

Información Importante

La Universidad de La Sabana informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad de La Sabana.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento para todos los usos que tengan finalidad académica, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le de crédito al documento y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, La Universidad de La Sabana informa que los derechos sobre los documentos son propiedad de los autores y tienen sobre su obra, entre otros, los derechos morales a que hacen referencia los mencionados artículos.

BIBLIOTECA OCTAVIO ARIZMENDI POSADA
UNIVERSIDAD DE LA SABANA
Chía - Cundinamarca

Efecto de un Recurso Educativo Digital Adaptativo (REDA) – video juego “PIRE”, en las habilidades espaciales en estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria del Colegio Castilla I.E.D.

Martha Viviana Ortiz Jaramillo

Licenciada en Diseño Tecnológico

Universidad Pedagógica Nacional

Universidad de la Sabana

Centro de Tecnologías para la Academia

Maestría en Informática Educativa

Chía, 2016

Efecto de un Recurso Educativo Digital Adaptativo (REDA) – video juego “PIRE”, en las habilidades espaciales en estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria del Colegio Castilla I.E.D.

Martha Viviana Ortiz Jaramillo

Asesora:

Isabel Jiménez Becerra

Trabajo presentado como requisito para optar el título de
Magíster en Informática Educativa

Universidad de la Sabana

Centro de Tecnologías para la Academia

Maestría en Informática Educativa

Chía, 2016

Agradecimientos

A mi madre, por sus consejos, por su apoyo moral y por hacerme ver las prioridades de la vida.

A mi Cris, por sus críticas constructivas y su visión objetiva, que me ayudaron a analizar mejor, por su paciencia y por todo el tiempo que no pude ofrecerle.

A mi Simona, por aceptar paseos más cortos.

A Ivonne y Gloria, por su apoyo, amistad, conocimiento y por todos los días y noches de trabajo desinteresado.

A José Andrés, por atraerme a este campo y ofrecerme su apoyo incondicional.

A Isabel, por su compromiso y responsabilidad que constituyó un gran apoyo para realizar este trabajo.

A Jenny Andrea, por aclararme el panorama y aconsejarme acertadamente a pesar de las pocas veces que logramos un encuentro.

A Mary Luz, Angélica, Rocío y en general a mis compañeros de la Universidad, quienes además de compartir penas, frustraciones y cansancio, logramos apoyarnos mutuamente y darnos aliento para seguir adelante.

A mis compañeros de trabajo, por estar pendientes y apoyarme cuando lo necesité.

A mis estudiantes, por aceptar hacer parte del trabajo y estar dispuestos a colaborar con él.

En general, gracias a todos aquellos que en algún momento de este proceso se acercaron a mí para manifestarme su apoyo y expresarme su confianza.

Resumen

En las últimas décadas, la inclusión de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el aula ha sido un tema crucial en la investigación acerca del mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en distintas áreas del conocimiento. En este sentido, la investigación presentada socializa un estudio de enfoque cuantitativo producto de la implementación de un Recurso Educativo Digital (RED), al cual se le incorporó la Adaptatividad como método para aumentar su eficacia. Este RED Adaptativo llamado PIRE (sigla que significa Perspectiva Isométrica – Razonamiento Espacial), es un video juego educativo desarrollado para PC, presenta actividades encaminadas a fortalecer y entrenar las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación. El estudio pretendió determinar el efecto que tiene PIRE en las habilidades espaciales en los estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria del Colegio Castilla, luego de evidenciar deficiencias al respecto en áreas como Diseño y Tecnología e Informática, que requieren un grado de desarrollo de estas habilidades para avanzar en sus temáticas, y en general, en el proceso de adquisición de conocimiento. Este proyecto se desarrolló en cinco etapas en las que se recolectaron y se analizaron los datos. Los datos obtenidos permitieron detectar diferencias leves en los resultados del pre-test y el primer post-test y diferencias significativas entre el pre-test y el segundo post-test, indicando un efecto positivo moderado en la resolución de las pruebas del grupo experimental luego de la primera implementación con PIRE, y un efecto positivo significativo luego de la segunda. Esto permite llegar a conclusiones que determinan que el REDA-PIRE sí contribuye al fortalecimiento de habilidades espaciales en los estudiantes a partir de dos implementaciones y además establecer

en cuáles de las habilidades de orientación, visualización y rotación espacial PIRE aportó en mayor medida.

Palabras clave: Desarrollo de Habilidades Espaciales, Razonamiento Espacial, Recursos Educativos Digitales (RED), Adaptatividad, Informática Educativa, Video juegos Educativos, TIC en el aula, Perspectiva Isométrica.

Abstract

In the last decades, the inclusion of Technologies of the Information and Communication (TIC) in the classrooms has been a crucial topic in the research of the improvement of the teaching-learning process in different fields of knowledge. In this sense, the present research socializes a quantitative approach study that is product of the implementation of a Digital Educational Resource (RED, according to the words in Spanish), which includes Adaptativity as a method to increase its efficiency. This Adaptative resource called PIRE (which means Isometric Perspective – Spatial Reasoning) is an educational videogame developed for PC that presents activities focused in the strengthening and training of spatial abilities of orientation, visualization and rotation. The study pretended to determine the effect that PIRE has in the spatial abilities of ninth grade students of basic education in Castilla school, after the realization of deficiencies regarding fields of knowledge as Design, Technology and Informatics, which requires a level of development of these abilities to progress in their topics, and in general, in the knowledge acquisition process. This project was developed in five stages in which data was collected and analyzed. The data obtained allowed to detect little differences between the results of the pre-test and the first post-test and meaningful differences between the pre-test and the second post-test, which indicates a moderate positive effect in the solution of the test in the experimental group after the first implementation of PIRE, and a meaningful positive effect after the second implementation. This allows drawing conclusions which determine that the REDA – PIRE does contribute to the strengthening of spatial abilities in the students starting from two implementations, besides establishing in which orientation, visualization and spatial rotation abilities PIRE contributed in greater degree.

Keywords: Spatial Abilities Development, Spatial Reasoning, Digital Educational Resource (RED), Adaptativity, Educational Informatics, Educational Videogames, TIC in the classroom, Isometric Perspective.

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| Introducción | 19 |
| Justificación | 21 |
| Planteamiento del problema..... | 31 |
| Pregunta de investigación..... | 34 |
| Objetivos | 35 |
| Objetivo general | 35 |
| Objetivos específicos..... | 35 |
| Marco teórico referencial..... | 36 |
| Estado del Arte | 36 |
| Uso de recursos digitales para el desarrollo de habilidades espaciales. | 37 |
| Recursos Educativos Digitales Adaptativos. | 45 |
| Marco teórico | 52 |
| Referentes pedagógicos | 52 |
| Referentes TIC y educación | 57 |
| Referente disciplinar..... | 68 |
| Aspectos metodológicos | 74 |
| Sustento epistemológico..... | 74 |
| Diseño de la investigación..... | 75 |

| | |
|---|-----|
| | 10 |
| Hipótesis y variables | 77 |
| Población y muestra | 78 |
| Población. | 78 |
| Muestra. | 79 |
| Aspectos éticos..... | 81 |
| Instrumentos, técnicas y validación | 81 |
| Cuestionario – Encuesta estructurada..... | 82 |
| Cuestionario - Test..... | 83 |
| Lista de chequeo - Observación..... | 89 |
| Variables de análisis..... | 91 |
| Matriz de operacionalización de variables | 91 |
| Fases del proyecto | 96 |
| Acceso al campo..... | 96 |
| Fase preparatoria..... | 98 |
| Descripción del Recurso Educativo Digital Adaptativo – PIRE | 101 |
| Justificación..... | 101 |
| Objetivo general | 101 |
| Objetivos específicos..... | 101 |
| Descripción general..... | 101 |
| Características | 102 |

| | |
|---|-----|
| | 11 |
| Elementos educativos | 103 |
| Niveles de PIRE | 103 |
| Tiempos de elaboración | 110 |
| Prueba Piloto | 111 |
| Adaptatividad en PIRE..... | 112 |
| Modelo de usuario | 112 |
| Modelo de juego | 113 |
| Diseño Instruccional..... | 117 |
| Descripción de la implementación..... | 119 |
| Primera fase o pre-test..... | 119 |
| Segunda fase o primera implementación..... | 121 |
| Tercera fase o primer post-test | 124 |
| Cuarta fase o segunda implementación | 125 |
| Quinta fase o segundo post-test..... | 126 |
| Hallazgos y resultados | 128 |
| Análisis e interpretación de resultados..... | 128 |
| Descripción de resultados por instrumentos | 129 |
| Efecto del REDA - PIRE sobre las habilidades espaciales - HE..... | 156 |
| Conclusiones..... | 163 |
| Prospectivas | 172 |

| | |
|--------------------|-----|
| Aprendizajes | 176 |
| Referencias..... | 178 |
| Anexos | 188 |

