizaje matemático se encuentra la deficiencia en la atención selectiva, lo que trae como consecuencia que los alumnos realicen las tareas encomendadas sólo en lapsos breves, se distraigan con estímulos irrelevantes y se fatiguen cuando deben concentrarse, dificultades que se observaron en menor medida en el grupo experimental.

Esto puede explicarse si se tiene en cuenta que las nuevas tecnologías despliegan información en forma de imágenes, textos, sonidos, etc., como es el caso de los 20 juegos diseñados en esta investigación para el entrenamiento de la atención selectiva, proveyendo estímulos sensoriales que afectaron a los integrantes del grupo experimental haciendo que su atención se dirigiera a aquellos aspectos relevantes de la información.

El entrenamiento de la atención selectiva haciendo uso de los recursos que brindan las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, tal como se realizó en esta investigación, ha sido realizado por los estudiosos mediante el diseño de juegos interactivos, puesto que este recurso es el considerado más idóneo para fortalecer la habilidad de centrarse en la información importante e ignorar los estímulos irrelevantes.

Es así como por ejemplo, la investigación de De la Vega, Román, Ruiz, Aguado, Hernández y Sanz (2015), da cuenta de que el entrenamiento atencional mediante videoconsola reduce el tiempo que los sujetos tardan en responder correctamente, por lo que cabe atribuir una mejora en la atención selectiva a este tipo de entrenamiento que permite discriminar mejor los estímulos y alcanzar resultados satisfactorios.

Los resultados obtenidos por estudios similares, tales como los adelantados Sungur y Boduroglu (2012), Cain, Prinzmetal, Shimamura y Landau (2014) y Bavalier, Achtman, Mani y Föcker (2012), reportan mayor precisión en la memoria visual a corto plazo, toma de decisiones más rápidas y precisas, así como mayor facilidad para la doble tarea y para cambiar de tarea. Igualmente, mayores recursos atencionales para dar respuesta correcta a los objetivos dejando de lado los distractores (atención sostenida, atención dividida y atención selectiva).

Según lo hasta aquí expuesto, y teniendo en cuenta el papel relevante de la atención selectiva en el aprendizaje matemático, es de esperarse que los estudiantes del grupo experimental que recibieron entrenamiento atencional, obtuviesen mejores resultados en la prueba específica que se aplicó para evaluar el aprendizaje matemático.

El tercer resultado de esta indagación, que buscó establecer en qué medida un tutor inteligente que entrena la atención selectiva contribuye al aprendizaje matemático, no mostró diferencias importantes entre los dos grupos. Aunque existe una correlación significativa positiva entre el nivel de atención selectiva y los resultados de la prueba de matemáticas.

Este hallazgo es consistente con algunas de las investigaciones revisadas, como la de Morales y Jiménez (2010). Dichos autores consideran que los tutores inteligentes contribuyen a mejorar el aprendizaje. Así también lo afirman Durango y Pascuas (2015) para quienes los tutores, al tener la capacidad de identificar las falencias en el aprendiz, puedan reforzar el conocimiento en el transcurso del aprendizaje de cierta área.

Resultado similar aporta el estudio de Kebritchi, Hirumi y Bai (2010) quienes indicaron que gracias a la implementación de un tutor inteligente hubo una mejora significativa del rendimiento en el área de matemáticas en el grupo experimental frente al grupo control que participaron de su investigación.

A pesar de que en esta indagación no se evidenció que gracias a ellos se obtuvieran mejores resultados en el aprendizaje matemático al compararse el grupo experimental con el grupo control, los tutores inteligentes son una herramienta con múltiples potencialidades para solventar las deficiencias encontradas en los estudiantes y constituyen un medio importante de enseñanza asistida (Morales y Jiménez, 2010).

Por ello, Ma, et al. (2014) consideran que su utilización a nivel individual, es decir, con estudiantes que presentan dificultades específicas en algún área del conocimiento sí puede ser de gran utilidad al diseñar las actividades directamente encaminadas a superar dichos obstáculos, al mismo tiempo que sugieren su uso como una alternativa que puede complementar positivamente los métodos tradicionales de instrucción.

Por ello, es importante seguir investigando en la implementación de los sistemas de tutores inteligentes; ésta se convierte en una herramienta de primera importancia en el mundo actual, si se tiene en cuenta lo que afirma Prensky (2011), respecto a los "nativos digitales" e "inmigrantes digitales".