Lista de Figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Formulación gráfica del problema..... | 33 |
| Figura 2. Características del aprendizaje constructivista..... | 60 |
| Figura 3. Elementos de una estrategia adaptativa..... | 61 |
| Figura 4. Diagrama de flujo PIRE – inicio y nivel 1. | 115 |
| Figura 5. Diagrama de flujo PIRE – Nivel 2. | 116 |
| Figura 6. Porcentaje de estudiantes con formación previa en D.T. | 131 |
| Figura 7. Porcentaje de estudiantes que usan videojuegos. | 131 |
| Figura 8. Porcentajes pre-test por grupos según escala de niveles | 134 |
| Figura 9. Porcentaje por niveles de puntaje pre-test HE – Orientación por grupos..... | 135 |
| Figura 10. Porcentaje por niveles de puntaje pre-test HE – Visualización por grupos | 136 |
| Figura 11. Porcentaje por niveles de puntaje pre-test HE – Rotación por grupos | 137 |
| Figura 12. Porcentaje por niveles de puntaje post-test1 HE – Orientación por grupos | 140 |
| Figura 13. Porcentaje por niveles de puntaje post-test1 HE – Visualización por grupos..... | 141 |
| Figura 14. Porcentaje por niveles de puntaje post-test1 HE – Rotación por grupos | 142 |
| Figura 15. Porcentaje por niveles de puntaje post-test2 HE – Orientación por grupos | 145 |
| Figura 16. Porcentaje por niveles de puntaje post-test2 HE – Visualización por grupos..... | 146 |
| Figura 17. Porcentaje por niveles de puntaje post-test2 HE – Rotación por grupos | 147 |
| Figura 18. Comparación pre-test, post-test1 y post-test2 por grupos, según escala de niveles por puntaje..... | 149 |

Índice de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Autores según su concepto de inteligencia | 70 |
| Tabla 2. Cuadro de hipótesis y variables | 91 |
| Tabla 3. Matriz de operacionalización de variable dependiente | 93 |
| Tabla 4. Matriz de operacionalización de variable independiente | 94 |
| Tabla 5. Momentos de aplicación del Test OVR-E | 85 |
| Tabla 6. Coeficiente de correlación (fiabilidad Test OVR-E) prueba test-retest..... | 88 |
| Tabla 7. Cronograma general del proyecto..... | 100 |
| Tabla 8. Resumen Videojuego PIRE por niveles..... | 106 |
| Tabla 9. Descriptivos - edades. | 130 |
| Tabla 10. Escala de niveles por puntaje Test OVR-E..... | 132 |
| Tabla 11. Escala de niveles por puntaje Test OVR-E – por habilidades | 132 |
| Tabla 12. Descriptivos pre-test por grupos | 133 |
| Tabla 13. Tabla cruzada por grupos post-test1 | 138 |
| Tabla 14. Descriptivos – post-test1 por grupos..... | 139 |
| Tabla 15. Descriptivos post-test1 por grupos – HE Orientación | 140 |
| Tabla 16. Descriptivos post-test1 por grupos – HE Visualización | 141 |
| Tabla 17. Descriptivos post-test1 por grupos - HE Rotación | 143 |
| Tabla 18. Tabla cruzada post-test2 por grupos | 144 |
| Tabla 19. Descriptivos post-test2 por grupos..... | 144 |
| Tabla 20. Descriptivos post-test2 por grupos – HE Orientación | 146 |
| Tabla 21. Descriptivos post-test2 por grupos– HE Visualización | 147 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 22. Descriptivos post-test2 por grupos– HE Rotación..... | 148 |
| Tabla 23. Estadísticos PIRE puntajes generales - implementaciones..... | 150 |
| Tabla 24. Estadísticos PIRE nivel 1 - Orientación..... | 151 |
| Tabla 25. Estadísticos PIRE nivel 2 - Visualización..... | 151 |
| Tabla 26. Estadísticos PIRE nivel 3 - Rotación..... | 152 |
| Tabla 27. Estadísticos implementaciones PIRE - tiempos..... | 153 |
| Tabla 28. Tabla de rangos de tiempos implementaciones PIRE..... | 154 |
| Tabla 29. Tabla de puntajes y tiempos por casos particulares..... | 155 |
| Tabla 30. Estadísticas de muestras emparejadas pruebas pre-test, post-test1 y post-test2..... | 157 |
| Tabla 31. Descriptivos pruebas pre-test y post-tes2 - Orientación..... | 158 |
| Tabla 32. Tabla de rangos pruebas pre-test y post-test2 – Orientación..... | 159 |
| Tabla 33. Descriptivos pruebas pre-test y post-tes2 - Visualización..... | 159 |
| Tabla 34. Tabla de rangos pruebas pre-test y post-test2 – Visualización..... | 160 |
| Tabla 35. Descriptivos pruebas pre-test y post-tes2 - Rotación..... | 161 |

Índice de Anexos

| | |
|--|-----|
| Anexo 1. Carta Autorización Institucional | 188 |
| Anexo 2. Consentimiento Informado..... | 189 |
| Anexo 3. Cuestionario de caracterización incluido en la primera parte del Test OVR-E | 190 |
| Anexo 4. Test OVR-E..... | 191 |
| Anexo 5. Formato de validación por expertos | 192 |
| Anexo 6. Formato de validación por expertos (muestra diligenciada) | 195 |
| Anexo 7. Constancia de Juicio de Expertos:..... | 198 |
| Anexo 8. Constancia de juicio de experto 1 (diligenciada) | 199 |
| Anexo 9. Constancia de juicio de experto 2 (diligenciada) | 200 |
| Anexo 10. Constancia de juicio de experto 3 (diligenciada) | 201 |
| Anexo 11. Constancia de juicio de experto 4 (muestra diligenciada)..... | 202 |
| Anexo 12. Constancia de juicio de experto 5 (muestra diligenciada)..... | 203 |
| Anexo 13. Formato de prueba piloto del REDA – “PIRE” | 204 |
| Anexo 14. Formatos de prueba piloto del REDA – “PIRE” (diligenciados)..... | 205 |
| Anexo 15. Formato lista de chequeo – PIRE..... | 206 |
| Anexo 16. Definición de códigos para SPSS..... | 208 |
| Anexo 17. Resultados prueba test-retest para fiabilidad del Test OVR-E..... | 210 |
| Anexo 18. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk y Prueba no paramétrica de Mann-Whitney - pre-test por grupos..... | 211 |
| Anexo 19. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk pre-test - Orientación y Prueba no paramétrica de Mann-Whitney - por grupos..... | 212 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 20. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk pre-test - Visualización y Prueba T de Student - por grupos | 213 |
| Anexo 21. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk pre-test - Rotación y Prueba T de Student - por grupos..... | 214 |
| Anexo 22. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk y Prueba de Wilcoxon - post-test1 por grupos | 215 |
| Anexo 23. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk post-test1 - Orientación y Prueba no paramétrica de Mann-Whitney - por grupos..... | 216 |
| Anexo 24. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk post-test1 - Visualización y Prueba T de Student - por grupos..... | 217 |
| Anexo 25. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk y Prueba de T de Student - post-test2 por grupos | 218 |
| Anexo 26. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk post-test2 - Visualización y Prueba de Mann-Whitney - por grupos | 219 |
| Anexo 27. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk post-test2 – Rotación y Prueba T de Student - por grupos..... | 220 |
| Anexo 28. Prueba de normalidad y Prueba T de Student implementaciones 1 y 2 - PIRE | 221 |
| Anexo 29. Prueba de normalidad y Prueba T de Student puntajes PIRE nivel 1 - orientación.. | 222 |
| Anexo 30. Prueba de normalidad y Prueba T de Student puntajes PIRE nivel 2 - visualización | 223 |
| Anexo 31. Prueba de normalidad y Prueba T de Student puntajes PIRE nivel 3 - rotación..... | 224 |
| Anexo 32. Prueba de normalidad y Prueba T de Student implementaciones PIRE - tiempos ... | 225 |
| Anexo 33. Prueba de normalidad y Prueba T de Student para pre-test, post-test1 y pos-test2 .. | 226 |
| Anexo 34. Prueba de normalidad y Prueba de Wilcoxon pre-test y post-test2 - orientación | 227 |
| Anexo 35. Prueba de normalidad y Prueba de Wilcoxon pre-test y post-test2 - visualización .. | 228 |

Anexo 36. Prueba de normalidad y Prueba T de Student pruebas pre-test y post-test2 - rotación

..... 229

Introducción

En variados contextos alrededor del mundo, así como entes gubernamentales nacionales y locales y en general todos aquellos que tienen la responsabilidad de educar a los niños y jóvenes, como fin único y común, realizan esfuerzos permanentes por mejorar la calidad educativa, es así como en Colombia constantemente se estudian, implementan y desarrollan procesos, métodos y metodologías encaminadas a aumentar la calidad de la educación. Por lo tanto, este estudio pretendió abonar a ese esfuerzo común desde la incorporación de las TIC en el aula, desarrollando un videojuego llamado PIRE para lograr un efecto positivo y fortalecer las habilidades espaciales de los estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria, teniendo en cuenta la importancia del desarrollo de las múltiples variables que intervienen en la inteligencia y la habilidad espacial como una de estas variables necesarias para desenvolverse en diferentes tareas y procesos a lo largo de la vida académica y laboral.

La manera de abordar el estudio presenta en una primera parte, el planteamiento del problema, de dónde surgió, su importancia y sobre todo la necesidad de resolverlo con miras a responder la pregunta de investigación. En la segunda parte del trabajo se describen diferentes investigaciones realizadas respecto al desarrollo de habilidades espaciales donde se ratifica su importancia tanto en el contexto académico (escolar y universitario) como en el contexto laboral (ingenieros, médicos, arquitectos, diseñadores, artistas, etc.), a su vez se abordan los planteamientos teóricos que sirven como límites pedagógicos y disciplinares relacionados con la inclusión de las TIC en el aula y que han llevado a su estudio, se incluyen además algunas

referencias sobre el uso de Recursos Educativos Digitales Adaptativos en contextos educativos.

Un tercer momento se encarga de precisar el diseño metodológico de la investigación y las razones por las que se determinó dicho diseño afrontando los retos propios del ejercicio investigativo. Finalmente se presentan los hallazgos y resultados obtenidos que pretenden precisar el efecto de un Recurso Educativo Digital Adaptativo en el desarrollo de habilidades espaciales y por ende, en el mejoramiento de los procesos educativos, permitiendo determinar que el REDA contribuye al fortalecimiento de las habilidades espaciales, luego de dos sesiones de implementación.

Justificación

En el marco del requisito investigativo para obtener el título de Magister en Informática Educativa de la Universidad de la Sabana, se pretende utilizar pertinentemente las Tecnologías de la Información y Comunicación – (TIC) para mediar procesos educativos y realizar aportes valiosos en un contexto particular y que en este caso, contribuyan al fortalecimiento de habilidades espaciales en los estudiantes de grado noveno del Colegio Castilla I.E.D., por medio del uso de un Recurso Educativo Digital que, siendo adaptativo, tenga en cuenta las diferencias en los procesos de adquisición de conocimiento.

Las habilidades espaciales son uno de los conceptos que no tiene un nombre común, se utilizan en su lugar otros términos, los más relevantes como capacidades espaciales y visualización espacial en disciplinas como la ingeniería, arquitectura, diseño industrial y mecánico, y los términos percepción espacial, razonamiento espacial e inteligencia espacial en disciplinas como las matemáticas, la psicología y la pedagogía. Al respecto conviene referirse a la teoría de las inteligencias múltiples desarrollada por Howard Gardner desde 1983 y que desde la perspectiva psicológica ha incidido de manera importante en la pedagogía, en sus estudios se destaca la inteligencia espacial como una de las siete inteligencias que componen las potencialidades de cada individuo. Sin embargo, para los términos de la presente investigación, se adoptará el concepto de habilidades espaciales considerando que engloba la temática a trabajar dentro de la disciplina sobre la que se pretende incidir, el área de Tecnología e Informática y la asignatura de Diseño (relación que se aborda más adelante), y a su vez, el concepto enmarca el

contexto en el que se estudia pues es un contexto educativo y por ende aborda la disciplina pedagógica.

McGee (1979), Lohman (1996), y otros autores, perciben las habilidades espaciales de una forma más general, es decir, como una variable de la inteligencia humana, como lo afirma Saorín (2006) “Las habilidades espaciales son un componente de la inteligencia. Todos los investigadores coinciden en la existencia de dicha componente, así como en considerarla como un factor fundamental en los modelos de inteligencia” (p. 24). Sobre el tema varios autores han investigado y se refieren a él de diversas formas, dependiendo de la perspectiva disciplinar con la que se le mire, pero más allá de las visiones particulares, la mayoría apunta a la importancia de su desarrollo y entrenamiento; el mismo Saorín (2006) apoya esta visión, pues concluye en su trabajo que “...para mantener buenas capacidades espaciales hay que realizar un entrenamiento continuo” (p. 116). Así mismo, la investigación procurará trazar un camino que otros investigadores puedan tomar o evadir según los hallazgos y así repercutir positivamente en otras áreas del saber que requieran estudiar y mejorar el desarrollo de este tipo de habilidades.

Strong & Smith, (2002) aseguran: “la habilidad espacial se ha establecido como un factor de predicción de éxito en varias disciplinas relacionadas con la tecnología, informática, matemáticas, arquitectura, ingeniería, odontología, medicina, entre otras” (p.4). Del mismo modo, afirmaciones como las de Newcombe (2010) resaltan la importancia del pensamiento espacial en el enfoque educativo llamado STEM que integra varias disciplinas y que fue desarrollada en primer lugar en Estados Unidos:

¿Por lo tanto, es el pensamiento espacial realmente una clave para la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas – las llamadas disciplinas STEM? Sí. Gran cantidad de estudios de alta calidad realizados durante los últimos cincuenta años indican que el

pensamiento espacial es fundamental para el éxito de las disciplinas STEM¹. (p.29).

Existen en el mundo diferentes posturas e investigaciones al respecto de las habilidades espaciales; en el contexto educativo nacional, Colombia, a través del Ministerio de Educación Nacional (MEN) en el año 2007 y en el marco de Plan Nacional Decenal de Educación 2006 – 2015, en un esfuerzo por clarificar los objetivos y las prioridades de la educación con miras a responder a las exigencias del siglo XXI, presenta una guía para estudiantes y docentes llamada “Orientaciones generales para la educación en tecnología. ¿Ser competente en tecnología: una necesidad para el desarrollo!”. Allí se establecen los conceptos y orientaciones educativas por grados, los ejes a trabajar en el área de Tecnología e Informática, establecida como una de las áreas fundamentales y obligatorias según la legislación colombiana. En la guía, se resalta la interdisciplinariedad de la tecnología con otros campos del conocimiento como son: la tecnología y la técnica, la tecnología y la ciencia, la tecnología y la innovación, invención y el descubrimiento, la tecnología y el diseño, la tecnología y la informática y finalmente, la tecnología y la ética. Estas relaciones se deben, gracias a que la tecnología está orientada a transformar el mundo natural para solucionar problemas y satisfacer necesidades a partir de la creación y el diseño de artefactos, procesos y sistemas. Se destacan para los fines de este trabajo su relación con:

¹ Newcombe (2010) “*So, is spatial thinking really a key to science, technology, engineering, and mathematics—the so-called STEM disciplines? Yes. Scores of high-quality studies conducted over the past 50 years indicate that spatial thinking is central to STEM success*”. Traducción propia.

1. La técnica. Porque al ser el saber-hacer un conocimiento empírico, se deben tener desarrolladas en alguna medida las habilidades espaciales involucradas en tareas comunes como medir, cortar, pegar, etc., para llegar a construir un artefacto.
2. La innovación y la invención. Ciñéndose a la guía del MEN (2007), “La innovación implica introducir cambios para mejorar artefactos, procesos y sistemas existentes e incide de manera significativa en el desarrollo de productos y servicios. Implica tomar una idea y llevarla a la práctica...” (p.8), esto involucra las habilidades espaciales para poder aportar ideas y cambios en los artefactos existentes según las necesidades y a su vez proponer otras con miras al desarrollo y creación de nuevos productos, implica estar en la capacidad de plasmarlas y comunicarlas a través de dibujos y diseños utilizando desde herramientas tradicionales como lápiz y papel, hasta sofisticados softwares de diseño.
3. El diseño. Según el MEN (2007), en el Proceso de Diseño intervienen variados procesos de pensamiento como la anticipación, la generación de preguntas, la detección de necesidades, las restricciones y especificaciones, el reconocimiento de oportunidades, la búsqueda y el planteamiento creativo de múltiples soluciones, la evaluación y su desarrollo, así como con la identificación de nuevos problemas derivados de la solución propuesta. Y es allí, en esos procesos de pensamiento que implican plantear creativamente variadas soluciones, además de evaluarlas y desarrollarlas, que son indispensables las habilidades espaciales, pues la forma más adecuada de hacerlo se relaciona directamente con la comunicación de esos planteamientos creativos a través de dibujos manuales o asistidos por computador y de su evaluación y desarrollo a través de la interpretación de planos.

4. La informática. Según el MEN (2007) “Para la educación en tecnología, la informática se configura como herramienta que permite desarrollar proyectos y actividades tales como (...), la simulación, el diseño asistido, la manufactura y el trabajo colaborativo son otras de sus múltiples posibilidades” (p. 9-10). De acuerdo con esto se reafirma lo anterior, en el sentido en que el diseño asistido por computador utilizado como una herramienta para múltiples tareas, implica ser habilidoso espacialmente para poder manejar los programas que se utilizan en este tipo de actividades académicas y más adelante laborales.

Por consiguiente, la importancia de las habilidades espaciales está presente en el contexto educativo nacional: en un primer momento en la educación secundaria básica y media; en un segundo momento en la educación superior de quienes inicien estudios en los múltiples campos relacionados con ellas y en un tercer momento las habilidades espaciales terminarán repercutiendo en el contexto laboral. Como lo afirman Contreras, L., Tristancho, J. & Vargas, L. (2013) refiriéndose al campo de la ingeniería como conclusión de su trabajo con estudiantes de primer semestre de Ingeniería Industrial en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas “Las habilidades espaciales son un tipo de inteligencia y un indicativo importante del posible desarrollo académico y/o profesional de los estudiantes de ingeniería” (p.30). Ahora, es imposible saber cuántos estudiantes de educación básica y media decidirán formarse y luego laborar en las disciplinas que demandan algún grado de desarrollo de las habilidades espaciales, sin embargo, es labor indispensable de las instituciones educativas brindar a sus estudiantes conocimientos básicos e interdisciplinarios que estructuren procesos de pensamiento y desarrollo cognitivo que les permitan empezar su nuevo ciclo de formación de una manera fluida y eficaz para lograr un buen desempeño, Vázquez, S. M., & Noriega Biggio, M. (2011) apoyan esta teoría asegurando que se deben superar las dificultades de los estudiantes antes del ingreso a la

universidad especialmente para las carreras técnicas, sin embargo, dejan claro que este proceso debe exigir un replanteo de la enseñanza secundaria al ser un tema de carácter general del conocimiento humano, pues integra lo conceptualizado con lo percibido y que no se limita simplemente al ámbito del desempeño técnico.

Lo anterior conlleva a procurar que en el contexto donde se pretende incidir, se puedan brindar esos conocimientos básicos e interdisciplinarios que contribuyan a la posterior formación y/o desempeño laboral de los estudiantes, indiferentemente del camino que sus egresados quieran seguir. En concordancia, e intentando transformar la realidad actual en la que los estudiantes del Colegio Castilla presentan deficiencias en el desarrollo de habilidades espaciales, se decide abordar la investigación con estudiantes que se encuentran a punto de finalizar su educación básica secundaria, con el ánimo de remediar en alguna medida estas carencias y así puedan iniciar su educación media, y luego superior, con mayor desarrollo de sus habilidades espaciales.