Según este autor, "los alumnos, nativos digitales, se especializan en la búsqueda de contenidos a través de la tecnología y los profesores, inmigrantes digitales, en guiar a los estudiantes, proporcionándoles preguntas y contextos, diseñando el proceso de aprendizaje y garantizando su calidad" (p. 8). Entonces, la docencia contemporánea no puede desligarse de la tecnología.

Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación son una herramienta que debe considerarse si se quiere alcanzar un aprendizaje significativo. Los maestros deben interesarse por romper esquemas, explorar y aprender para sacar el mejor provecho de los

recursos tecnológicos que no restan valor a los métodos tradicionales de enseñanza; lo pertinente es evaluar todas las posibilidades con las que se cuenta, tradicionales y de las nuevas tecnologías, escogiendo aquellas que realmente contribuyan a lograr los objetivos de aprendizaje.

9. Conclusiones

Se logró diseñar y validar de forma virtual el test d2 de Rolf Brickernkamp (1962) para medir la atención selectiva; la aplicación de cualquiera de los dos instrumentos tanto el test d2 impreso como el test d2 virtual, tiene la misma fiabilidad.

Sin embargo, cabe destacar que el uso de un objeto virtual despierta mayor interés en los estudiantes, puesto que hoy en día, la tecnología en todas sus manifestaciones hace parte de la vida cotidiana de los niños y jóvenes; un objeto virtual de aprendizaje puede influir en su motivación si se tiene en cuenta que este tipo de recursos pedagógicos, tal como lo afirma Calderón (2011) permite acceder a los contenidos curriculares a través de “simulaciones, animaciones, gráficos, ilustraciones, esquemas, etc., que no se pueden incluir en las herramientas tradicionales” (p. 54).

Se validó el tutor inteligente que entrena la atención, al evidenciar una diferencia significativa, en cuanto la atención selectiva del grupo experimental en la clase de matemáticas fue mayor respecto a la del grupo control, que no se sometió al entrenamiento. Seguir los pasos propuestos por Álvarez et al. (2007) en la construcción y aplicación del tutor inteligente permitió utilizarlo como “una vía eficaz para aumentar la capacidad de atención y mejorar la calidad de la concentración” (p. 595).

Se evidenció que existe una correlación significativa positiva entre el nivel de atención selectiva y el aprendizaje matemático; en promedio, a mayor nivel de atención selectiva, mayor nivel en el aprendizaje. El nivel de atención está relacionado con el logro académico, tal como fuera expuesto por Bairami, et al. (2014) quienes encontraron que los estudiantes con dificultades para el aprendizaje matemático evidencian problemas para sostener la atención como una actividad consciente, racional y con un propósito; dicha dificultad se asocia con el rendimiento académico, la autorregulación, la autoeficacia y el éxito en la tarea, hechos que resaltan la importancia de investigar más sobre la forma de mejorar la atención.

Así mismo, el estudio realizado por Chavarría (2014) encontró que entre las dificultades que se presentan para el aprendizaje matemático está la deficiencia en la atención selectiva, lo que trae como consecuencia que los alumnos realicen las tareas encomendadas sólo en lapsos breves, se distraigan con estímulos irrelevantes y se fatiguen cuando deben concentrarse.

Esta capacidad de resistirse a las distracciones que pudiesen ocasionarles diversos estímulos, permite a los estudiantes alcanzar un mayor aprendizaje. Así lo expone Rivas (2008)

cuando indica que la atención selectiva implica que “de los múltiples estímulos susceptibles de ser percibidos y atendidos se realiza una selección de determinados estímulos específicos auditivos o visuales, excluyendo todos los demás que interfieren el procesamiento de la información relevante para la adquisición del aprendizaje” (p. 103).

Sin embargo, este estudio evidencia la hipótesis nula, ya que no hubo diferencia significativa en el aprendizaje matemático entre el grupo que utilizó un ambiente con un tutor inteligente que estimuló la atención selectiva, y otro grupo que usó el mismo ambiente pero sin el tutor.

Finalmente, teniendo en cuenta que existe una correlación positiva entre el nivel de atención selectiva y el aprendizaje matemático, futuras investigaciones pueden hacer uso de tutores inteligentes que logren entrenar la atención selectiva, al tiempo que incluyan actividades específicas direccionadas a superar las dificultades relacionadas con esta área del conocimiento, tales como acalculia, discalculia, numeración, cálculo y resolución de problemas, entre otros.

Así mismo, el campo de aplicación de los tutores inteligentes puede extenderse hacia la memoria comprensiva, proceso cognitivo que junto con la atención selectiva, se encuentra directamente relacionado con el aprendizaje significativo de cualquier área académica. La memoria comprensiva asocia, relaciona y conserva los conocimientos.

Según indica Cabrera (2010), la memoria comprensiva contempla tres pasos o fases que bien podrían constituir un tutor virtual de aprendizaje: 1) fijar los contenidos en la mente, 2) retenerlos, la retención está directamente relacionada con la atención y, 3) evocar o recordar.

Tanto la atención selectiva como la memoria comprensiva son fundamentales para el desarrollo de la inteligencia, considerada como la capacidad para resolver problemas. Así, se requiere de atención selectiva para identificar la información relevante y memoria comprensiva para traer al presente los conocimientos ya adquiridos con el fin de relacionarlos y aplicarlos para solucionar la situación problema; ambas habilidades susceptibles de ser entrenadas mediante tutores inteligentes.

Referencias

- Álvarez, L.; González, P.; Núñez, J.; González, J.; Álvarez, D. y Bernardo, A. (2007). Programa de intervención multimodal para la mejora de los déficits de atención. *Psicothema*, 19(4), 591-595. Recuperado de: <http://www.psicothema.com/>
- Amela, V. (2010). *Sistema tutor inteligente adaptativo para laboratorios virtuales y remotos*. Tesis doctoral (Automática e Informática Industrial). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/>
- Ardila, R. (2001). *Psicología del aprendizaje*. Buenos Aires: Siglo XXI. Recuperado de: <https://books.google.com.co/>
- Bairami, F., Adibi, K. y Mohammadi, I. (2014). The effectiveness of verbal self-instruction on sustained attention (based on Continuous Performance Test) among students with mathematics learning disabilities. *International Journal of Humanities and Cultural Studies*, 2(4), 1286-1296. Recuperado de: <http://www.ijhcs.com/>
- Barca, A. (1997). *Procesos de aprendizaje en ambientes educativos*. Madrid: Ramón Areces.
- Barros, J., Duque, G., Rojas, J., Sánchez, I., y Velosa, J. (2005). *Introducción a la ingeniería GRACE*. Bogotá, EAN.
- Bavelier, D., Achtman, R., Mani, M. y Föcker, J. (2012). Neural bases of selective attention in action video game players. *Vision Research* (61), 132-143. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Boujon, Ch. y Quaireau, Ch. (2004). *Atención, aprendizaje y rendimiento escolar. Aportaciones de la psicología cognitiva y experimental*. Madrid: Narcea. Recuperado de: <https://books.google.com.co/>
- Cabrera, M. (2010). El valor de la memoria en la educación y su relación con la inteligencia. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*. Recuperado de: <http://www.csi-csif.es/>
- Cain, M., Prinzmetal, W., Shimamura, A. y Landau, A. (2014). Improved control of exogenous attention in action video game players. *Frontiers in Psychology* (2), 117-139. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Calderón, Y. (2011). *Propuesta de un objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de la tabla periódica*. TFM (Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales). Bogotá: Universidad Nacional. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/>

- Climent, G., Luna, P., Bombín, I., Cifuentes, A., Tirapu, J. y Díaz, U. (2014). Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas mediante realidad virtual. *Revista de Neurología*, 58(10), 465-475. Recuperado de: <http://www.neurologia.com/>
- Chavarría, G. (2014). Dificultades en el aprendizaje de problemas que se modelan con ecuaciones lineales: el caso de estudiantes de octavo nivel de un colegio de Heredia. *Uniciencia*, 28(2), 15-44. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es>
- Chen, T., Suraya, A., Wan, Z. y Bakar, R. (2008). The effect of an intelligent tutoring system on student achievement in algebraic expression. *International Journal of Instruction*, 1(2). Recuperado de: <http://www.e-iji.net/>
- De la Vega, R., Román, M., Ruiz, R., Aguado, R., Hernández, J. y Sanz, A. (2015). Análisis del entrenamiento atencional mediante videoconsola. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 15(58), 339-353. Recuperado de: <https://revistas.uam.es/>
- Durango, J. y Pascuas, Y. (2015). Los sistemas tutores inteligentes y su aplicabilidad en la educación. *Horizontes Pedagógicos*, 17(2), 104-116. Recuperado de:
- Gamarra, C. (2012). Medición de inteligencia en adolescentes y adultos según la modalidad de aplicación: tradicional e informatizada. *Revista IIPS*, 15(2), 99-113. Recuperado de: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/>
- García, J. (2007). *Psicología de la atención*. Madrid: Síntesis.
- Gavotto, O. y Castellanos, Lidia (2015). La estabilidad de la atención selectiva del estudiante y las técnicas didácticas desarrolladas durante la clase. *Revista Digital de Investigación Educativa Conect*, 51-69. Recuperado de: <http://www.revistaconecta2.com.mx/>
- Godino, J. (2010). *Marcos teóricos sobre el conocimiento y el aprendizaje matemático*. Universidad de Granada. Recuperado de: <http://www.ugr.es/>
- Godino, J.; Batanero, C. y Font, V. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros*. Universidad de Granada. Recuperado de: <http://www.ugr.es/>
- Jiménez, M.; Salas, E., Ogan, A. y Baker, R. (2011). *Tutor cognitivo y el incremento de aprendizaje en matemática*. III Conferencia Interamericana de Educación Matemática (CIAEM). Recuperado de: <http://www.columbia.edu/>