Según el Proyecto Educativo Institucional – PEI vigente del Colegio Castilla I.E.D. (2012), un estudiante castillista debe tener: “dominio de las competencias básicas que le permitan la continuidad de su proceso educativo” (p.6) y es labor de los docentes “Conducir el desarrollo de las actividades del proceso de construcción de conocimiento” (p.12). Debe tenerse en cuenta la estructura curricular del plantel educativo, consecuente con las áreas básicas obligatorias según la Ley General de Educación, y en donde, además, el área de artes está compuesta por las asignaturas de Música y Diseño, por lo cual el desarrollo de las habilidades espaciales podría aportar en alguna medida en las siguientes áreas y/o asignaturas en la institución:

- a) En química, en cuyos ejes temáticos se incluyen la materia y la energía y sus transformaciones, siendo común la construcción de los modelos atómicos y las

estructuras cristalinas, por ello sería ideal que los estudiantes tuvieran desarrolladas sus habilidades espaciales para así tener un mejor desempeño en esta temática en particular. Conviene apoyarse en la investigación de Valiente & Galdeano (2014) en la que desde su perspectiva en la educación química destacan la necesidad de tener desarrolladas las habilidades espaciales en este campo “Los ingenieros químicos deben ser competentes en el manejo del espacio ya sea en dos o tres dimensiones, debiéndose así, desarrollar la inteligencia viso-espacial”(p.154), y concluyen diciendo “Por ello, se recomienda que en las áreas de ingeniería, y en especial la química, se impulse además el desarrollo de las habilidades viso-espaciales...” (p.157).

- b) En ciencias sociales, desde el estudio de la geografía y la arqueología, se necesita desarrollar habilidades espaciales, particularmente la orientación espacial para tareas específicas como localización de puntos geográficos, coordenadas, representación e interpretación de mapas y planos, escalas, cartografía, topografía, proyección, etc., es más, con la llegada del GPS (Global Positioning System), Google Earth y Google Maps, las nuevas tecnologías también demandan el desarrollo de la orientación espacial, como lo afirman Gonzato & Godino (s.f.) de la Universidad de Granada, en el contexto de la educación en las ciencias sociales:

Todos estos recursos tecnológicos plantean cuestiones de innovación e investigación didáctica de gran interés: indagar cómo se puede incorporar su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la orientación espacial en los niveles de educación primaria y secundaria. (parr.24).

- c) En matemáticas, específicamente en el aprendizaje de la geometría, Moreno y Bravo (2014) en su trabajo sobre habilidades espaciales y los procedimientos geométricos, abordan el tema desde la perspectiva de la Matemática Superior, refiriéndose a la

formación de ingenieros mecánicos, sin embargo, se vislumbra la importancia que las habilidades espaciales presentan en este campo de formación:

El establecimiento de relaciones entre las acciones y las operaciones de los procedimientos geométricos de la Matemática Superior con las componentes de las habilidades espaciales y las imágenes mentales, permite una adecuada contextualización de la enseñanza de la Matemática para el objeto social del Ingeniero Mecánico. (p.18).

- d) En diseño. Es difícil estimar el alcance que tiene el diseño en la humanidad, pues casi todo lo que existe, sea tangible o no, formalmente debe ser diseñado, sin embargo, enfocándose en el tema objeto de investigación, se hace relevante en muchas disciplinas relacionadas y asociadas al diseño de artefactos y objetos tangibles, es por ello que las habilidades espaciales presentan una importancia significativa. En el Colegio Castilla I.E.D. en particular, gran parte de las actividades de la asignatura llamada “Diseño” implican tener un grado de desarrollo de las habilidades espaciales, siendo necesario y adecuado ejercitar a los estudiantes en ello.
- e) En tecnología e informática, según la nueva reestructuración de la malla curricular en el Colegio Castilla I.E.D., durante un período académico al año los estudiantes ven expresión gráfica en lo que concierne a la asignatura de Tecnología, en este caso, el dibujo técnico, que implica, por ejemplo: manejo de instrumentos, interpretación de planos, realización de sólidos en perspectiva, proyección ortogonal, etc., necesita y a la vez desarrolla las habilidades espaciales según lo demuestran varios estudios realizados al respecto y referenciados en el estado del arte. En este sentido se pretende influir positivamente, para que el aprendizaje sea más eficiente en relación con el poco tiempo con el que se cuenta. Así mismo, en la asignatura de informática se presentan contenidos

relacionados con el manejo de determinadas herramientas, algunas con licencia y otras libres, que se fundamentan en el diseño de objetos en tres dimensiones, por ejemplo: Blender, SketchUp, Solid Edge versión académica y Lego Design, en los cuáles las habilidades espaciales son importantes desde el reconocimiento del espacio de trabajo hasta el modelado de objetos utilizando estas herramientas.

Teniendo en cuenta lo anterior, es innegable que todos los esfuerzos en pro de mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes son significativos, y por ende trascienden en alguna medida en el contexto en el que se realicen, por esto se hace necesario y adecuado pretender realizar aportes a las diferentes áreas en el Colegio Castilla I.E.D. Sin embargo, por ahora son presunciones que solo a mediano y/o largo plazo podrán visualizarse pues depende del enfoque que cada docente le dé a sus asignaturas y de las actividades que necesiten el desarrollo de las habilidades espaciales; a pesar de ello, las áreas que pueden ser beneficiadas más rápidamente, debido a que sí integran continuamente temas y actividades relacionadas directamente con las habilidades espaciales, son el área de tecnología e informática (a cargo de la investigadora) y la asignatura de diseño, y aunque no es objetivo de la presente investigación llegar a evidenciar esa incidencia benéfica, sí es la razón principal por la que se realizó la presente investigación, buscar beneficiar a los estudiantes de grado noveno de la institución. Sin embargo, no se descarta que estudiantes de otros contextos educativos, incluso de otros niveles académicos, y en general aquellas personas que quieran mejorar este tipo de habilidades, puedan acceder al recurso diseñado para tal fin.

Por último, conviene señalar que el uso de TIC en el aula, se convierte en una herramienta adecuada para aportar al desarrollo de habilidades espaciales a partir de recursos digitales diseñados con una intención pedagógica, el uso de videojuegos y de dispositivos digitales. De la

misma manera, la adaptatividad le suma eficacia al esfuerzo pedagógico y a la atención de la individualidad del aprendizaje, teniendo en cuenta las diferencias particulares para desarrollarse y adquirir conocimiento. Unir estas estrategias, puede convertirse en una opción válida para suplir las necesidades de este contexto en particular y abonar soluciones a un problema educativo.

Planteamiento del problema

Como puede comprobarse al realizar la búsqueda de información relacionada con las habilidades espaciales, existen numerosas investigaciones que ratifican la importancia de trabajar en su desarrollo y entrenamiento, sin embargo, las falencias al respecto tienden a detectarse tardíamente, ya sea en estudiantes que inician su formación universitaria o aún más grave en profesionales que ya ejercen su labor. En concordancia con lo anterior, en el contexto educativo sobre el que se pretende incidir con esta investigación se detectaron falencias al respecto, evidenciadas en el desempeño de los estudiantes tanto en el área de Tecnología e Informática (a cargo de la investigadora), como en la asignatura de Diseño (según re-estructuración curricular al iniciar el año 2014), y que fueron detectadas a partir de observaciones y reuniones realizadas por las docentes a cargo, por ejemplo, bajas calificaciones en actividades relacionadas con las habilidades espaciales y dificultad en la comprensión de temáticas afines. Estas falencias, pueden describirse más específicamente en cada una de las áreas: desde el área de Diseño, a raíz de ejercicios y actividades en clase, la docente utiliza diferentes guías con sólidos isométricos, vistas y dibujos sobre retículas a 30°, se pudo evidenciar que la mayoría de estudiantes presentan problemas para visualizar y relacionar lo bidimensional con lo tridimensional y viceversa; así mismo, en el área de Tecnología e Informática se comprobó de manera personal, que a la hora de abordar los contenidos de expresión gráfica, a los estudiantes presentan dificultad para utilizar los instrumentos y representar sólidos en 2 y 3 dimensiones y además, al momento de iniciar el uso de una herramienta informática como Solid Edge, Auto Cad, Sketch Up o cualquier otra que requiera algún grado de entendimiento en este sentido, el proceso se hace más complejo y lento, en cierta medida dificulta el manejo de la herramienta. De la misma forma, afecta la

comprensión de temas relacionados con la representación e interpretación de planos de objetos de su entorno (por ejemplo, manuales de instrucciones de electrodomésticos, muebles, juguetes, etc.) que requieren generalmente un nivel básico de desarrollo de habilidades espaciales.

De lo anterior surge la necesidad de intervenir para cambiar esa realidad en beneficio de los estudiantes, por ello, se lograron determinar algunos aspectos relevantes que podrían haber afectado el desarrollo de las habilidades espaciales en los estudiantes:

- La falta de proceso de formación en ejes temáticos pertenecientes a la asignatura de Tecnología no evidenciados en el currículo de la institución antes del año 2014.
- La inclusión de la asignatura de Diseño en el área de Artes y no en el área de Tecnología e Informática debido a la falta de claridad en el énfasis de la institución educativa (aún en discusión) y que podría definir en qué área conviene incluirla y qué ejes temáticos abordar, de tal modo precisar si debe tener un enfoque artístico o un enfoque tecnológico tal como lo indican las Orientaciones generales para la educación en tecnología del Ministerio de Educación Nacional, donde se especifican los componentes y las relaciones entre la Tecnología y el Diseño entre otras.
- Las demoras en el proceso de re-estructuración y actualización del Proyecto Educativo Institucional – PEI, consecuencia de los frecuentes cambios de docentes y directivos de la Institución.
- La tendencia a anteponer la organización institucional por conveniencia a una estructura curricular adecuada y acorde con el énfasis de la institución (aún sin definir).
- Falta de infraestructura adecuada para la asignatura de Tecnología.