- Kaminski, J. y Sloutsky, V. (2013). Extraneous perceptual information interferes with children's acquisition of mathematical knowledge. *Journal of Education Psychology*, 105(2), 351-363. Recuperado de: <http://psycnet.apa.org/>
- Kebritchi, M., Hirumi, A. y Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & Education*, 55(2), 427-443. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/>
- Leenaars, F. (2006). *Modeling Attention in Intelligent Tutoring Systems*. Recuperado de: <http://referaat.cs.utwente.nl/>
- León, B. (2008). Atención plena y rendimiento académico en estudiantes de enseñanza secundaria. *European Journal of Education and Psychology*, 1(3), 17-26. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/>
- López, L.; Ávila, M. y Camargo, G. (2013). *Atención selectiva y funciones ejecutivas como predictores del conocimiento matemático informal*. Actas del VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM). Recuperado de: <http://www.cibem7.semur.edu.uy/>
- Laudon, K. y Laudon, J. (2004). *Sistemas de información gerencial*. México: Prentice Hall. Recuperado de: <https://books.google.com.co>
- Ma, W., Adeospe, O. y Liu, J. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: a meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 901-918. Recuperado de: <https://www.apa.org/pubs/journals/>
- Ministerio de Educación Nacional (2008). Colombia: qué y cómo mejorar a partir de la prueba PISA. *Altablero*, (44): 1. Recuperado de: <http://www.mineduacion.gov.co/>
- Miranda, A. y Soriano M. (2010). Tratamientos psicosociales eficaces para el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad. *Información Psicológica*, (100), 110-114. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/>
- Molina, Y.; Pacuas, Y. y Millán, E. (2015). Sistemas Tutores Inteligentes como apoyo en el proceso de aprendizaje. *Redes de Ingeniería*, 6(1), 25-44. Recuperado de: <http://revistas.udistrital.edu.co/>
- Morales, I. y Jiménez, M. (2010). *Tutores inteligentes en la enseñanza de la matemática en secundaria*. En Lestón, Patricia (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 1267-1275. Recuperado de: <http://funes.uniandes.edu.co/>

- Mullis, et al. (2003). *Marcos teóricos y especificaciones de evaluación de TIMSS 2003*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Recuperado de: <https://books.google.com.co/>
- Muchiut, A.; Tentor, M. y Vaccaro, P. (2013). *El perfil atencional en niños. Datos normativos y desarrollo evolutivo de la atención en educación primaria. Baremación de instrumentos para su medición*. Recuperado de: <http://institutoneuropsicologia.com/>
- Prensky, M. (2011). *Enseñar a nativos digitales*. Bogotá: Ediciones SM.
- Qing: L. y Xin, M. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review*, 22(3), 215-243. Recuperado de: <http://link.springer.com/>
- Quinteros, M. (2015). *Los procesos de atención y su incidencia en el aprendizaje significativo de los niños y niñas del séptimo grado de educación básica de la Unidad Educativa Dr. Misael Acosta Solís del cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua* (Trabajo de pregrado) Psicología Educativa-Orientación Vocacional. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de: <repositorio.uta.edu.ec/>
- Rivas, M. (2008). *Procesos cognitivos y aprendizaje significativo*. Madrid: Consejería de Educación. Recuperado de: <http://www.madrid.org/>
- Rosado, C. y Sánchez, D. (2012). Agentes tutores inteligentes: apoyo educativo dentro de plataformas virtuales. *Revista Electrónica de Divulgación de la Investigación*, 02, 1-26. Recuperado de: <http://portales.sabes.edu.mx/>
- Sánchez, E. y Lama, M. (2007). Técnicas de la Inteligencia Artificial aplicadas a la educación. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 11(33), 7-12. Recuperado de: <http://www.redalyc.org>
- Socas, M. y Camacho, M. (2003). Conocimiento matemático y enseñanza de las matemáticas en la educación secundaria. Algunas reflexiones. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, X(2), 151-171. Recuperado de: <https://www.emis.de/>
- Stevens, C. y Bavelier, D. (2012). The role of selective attention on academic foundations: a cognitive neuroscience perspective. *Developmental Cognitive Neurosciencie*, 15(2), 30-48. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Sungur, H., y Boduroglu, A. (2012). Action video game players form more detailed representation of objects. *Acta psychologica*, 139(2), 327-334. Recuperado de: <http://www.academia.edu/>

TEST D2 --LETRAS CORRECTAS

- 1 d d p d d d p p d p d d d d p d p d d d p p d d d d p p d d d d p p d d d d p p d d p
- 2 p d p p d d d d p d p d d d p d d p d p d p d d d p d p d p d p d d d d p d p d d
- 3 d d d d p p d p d p p p d d p d p d p d d p d p d d p p d d d d p d d p d p d d d d p d
- 4 d d p d d d p p d p d d d d p d p d d d p p d d d d d d p d p d d p p d d d d p p d p d d p
- 5 p d p p d d d d p d p d d d p d d p d p d p d d d p d p d p d p d d d d p d p d d
- 6 d d d d p p d p d p p p d d p d p d p d d p d p d d p p d d d d p d d p d p d d d d p d
- 7 d d p d d d p p d p d d d d p d p d d d p p d d d d d d p d p d d p p d d d d p p d p d d p
- 8 p d p p d d d d p d p d d d p d d p d p d p d d p d p d d d d p d p d p d p d d d d p d p d d
- 9 d d d d p p d p d p p p d d p d p d p d d p d p d d p p d d d d p d d p d p d d d d p d
- 10 d d p d d d p p d p d d d d p d p d d d p p d d d d d d p d p d d p p d d d d p p d p d d p
- 11 p d p p d d d d p d p d d d p d d p d p d p d d d p d p d d d d p d p d p d p d d d d p d p d d
- 12 d d d d p p d p d p p p d d p d p d p d d p d p d d p p d d d d p d d p d p d d d d p d
- 13 d d p d d d p p d p d d d d p d p d d d p p d d d d d d p d p d d p p d d d d p p d p d d p
- 14 p d p p d d d d p d p d d d p d d p d p d p d d d p d p d p d p d d d d p d p d d

Apéndice 2. Tabla de datos obtenidos de la aplicación del test d2 impreso y virtual por línea

TEST d2	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5	Línea 6	Línea 7	Línea 8	Línea 9	Línea 10	Línea 11	Línea 12	Línea 13	Línea 14
Impreso	27	25	30	11	21	30	17	28	15	23	31	37	14	18
Impreso	22	28	23	22	26	25	24	25	19	22	19	20	13	15
Impreso	32	30	30	22	30	28	23	28	26	25	23	22	25	19
Impreso	19	19	27	24	24	19	29	30	34	24	31	32	25	28
Impreso	16	24	28	17	29	34	27	24	21	32	20	25	24	25
Impreso	19	18	13	13	20	24	21	20	15	25	24	26	9	27
Impreso	27	23	28	25	24	26	24	23	26	23	21	19	18	23
Impreso	12	18	16	18	19	20	17	20	19	22	19	19	16	20
Impreso	21	20	23	14	22	21	25	27	25	24	23	21	23	29
Impreso	25	19	23	18	18	23	18	23	20	13	19	18	12	19
Impreso	29	31	35	27	27	27	27	33	25	18	21	32	23	23
Impreso	31	21	27	21	28	22	25	23	23	27	23	22	24	23
Impreso	33	29	32	24	29	35	25	29	32	29	27	28	26	23
Impreso	37	23	34	19	31	22	15	24	21	25	23	21	14	21
Impreso	10	0	21	20	25	26	25	0	29	24	30	33	27	21
Impreso	10	12	17	13	16	17	14	23	25	19	23	23	19	16
Impreso	26	28	27	27	29	24	24	28	25	12	25	20	16	20
Impreso	14	23	22	26	20	37	18	15	15	22	29	30	19	18
Impreso	15	23	28	20	21	23	19	24	25	19	22	18	19	24
Impreso	34	25	29	30	28	31	13	31	21	31	20	32	19	34
Impreso	29	20	23	28	6	32	26	6	15	24	22	13	22	19
Impreso	42	39	39	38	33	39	37	38	37	37	31	36	19	30
Impreso	26	22	21	20	22	18	17	22	24	23	29	27	27	18
Impreso	28	24	24	23	23	23	25	22	19	24	25	27	20	24
Virtual	24	20	26	26	24	28	26	24	28	25	29	25	29	25
Virtual	19	21	19	16	17	22	18	16	21	14	18	21	19	22
Virtual	19	20	23	20	21	23	15	20	19	19	23	18	16	19
Virtual	16	21	21	25	18	21	24	23	21	24	22	18	24	28
Virtual	6	20	18	18	24	28	26	15	17	16	18	22	9	24
Virtual	29	23	31	28	20	26	27	25	27	24	30	23	24	27
Virtual	16	30	20	14	18	23	15	14	18	18	17	22	19	16
Virtual	18	23	22	18	21	23	21	24	19	18	19	23	13	24
Virtual	17	23	20	17	16	18	21	16	15	15	23	14	15	19
Virtual	27	25	24	25	30	32	25	28	29	24	31	26	26	28