Es preciso entonces resaltar que los problemas anteriormente señalados, podrían perjudicar a los estudiantes tanto a corto como a largo plazo, a corto plazo por las razones que se explicaron anteriormente en las áreas de Diseño y Tecnología e Informática, en las que las habilidades espaciales son primordiales para el desarrollo de diversos procesos de aprendizaje, y a largo plazo porque los estudiantes que encaminen sus proyectos de vida en carreras y profesiones relacionadas estrechamente con las habilidades espaciales, estarían en desventaja en relación a otros estudiantes que presenten mayor desarrollo, y al mismo tiempo se les dificultarían también los procesos de aprendizaje de los contenidos respectivos.

Puede decirse entonces, que el problema son las falencias en las habilidades espaciales de los estudiantes del Colegio Castilla. Para tener una mejor visión de su planteamiento, se muestra la Figura 1 a modo de espina de pescado:

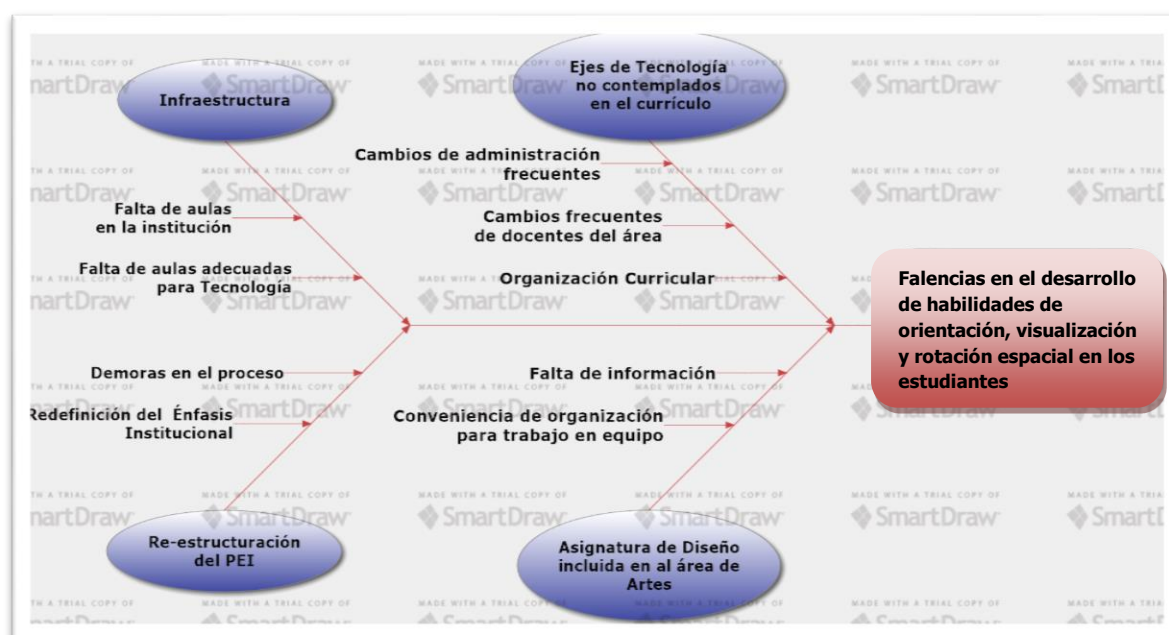


Figura 1. Formulación gráfica del problema.

Del ejercicio para determinar el problema y sus causas, y con miras a lograr solucionarlo, surgen varios interrogantes: ¿Cómo lograr solucionar estas dificultades sin depender del proceso de gestión escolar?, ¿Qué tipo de estrategias, recursos y/o herramientas podrían utilizarse para contrarrestar las deficiencias que existen en el desarrollo de habilidades espaciales en los estudiantes de grado noveno del Colegio Castilla I.E.D.?, ¿Qué aportes podrían hacerse en este sentido desde el área de Tecnología e Informática?. Estas cuestiones generaron el siguiente reto investigativo:

Pregunta de investigación

¿Qué efecto tiene el uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo en las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación en los estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria del Colegio Castilla I.E.D.?

Objetivos

Objetivo general

- Determinar el efecto del uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo en las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, en los estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria de Colegio Castilla I.E.D.

Objetivos específicos

- Establecer las diferencias en las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación en los estudiantes de un grupo experimental antes y después del uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo y de un grupo control que no lo utiliza.
- Describir la forma en que el Recurso Educativo Digital Adaptativo llamado “PIRE” puede contribuir al fortalecimiento de habilidades espaciales de los estudiantes de grado noveno del Colegio Castilla I.E.D.
- Identificar el tipo de habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial, en las que el Recurso Educativo Digital Adaptativo “PIRE” puede tener mayor efecto.

Marco teórico referencial

Estado del Arte

Se pretende por un lado tener un efecto positivo en el fortalecimiento de las habilidades espaciales de los estudiantes, y por el otro, aportar en alguna medida en la investigación en educación en este caso específico, dado que para ello se deben explorar, estudiar y analizar propuestas anteriores que den luz en el camino a seguir para alcanzar el logro de dichos objetivos. Se exponen a continuación algunos hallazgos interesantes que se aproximan, y además, aportan al tema en cuestión: desarrollo de habilidades espaciales mediante la implementación de un recurso educativo digital adaptativo.

En el presente estado del arte se estudiaron documentos publicados entre los años 2006 y 2015, dado que en un período de 9 años se encuentran un gran número de trabajos que en alguna medida se relacionan y estudian el desarrollo de habilidades espaciales a través de la implementación de diferentes herramientas, desde las más tradicionales como el lápiz y el papel, hasta herramientas tecnológicas más avanzadas como la realidad aumentada y la realidad virtual. Se tuvieron en cuenta aquellos estudios que integran directamente el uso de recursos digitales con el desarrollo de habilidades espaciales y que fueron utilizados con una intención educativa, así mismo, se realizó una búsqueda en la que se pretendían encontrar documentos o investigaciones que incluyeran, además de lo anterior, recursos que aplicaran en algún grado la adaptatividad. Sin embargo, no fue posible encontrar registros, esto puede ser debido a que la adaptatividad en el aula aún no es un campo muy explorado y, además, si se le relaciona directamente con las habilidades espaciales, que todavía son percibidas como un tema específico de determinadas áreas del conocimiento, se podría explicar el vacío encontrado. Por esta razón,

se toman algunas referencias investigativas que utilizan Recursos Educativos Digitales Adaptativos diseñados para abordar otros temas educativos y/o desarrollar otro tipo de habilidades.

Los documentos encontrados se dividieron en trabajos realizados en el contexto internacional (agrupados por países) y en el contexto nacional, organizados cronológicamente desde el más antiguo al más reciente.

Uso de recursos digitales para el desarrollo de habilidades espaciales.

Dado que en la actualidad las Tecnologías de la Información y la Comunicación – TIC han abierto una nueva ventana en el ámbito educativo, se han realizado variadas investigaciones al respecto que han dado lineamientos importantes para aplicar eficazmente en el aula, en el desarrollo de habilidades espaciales no ha habido excepción:

Experiencias internacionales.

ESPAÑA. Saorín (2006) de la Universidad Politécnica de Valencia, en su tesis doctoral “Estudio del efecto de la aplicación de tecnologías multimedia y del modelado basado en bocetos en el desarrollo de las habilidades espaciales”, realiza una investigación con enfoque cuantitativo en la que trabajó con una muestra de estudiantes de primer semestre de ingeniería de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial de la Universidad de La Laguna.

Específicamente Saorín realizó la medición con 445 estudiantes de las titulaciones de: Ingeniería Técnica Industrial (especialidad Mecánica), Ingeniería Técnica Industrial (especialidad Electrónica), Ingeniería de Obras Públicas, Arquitectura Técnica, Ingeniería Técnica Agrícola e Ingeniería Química. Su estudio de tipo experimental utiliza prueba pre y post (Test métricos validados para medir habilidad espacial DAT – Diferencial Aptitude Test- y MRT – Mental

Rotation Test) con el objetivo de aplicar cursos basados en diferentes herramientas y estrategias metodológicas que doten de contenidos básicos a los estudiantes en la asignatura de expresión gráfica, y en ese sentido propicien mejoras en los procesos en los primeros años de universidad. Aplicó tres cursos, uno basado en técnicas clásicas de lápiz y papel, otro en el que utilizó recursos on-line y otro en el que utilizó una aplicación llamada e-CIGRO, encontrando que los tres tipos de cursos mejoran las habilidades espaciales de manera muy similar. Se destacan aquellas conclusiones que son relevantes para el presente estudio y que vienen a ser las que surgen del análisis de los resultados obtenidos por los cursos en la mejora de la habilidad espacial, por ejemplo: a. Los estudiantes que utilizan videojuegos tuvieron mejores resultados en los test de rotación espacial, b. Haber cursado previamente asignaturas de dibujo influye positivamente en los valores de habilidad espacial, c. Las capacidades espaciales alcanzan un máximo entre los 14 y 18 años, luego se debe realizar entrenamiento continuo, d. Los estudiantes deben mejorar su capacidad espacial antes de entrar a la universidad. Finalmente, propone como futuros trabajos desarrollar nuevos recursos “Las aplicaciones web son muy apreciadas por los alumnos ya que pueden trabajar con ellas desde su casa. Una línea de investigación que pensamos que sigue abierta, corresponde al desarrollo de nuevas aplicaciones cuyo objetivo sea la mejora de habilidades espaciales mediante recursos web”. Este trabajo es un referente excelente que justifica y apoya el desarrollo del presente trabajo, al relacionar directamente los recursos educativos digitales y proponer realizar esfuerzos por mejorar las habilidades espaciales de los estudiantes en la educación media, y unido a ello utiliza como diseño metodológico la obtención de datos a partir de la medición con test y un diseño experimental.