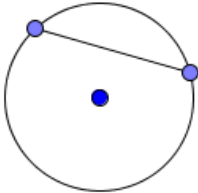
TEST d2	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5	Línea 6	Línea 7	Línea 8	Línea 9	Línea 10	Línea 11	Línea 12	Línea 13	Línea 14
Virtual	14	20	18	15	23	21	19	23	22	15	20	22	18	23
Virtual	19	20	20	14	18	18	22	20	22	10	21	21	19	24
Virtual	11	22	16	16	23	24	23	25	25	21	22	20	19	22
Virtual	25	29	26	26	16	24	24	26	27	24	19	28	24	23
Virtual	31	29	29	25	33	26	25	24	30	24	26	23	25	22
Virtual	25	24	28	24	24	26	26	27	21	28	23	30	25	26
Virtual	15	20	23	20	19	18	15	20	18	18	19	17	21	23
Virtual	19	26	27	28	23	25	24	24	17	24	19	26	23	26
Virtual	23	25	31	24	18	20	25	25	25	27	26	24	23	29
Virtual	12	15	20	12	23	22	17	21	17	12	20	21	14	19
Virtual	26	21	19	22	28	19	21	29	21	14	23	21	22	23
Virtual	18	24	19	19	20	28	21	22	23	18	24	19	14	24
Virtual	18	22	20	21	16	20	19	21	21	18	22	21	22	23

Apéndice 3. Tabla de datos obtenidos de las mediciones en los grupos experimental y control

Estudiante	Grupo	Género	Nivel de atención selectiva	Prueba específica de matemáticas
1	Control	F	214	1,3
2	Control	M	186	2
3	Control	F	272	3
4	Control	F	401	5
5	Control	M	290	3,3
6	Control	F	237	2
7	Control	M	307	3,3
8	Control	F	252	3
9	Control	M	270	2,3
10	Control	F	265	3,3
11	Control	M	248	3
12	Control	F	253	3
13	Control	F	326	4,3
14	Control	M	323	4,3
15	Control	F	268	3,3
16	Control	F	343	4
17	Control	M	341	4
18	Control	F	206	2
19	Control	M	241	1,7
20	Control	F	302	4
21	Experimental	F	306	3,7
22	Experimental	M	283	3,3
23	Experimental	F	305	3,3
24	Experimental	F	315	3
25	Experimental	F	301	3
26	Experimental	F	382	4,3
27	Experimental	M	432	5
28	Experimental	F	313	3
29	Experimental	F	273	3,3
30	Experimental	M	318	3,3
31	Experimental	F	363	4
32	Experimental	M	213	1,3
33	Experimental	F	255	2,7
34	Experimental	F	344	4,3
35	Experimental	F	278	2,7
36	Experimental	F	394	4,7
37	Experimental	F	261	1,7
38	Experimental	M	251	1,3
39	Experimental	F	333	4
40	Experimental	M	357	4,7

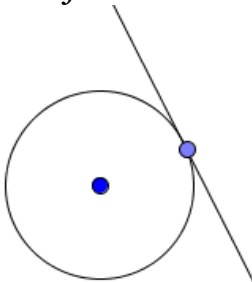
Apéndice 4. Evaluación de la circunferencia

1. ¿Cómo se denomina al segmento de recta que une dos puntos de la circunferencia?



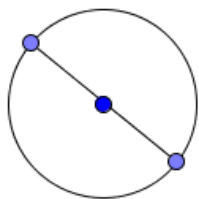
- a) secante
- b) radio
- c) cuerda
- d) tangente

2. ¿Cómo se denomina a la recta que pasa solamente por un punto de la circunferencia?



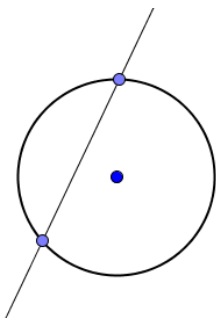
- a) tangente
- b) radio
- c) diámetro
- d) cuerda

3. ¿Cómo se denomina al segmento de recta que une dos puntos y pasa por el centro de la circunferencia?



- a) arco
- b) radio
- c) secante
- d) diámetro

4. ¿Cómo se denomina a la recta que pasa solamente por dos puntos de la circunferencia?

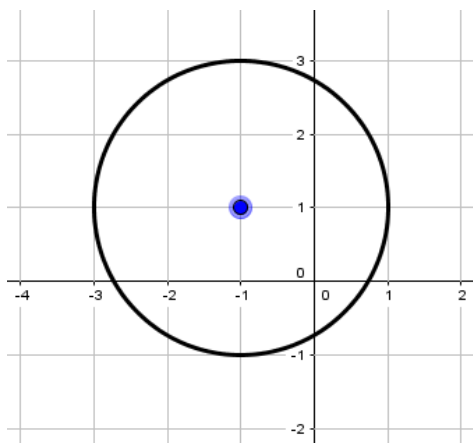


- a) radio
- b) secante
- c) diámetro
- d) tangente

5. ¿Cuál es el perímetro de la circunferencia cuya área es 36π ?

- a) 6π b) 72π c) 12π d) 18π

6. ¿Cuál es el centro y la medida del radio que se ilustra en el siguiente gráfico?

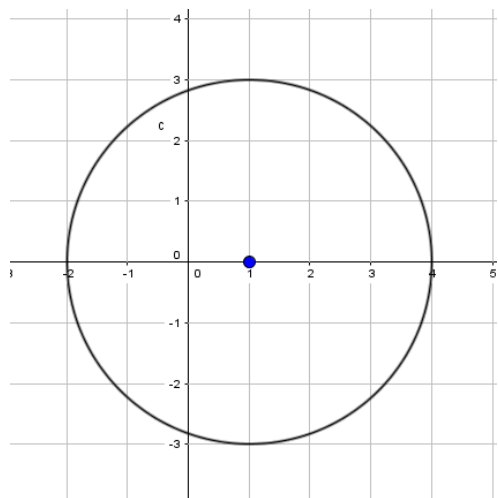


- a) centro $(-1, -1)$ y radio= 2
 b) centro $(1, -1)$ y radio= 2
 c) centro $(-1, 1)$ y radio= 2
 d) centro $(-1, 1)$ y radio= 4

7. ¿Cuál es el centro y la medida del radio de la circunferencia determinada por la ecuación $x - 6^2 + y + 3^2 = 25$?

- a) centro $(6, -3)$ y radio= 25 b) centro $(6, -3)$ y radio= 5
 c) centro $(-3, 6)$ y radio= 5 d) centro $(3, -6)$ y radio= 25

8. ¿Cuál es la ecuación de la circunferencia que se ilustra en el siguiente gráfico?



- a) $x - 0^2 + y - 1^2 = 9$
 b) $x - 1^2 + y + 0^2 = 9$
 c) $x - 1^2 + y + 0^2 = 3$
 d) $x + 0^2 + y + 1^2 = 3$

9. ¿Cuál es la medida del diámetro de la circunferencia determinada por la ecuación $x + 2^2 + y + 5^2 = 64$?

a) 64

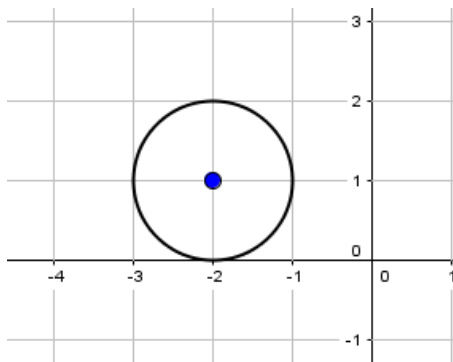
b) 8

c) 128

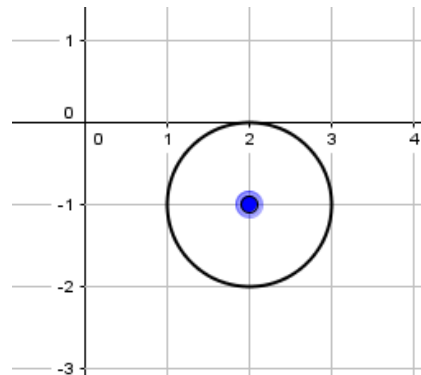
d) 16

10. ¿Cuál es gráfica de la circunferencia determinada por la ecuación $x + 2^2 + y - 1^2 = 1$?