Cladellas (2008) presenta en su trabajo titulado “Un programa informático de habilidades visoespaciales como recurso educativo”, un estudio con niños en edad pre-

adolescente en el que utiliza una herramienta llamada LABER, orientada a ayudar en el aprendizaje y desarrollo de las habilidades viso-espaciales en niños de esta edad. LABER es un software que presenta el reto de solucionar un total de cinco laberintos en 3 dimensiones luego de haber sido presentados en 2 dimensiones; hace una simulación de un espacio en 3 dimensiones por el que hay que moverse de forma semejante a una situación real, además tiene una característica importante y es la realimentación del proceso de desarrollo de los laberintos, pues reproduce todo lo que realizó el estudiante para intentar solucionar los laberintos. Cladellas concluye diciendo que el programa LABER es una herramienta interesante para trabajar con niños en fase de desarrollo de habilidades viso-espaciales o aquellos que presentan dificultades de este tipo. A su vez afirma que las estrategias y procesos que realizan los estudiantes para poder resolver los laberintos, pueden ser de utilidad en otras situaciones en las que se necesitan las habilidades viso-espaciales, tales como lectura de mapas, moverse en grandes espacios, manejo de representaciones espaciales (diagramas, esquemas, ilustraciones, etc.). En este sentido, el trabajo de Cladellas trabaja específicamente sobre las habilidades que llama viso-espaciales y que en su estudio se refiere a la habilidad de orientación espacial; es interesante la utilización de laberintos para poder desarrollarlas y el uso de los mismos en 2 y 3 dimensiones.

Martin (2010) de la Universidad Politécnica de Valencia, bajo la asesoría y las bases del trabajo del Doctor Saorín (2006), realiza una investigación llamada: “Estudio y evaluación de contenidos didácticos en el desarrollo de habilidades espaciales en el ámbito de la ingeniería”, fue realizada siguiendo el enfoque cuantitativo con un estudio de carácter experimental basado en la técnica estadística, utiliza prueba pre y post aplicando Test métricos validados para medir habilidad espacial DAT y MRT. En dicho estudio se realizaron seis cursos basados en diferentes

herramientas y estrategias metodológicas con miras a mejorar las habilidades espaciales de los estudiantes que ingresan a los programas técnicos de la Universidad de la Laguna. En los cursos se describen variadas herramientas didácticas enfocadas al desarrollo de habilidades espaciales como: curso de desarrollo de habilidades espaciales basado en videojuego con PC y con Nintendo DS, actividades de Expresión Gráfica en Realidad Aumentada, basado en: ejercicios tradicionales de Expresión Gráfica, sistema diédrico y en sistema diédrico con apoyo de la aplicación Diedro-3D. Comparando estadísticamente los cursos se pretendió identificar la estrategia que mejor desarrolla las habilidades espaciales, concluyendo para los cursos trabajados: a). Videojuegos. El componente de rotación espacial se desarrolla mejor con videojuegos en plataforma Nintendo DS y el componente de visualización espacial se desarrolla por igual tanto en Nintendo DS como en plataforma PC. b) Geometría descriptiva (sistema diédrico y aplicación Diedro-3D). Las habilidades espaciales de hombres y mujeres mejoran por igual con este tipo de contenidos y el uso del visualizador Diedro-3D no da ganancia significativa en los niveles de habilidad espacial aunque sí puede ayudar a que los contenidos se entiendan más rápido. c) Realidad aumentada. Facilita las tareas espaciales al poderse manipular modelos tridimensionales, lo que logra un aumento en las habilidades de visión espacial y por ende mejora la capacidad espacial. d) Ejercicios tradicionales de expresión gráfica. Seleccionar cuidadosamente ejercicios de expresión gráfica mejora la capacidad espacial, sin embargo más de 10 horas de entrenamiento no supone una mejora de las habilidades espaciales. Martin, ratifica textualmente “Realizar entrenamientos enfocados a niveles de educación secundaria para dotar de buenos niveles de capacidad espacial a edad temprana” y “desarrollar nuevas metodologías y herramientas atractivas para los estudiantes, y que además les permita desarrollar la habilidad espacial” (p.303) justifica en este sentido la importancia del presente estudio y es un

referente más en cuanto al diseño metodológico de investigación orientado a la medición de las habilidades espaciales con grupos experimentales.

ARGENTINA. Baggio Noriega, Maris V. & Maris G. (2011) su trabajo se titula “Componentes de la Competencia Espacial. Exploración en ingresantes a la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo”. Aunque en este trabajo no se realiza integración de recursos digitales, se hace relevante pues realiza algunos hallazgos interesantes y propone realizar actividades que permitan favorecer el desarrollo de habilidades espaciales en la educación secundaria. Es un estudio con enfoque cuantitativo con un diseño pre-experimental sin manipulación de variables, en el que trabajaron con una muestra de 716 alumnos pertenecientes al Ciclo Básico Común de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo –FADU- de la Universidad de Buenos Aires. Su estudio lo basan (según sus palabras) “en la evaluación de tres componentes que integran el aspecto de la competencia espacial denominado visualización: el desarrollo de superficies y el reconocimiento de volúmenes a partir de sus desarrollos en el plano, las rotaciones complejas y el reconocimiento de proyecciones”. Con el fin de realizar su medición, preparan una prueba ad hoc de 12 ítems en la que reúnen 2 secciones de 4 puntos cada una de pruebas estandarizadas (PSVT/TR-Purdue Spatial Visualizations Test / Visualizations of Rotations y DAT –Differential Aptitudes Test) y 4 más que elaboraron a partir de ejercicios comunes de resolución de problemas en carreras técnicas. Dentro de las conclusiones revelan el nivel de desarrollo de los componentes de la competencia espacial de los estudiantes de la muestra, sin embargo, la conclusión relevante en el presente estudio confirma trabajos de otros investigadores aludiendo la existencia de una “brecha” en cuanto al desarrollo de la competencia espacial en hombres y mujeres solamente en los estudiantes que no vienen de colegios técnicos. Sin embargo, se demuestra que la práctica de tareas que requieren habilidades espaciales

favorece su desarrollo y por ende se plantea la necesidad de integrar en el currículo de la escuela media, contenidos y actividades que favorezcan el desarrollo de las habilidades espaciales, abonando así a la necesidad de realizar el presente estudio.

CHINA. Ruwei, Xi & Li (2006) realizan una investigación con estudiantes del Jingqiao Middle School en la ciudad de Shanghái, en el que estudian el efecto de la herramienta llamada Virtual Geometry Learning System o VGLS en el desarrollo de las habilidades espaciales en dos grupos de estudiantes, uno experimental y uno de control durante 4 semanas; concluyen que, comparado al método tradicional de enseñanza para el desarrollo de dichas habilidades, la implementación de VGLS tiene resultados significativos en el mejoramiento en la capacidad mental de los estudiantes para interpretar los desarrollos de dos dimensiones (2D) a (3D) y viceversa, así como en la rotación mental de sólidos y su aporte por género en cuanto a la rotación mental en mujeres y en la visualización en hombres. Este estudio es uno de los pocos que han realizado investigación con estudiantes de una escuela de educación secundaria con miras a la utilización de una herramienta digital para mejorar sus habilidades espaciales, aporta información valiosa en cuanto a la interpretación en 2D y 3D, así como la discriminación de dichas habilidades según el género.

AUSTRIA. Dünser, Steinbügl, Kaufmann & Glück (2006), realizan un estudio con 4 grupos de estudiantes de high school, dos grupos experimentales y dos de control a los que aplican los siguientes métodos para mejorar las habilidades espaciales: con el primer grupo experimental utilizan una herramienta CAD 3D, con el segundo utilizan el software Construct 3D basado en realidad aumentada, encontrando que la herramienta de realidad aumentada constituye una oportunidad para desarrollar las habilidades espaciales. En los grupos control, no se aplicaron este tipo de recursos, el primero recibió clases de geometría tradicionales y el

segundo no recibió ningún tipo de formación en ese sentido, encontrando que no hubo avances significativos en ninguno de los dos grupos control, a diferencia de los grupos experimentales en los que se evidenciaron avances en el desarrollo de las habilidades espaciales. Esto contribuye, para efectos del presente estudio, a soportar el uso de herramientas TIC en el aula y específicamente apuntando al mejoramiento de las habilidades espaciales.

Experiencias nacionales.

Grupo de Investigación Didáctica y Nuevas Tecnologías. Universidad de Antioquia. En el año 2011 se organizó el primer Foro Virtual de Didáctica Medios y TIC, con el objetivo de brindar un espacio virtual en el que pudieran participar docentes de todo el país para promover el intercambio y la discusión académica en torno al uso de las TIC en el ámbito educativo.