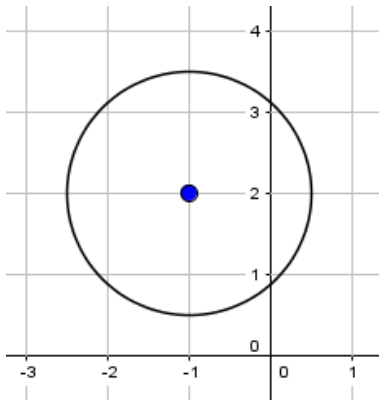
a)



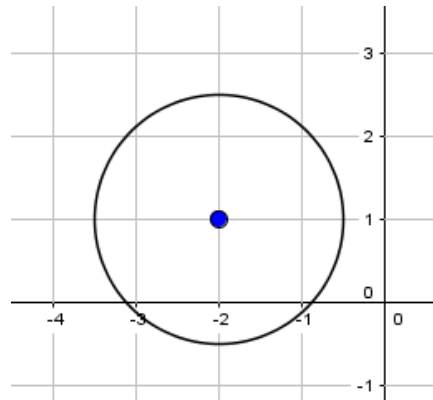
b)



c)



d)



11. ¿Cuál es la ecuación de la circunferencia que tiene de área 49π y centro (3, 4)?

a) $x - 4^2 + y - 3^2 = 49$

b) $x - 3^2 + y - 4^2 = 7$

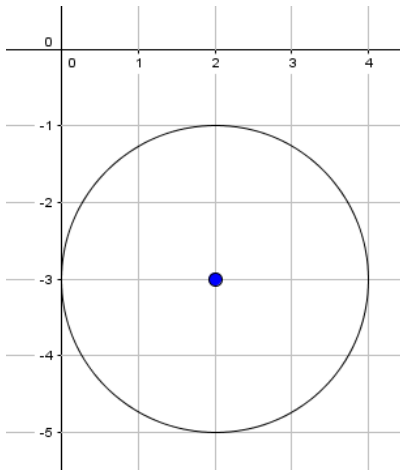
c) $x - 3^2 + y - 4^2 = 49$

d) $x + 4^2 + y + 3^2 = 7$

12. ¿Cuál es el perímetro de la circunferencia determinada por la ecuación $x + 2^2 + y - 2^2 = 16$?

- a) 4π b) 8π c) 12π d) 16π

13. ¿Cuál es la ecuación de la circunferencia que se ilustra en el siguiente gráfico?



a) $x + 2^2 + y + 3^2 = 2$

b) $x - 2^2 + y + 3^2 = 3$

c) $x - 3^2 + y + 2^2 = 4$

d) $x - 2^2 + y + 3^2 = 4$

14. ¿Cuál es la ecuación de la circunferencia que tiene de perímetro 8π y centro $(-1, 5)$?

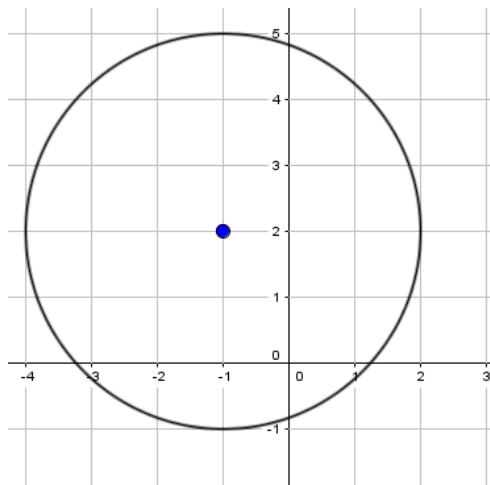
a) $x + 1^2 + y - 5^2 = 16$

b) $x - 5^2 + y + 1^2 = 4$

c) $x - 5^2 + y + 1^2 = 16$

d) $x + 1^2 + y + 5^2 = 4$

15. ¿Cuál es el área de la circunferencia que se ilustra en el siguiente gráfico?



a) 3π

b) 9π

c) 6π

d) 12π