Recuperando en lo posible la información, una de las charlas desarrolladas en dicho Foro a cargo del profesor Gustavo Gallego Girón, miembro del grupo de investigación, expone algunos puntos importantes que aportan y apoyan la razón de este trabajo. Gallego (2011) en su charla:

“Desarrollo de habilidades asociadas con el pensamiento espacial y sistemas geométricos, apoyado en medios y TIC” habla de la importancia de las habilidades espaciales desde el área de matemáticas, pero hace énfasis en que el pensamiento espacial es necesario para desarrollar el pensamiento científico. Hace un análisis sobre los lineamientos para la enseñanza de la geometría y explica que una de las dificultades para la enseñanza de la misma está relacionada con el pensamiento espacial, en cuanto a tener que manejar la bidimensionalidad del tablero para plasmar la realidad tridimensional. Sin embargo, el uso de las TIC con los estudiantes puede incluir nuevos elementos que permiten minimizar estas dificultades, como la misma televisión, los diferentes software, recursos web, la manera de representar las imágenes ya no estáticas

como en un libro sino representaciones manipulables que llevan a un nivel de realismo que aporta al avance de los estudiantes en este sentido.

Mejía D.N. (2012), realiza un estudio titulado: “Elementos estructurales de los videojuegos potencialmente educativos para el desarrollo de temáticas escolares relacionadas con el pensamiento espacial en niños y niñas entre ocho y diez años” en el que directamente trabaja con los videojuegos a los que clasifica de forma conveniente a su investigación, en un primer grupo según la forma de representación gráfico-espacial que utiliza: Videojuegos planos, videojuegos axonométricos, videojuegos en perspectiva (cónica, aérea, isométrica, etc.) y en el segundo grupo según las aplicaciones dinámicas: ventana estática y ventana dinámica, explicando que los videojuegos de ventana estática “son los que permiten un movimiento limitado de las tres dimensiones del espacio en ángulos cortos; se dan en la misma ventana, regularmente con el mismo fondo; esta estructura gráfica se presenta con regularidad en VJ de habilidad como laberintos, puzzle, juegos de mesa” (p.13) y los de ventana dinámica “se caracterizan porque permiten giros panorámicos de 180° o de 360°, una lógica de juego en 3D que admite la realización de movimientos en las tres dimensiones del espacio y por tanto van acompañados de otras perspectivas dinámicas” (p.13). Esta investigación es valiosa en cuanto se realiza con niños de educación básica primaria y explora las posibilidades que tienen los distintos tipos de videojuegos de ser utilizados en el aula para potenciar el pensamiento espacial a cortas edades, se distingue la forma de representación de los videojuegos como un aspecto importante. Dentro de sus conclusiones, Mejía (2012) afirma que al considerar los videojuegos como mediadores en actividades relacionadas con el pensamiento espacial se requiere que se reconozcan sus elementos gráficos y la forma de representar el espacio tridimensional en un plano bidimensional como lo es la pantalla.

Contreras, Tristancho & Vargas (2013) realizan una investigación con un grupo de estudiantes de primer semestre de ingeniería en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, su investigación se basó en medir las habilidades espaciales de dichos estudiantes utilizando un test validado y determinar los factores del entorno que afectan el desarrollo de las mismas. Realizaron una prueba utilizando el MRT (Mental Rotation Test) y una encuesta para determinar información básica, información académica previa al ingreso a la universidad y por último el uso de herramientas tecnológicas como uso de computador, smartphones y videojuegos. Al finalizar la investigación concluyeron que existe una carencia en el desarrollo de habilidades espaciales en los estudiantes que ingresan a la universidad debido a que la prueba MRT fue superada solo por el 40% de estudiantes, así mismo, establecieron que el género es un factor determinante en el desarrollo de las habilidades espaciales, las mujeres obtuvieron menores puntajes en la prueba. Finalmente y probablemente lo más relevante de la investigación, es que el uso frecuente de herramientas tecnológicas permite obtener un mejor desarrollo de las habilidades espaciales que los métodos tradicionales usados en los colegios y centros de educación superior. De esta forma, este trabajo le da sentido a la presente investigación al concluir que las herramientas tecnológicas propician el desarrollo de las habilidades espaciales y más aún cuando se afirma que los estudiantes llegan a la universidad con carencias en su desarrollo que afectan sus procesos.

Recursos Educativos Digitales Adaptativos.

Contexto internacional

ESPAÑA. Montero, M. & Gaudioso, E. (2006), presentan un trabajo titulado “Sistemas de Enseñanza Adaptativos: Experiencias de PDinamet en la enseñanza de la Física” en el que recogen una experiencia en educación secundaria en la asignatura de Física y Química con el

tema de la dinámica y en el que trabajan con un sistema de enseñanza adaptable (PDinamet) desarrollado a partir de una concepción constructivista del aprendizaje y en el que retoman un entorno interactivo de aprendizaje basado en web, llamado Dinamet, anteriormente utilizado. El recurso aquí trabajado, presenta características interesantes en cuanto a la adaptatividad, el sistema permite monitorear permanentemente las actividades del alumno y proporcionar información pedagógica y didáctica relevante para el docente, quien puede intervenir para prevenir o solucionar problemas de aprendizaje, para ello, PDinamet utiliza técnicas de inteligencia artificial. El sistema también guía de alguna manera al docente, no solo proporcionándole la información, sino brindándole consejos de cómo orientar a sus estudiantes, quienes son responsables de su propio proceso, pues en la interacción y navegación directa con la herramienta, pueden decidir si toman o no las recomendaciones que se les presentan. Por último, luego de una descripción juiciosa de la herramienta, los autores presentan como ejemplo un esquema de trabajo para el aula con PDinamet en el que realizan orientaciones para llevar a cabo un buen proceso dentro del salón de clases. Este estudio es un trabajo valioso, pues recoge todo el proceso de adaptatividad aplicado a un sistema interactivo, es muy detallado y realiza acompañamiento al docente para guiarlo en su utilización.

Sureda Nadal, N. (2015), desarrolla un trabajo con el fin de titularse en la Universidad de las Islas Baleares, en el que describe cómo diseña un juego electrónico educativo adaptativo con contenidos del área de Física y Química para estudiantes de segundo grado de la Educación Secundaria Obligatoria. El juego llamado “Mi nueva casa”, consiste en un laberinto que trabaja el tema de la energía y sus relaciones con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS). La investigación presenta una reflexión acerca del proceso de aprendizaje a través del juego y del desarrollo de recursos educativos electrónicos adaptativos como herramienta de atención a la

diversidad a través de la interacción con los mismos. Teniendo en cuenta el perfil del jugador y su modo de juego, describe qué elementos pueden incluirse en el proceso de adaptación (como por ejemplo el modelo de juego y el modelo de usuario) y cómo es la estructura general del juego en cuanto a actividades (actividad única y actividad compuesta). Finalmente, en sus conclusiones y luego de describir detalladamente el juego propuesto, la autora apoya la inclusión de TIC en el aula y el uso de juegos como una herramienta valiosa para el aprendizaje, así mismo, destaca específicamente los juegos adaptativos “como un camino a seguir con mucho potencial para mejorar la inclusión de todo el alumnado en las actividades de aprendizaje que se realizan en las aulas” (p.39). Este es un trabajo similar en varios aspectos a la presente investigación, es decir, un recurso digital a modo de videojuego educativo con un objetivo específico en la educación secundaria y en el que se incluye la adaptatividad como una opción válida e inclusiva para el aprendizaje; sin embargo, sería interesante que la autora continuara su investigación implementando el juego en el aula y describiendo su experiencia al respecto para poder detectar los alcances del juego.

Echevarría (2015), presenta un trabajo final de Magíster en la Universidad Autónoma de Madrid titulado “Determinación de reglas de adaptación en un videojuego educativo adaptativo empleando perfiles de jugador y aprendizaje”, este estudio pretende determinar unas reglas de adaptación a unos modelos de usuario identificados previamente teniendo en cuenta sus perfiles y estilos de aprendizaje, para ello el autor propone un videojuego educativo que luego utiliza como escenario de pruebas y para llevar a cabo el proceso de validación de la adaptación. El videojuego educativo, realizado sobre la plataforma e-adventure, consiste en un mundo virtual con tres escenarios (achiever, explorer, socializer) con el objetivo de aprender sobre la historia de un país; a medida que el usuario interactúa, primero se identifica su perfil y su estilo de

aprendizaje y luego se le va presentando la información de acuerdo a sus características y según las reglas de adaptación propuestas por el autor, basándose en un conjunto de reglas llamado ECA (Evento-Condición-Acción). Al final, el autor asegura haber obtenido los resultados esperados con las reglas de adaptación y haber logrado interés y motivación en los usuarios; por otra parte, Echevarría realiza una reflexión interesante cuando expresa la dificultad de hacer un videojuego educativo que pueda competir con los videojuegos comerciales, tanto por la calidad de los gráficos y su coste, como por las temáticas cautivadoras para los usuarios y, aún más complejo, cuando se integra la adaptatividad teniendo en cuenta perfiles y/o estilos de aprendizaje.

VENEZUELA. Fabregat (2012) realiza un trabajo titulado “Combinando la realidad aumentada con las plataformas de e-learning adaptativas” en el que pretende explicar cómo realizar la combinación de estas dos herramientas para ponerlas a disposición del estudiante en su proceso de aprendizaje. En primera medida, expone su teoría sobre los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA) señalando el tipo de factores que condicionan la forma de aprender de los estudiantes y cómo realizar la adaptación a partir del modelado de usuario basado en el contexto y de la personalización de los contenidos y de todos los elementos inmersos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En seguida, explica cómo los dispositivos móviles se han introducido en el proceso educativo y cómo su repercusión puede convertirse en una oportunidad valiosa para apoyar el aprendizaje, describe entonces los tres enfoques del m-learning como: 1. El uso de dispositivos móviles, 2. El aprendizaje fuera del aula de clase y 3. La necesidad de movilidad del estudiante. Luego Fabregat, introduce la realidad aumentada, describiendo diferentes tareas y técnicas que se deben utilizar para realizarla, como por ejemplo, captar e identificar la escena, mezclar la realidad y la información aumentada y finalmente visualizar. Asegura que integrar la

realidad aumentada en el proceso de enseñanza-aprendizaje permite que el estudiante aprenda de una forma más intuitiva e interactiva y puede convertirse en una alternativa en la enseñanza y en la superación de dificultades. Finalmente, concluye diciendo que la combinación de tecnologías emergentes como la realidad aumentada y la computación móvil en los entornos e-learning adaptativos, permiten un aprendizaje más personalizado y que los estudiantes vayan avanzando a sus propios ritmos y según sus intereses. El trabajo realizado por Fabregat, justifica la inclusión de TIC en el aula con diferentes recursos y muestra la posibilidad de combinarlos entre sí apoyándose en la adaptatividad, todo esto con miras a mejorar el aprendizaje de los estudiantes a través de la personalización de estos recursos educativos, teniendo en cuenta diferentes características, elementos y aspectos a integrar en ese proceso adaptativo.

Contexto nacional.

Duque (2009), en su trabajo de tesis doctoral “Modelo adaptativo multi-agente para la planificación y ejecución de cursos virtuales personalizados”, propone un modelo adaptativo basado en agentes de software para la planificación y ejecución de cursos virtuales personalizados en el que incluye un pre-planificador versátil, define también un modelo de dominio y un modelo de estudiante que se actualiza dinámicamente a través de técnicas de IA. Las principales características que el autor le da a su propuesta de modelo adaptativo, son que es neutro, abierto, funcional, intercambiable y además privilegia al estudiante en el proceso educativo, y además es genérico porque no se sujeta a un tipo de curso, área o temática en particular. El sistema fue diseñado para cursos virtuales en la Web, en un esquema cliente/servidor. Es un desarrollo con base en herramientas libres y multiplataforma, y permite el acceso desde cualquier plataforma que posea un navegador Web. Para el proceso de validación, se diseñó y construyó la plataforma experimental SICAD+ (Sistema Inteligente Adaptativo

MAS), desarrollada sobre Java, JADE y MySQL, y aunque el modelo fue validado para una temática y área específica, el autor concluye que puede ser aplicada en variados contextos, con diversas temáticas y utilizando herramientas libres. Aunque este trabajo está más enfocado a la construcción, diseño y programación del modelo de software, presenta relación al utilizar el modelo adaptativo propuesto en educación virtual.

García, (2014). Presenta un trabajo titulado “Componente adaptativo para equilibrar estilos de aprendizaje visual/verbal, utilizando estrategias de aprendizaje en la plataforma Moodle”, en el que pretende desarrollar un componente adaptativo para equilibrar estilos de aprendizaje visual/verbal, basado en el enfoque de Felder & Silverman y en el que utiliza estrategias de aprendizaje en la plataforma Moodle. El investigador realiza el proceso de adaptatividad, agregando información de los estudiantes que fue recolectada a través de módulos que gestionaron herramientas como cuestionarios, y que luego dieron como resultado la creación de grupos de acuerdo a esas características para adaptar el curso a partir de actividades y material de estudio, ligadas a las estrategias de aprendizaje predominantes. La validación se hizo con una muestra de estudiantes del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena, realizando pruebas y verificando la funcionalidad del componente adaptativo. Su principal conclusión fue confirmar el componente software como una herramienta valiosa para la comunidad académica que desee implementar aplicaciones e-learning con fundamento pedagógico.

Malagón, (2015). Presenta un trabajo de Maestría titulado “Juego Educativo Digital Adaptativo -Reporteros Digitales- para el desarrollo de competencias escritas en estudiantes que se encuentran en riesgo de fracaso escolar”, realizado en la Universidad de la Sabana y bajo la línea de investigación “Hacia una adaptatividad en el aula”. Se propone y desarrolla un juego

educativo adaptativo que permita desarrollar competencias escritas en estudiantes que presentan riesgo de fracaso escolar, su estudio pretendió analizar e interpretar la influencia del juego en las competencias comunicativas de este tipo de estudiantes. Dentro de sus conclusiones, destaca que el Juego Educativo Digital Adaptativo “Reporteros Digitales” logra personalizar la experiencia de juego a cada usuario, lo que les permitió desarrollar sus competencias lectoras y escritoras, asumir progresivamente nuevos retos cognitivos y experimentar situaciones de éxito y frustración. Este trabajo es un referente muy cercano y proporciona información importante sobre los temas principales del presente trabajo como son la adaptatividad, los recursos educativos digitales y los juegos educativos en conjunto, así mismo, se logra observar que la adaptatividad en el aula, presenta efectos positivos en diferentes contextos, niveles y temáticas.

Rodríguez (2015), presenta su trabajo “Enseñanza del Sistema Bucal Mediante un Recurso Educativo Digital Bilingüe Adaptativo” producto de una investigación de la línea “Hacia una adaptatividad en el aula” en la Universidad de la Sabana. Su estudio tiene como objetivo analizar el efecto de un Recurso Educativo Digital Adaptativo en el aprendizaje bilingüe del sistema bucal para los estudiantes de cuarto grado de primaria en un colegio público. Presenta referentes importantes sobre los temas que desarrolla y una interesante descripción del Recurso Educativo Digital Bilingüe Adaptativo (R.E.D.B.A.) propuesto. Finalmente, pudo evidenciar que el recurso tuvo efectos positivos en el aprendizaje del sistema bucal en los estudiantes y que proveer al estudiante de herramientas de acuerdo con su estilo de aprendizaje es la mejor manera para que dicho conocimiento se convierta en algo significativo. De la misma forma, expresa que el recurso adaptativo ofreció una solución eficiente para clasificar a los estudiantes y, mediante una realimentación adecuada, se puede ayudar tanto a docentes como a estudiantes a reconocer las diversas fallas en el proceso de las clases. Este trabajo representa una

importante evidencia de que un RED adaptativo, puede lograr avances en el proceso de los estudiantes, en este caso, identificando y operando según sus estilos de aprendizaje.

Marco teórico

Esta investigación, debe fundamentarse en unos conceptos definidos que enmarquen y organicen la información y hagan más explícito el contenido que se pretende abordar. Por ésta razón, en el presente estudio referente a la Maestría en Informática Educativa, se hace indispensable abordar el concepto de educación para que desde esta perspectiva se pueda trazar el camino a seguir. Este apartado se estructura en tres partes (referentes pedagógicos, referente TIC y Educación y referentes disciplinares), sin embargo, se busca llevar un hilo conductor que defina la secuencia del presente trabajo investigativo:

Referentes pedagógicos

Educación.

El concepto de educación ha sido definido y redefinido a lo largo de los años a través de múltiples investigaciones, desde que apareció en la antigüedad si nos referimos a su etimología y hasta nuestros días abordado y utilizado ya como un concepto común, como lo afirma Sarramona (1989) “el término educación es de uso habitual en la vida cotidiana porque a todos nos afecta de algún modo” (p.27). Sin embargo, no es objetivo de este estudio profundizar en el concepto de educación, pero se hace necesario ceñirse al concepto que más se ajusta a los contenidos y aportes que se pretenden desarrollar en este trabajo:

La educación es la acción ejercida por las generaciones adultas sobre aquellas que no han alcanzado todavía el grado de madurez necesario para la vida social. Tiene por objeto el suscitar y desarrollar en el niño un cierto número de estados físicos, intelectuales y morales que exigen de él tanto la sociedad política en su conjunto

como el medio ambiente específico al que está especialmente destinado. Durkheim, E., & Debesse, M., 1996 (p.50).

En este sentido, aunque no son los maestros los únicos adultos que ejercen una acción educativa sobre quienes no tienen aún un grado de madurez para desenvolverse en la sociedad, sí constituye la esencia de la profesión docente realizar el acto educativo de una forma totalmente consciente apuntando al desarrollo de un sinnúmero de habilidades en los niños y además teniendo en cuenta dos contextos: en el que se realiza tal acto educativo y el contexto hipotético en el que se desenvolverá el niño en formación.

Pedagogía y didáctica.

Sin duda, el entorno social es inherente al desarrollo del ser humano, el filósofo español Fernando Savater (1999) escribe en su libro las preguntas de la vida:

Nadie llega a convertirse en humano si está solo: nos hacemos humanos los unos a los otros. Nuestra humanidad nos la han ‘contagiado’: ¿es una enfermedad mortal que nunca hubiéramos desarrollado si no fuera por la proximidad de nuestros semejantes! Nos la pasaron boca a boca, por la palabra, pero antes por la mirada: cuando todavía estábamos muy lejos de saber leer, ya leemos nuestra humanidad en los ojos de nuestros padres o de quienes en su lugar nos prestan atención. Es una mirada que contiene amor, preocupación, reproche o burla: es decir, significados. Y que nos saca de nuestra insignificancia natural para hacernos humanamente significativos. (p.58).

De acuerdo a lo anterior, la educación debe comprender y trabajar en torno al desarrollo del ser humano en la sociedad y saber lo que ésta espera de él y así ejercer acciones que lo preparen y lo formen para desenvolverse eficazmente en ella; es aquí cuando surgen unos cuestionamientos sobre la educación y su ejercicio reflexivo: ¿para qué enseñar?, ¿cómo enseñar?, ¿cuándo enseñar?, ¿con qué enseñar?, referido al saber docente y a ese acto consiente

de formar, entra la pedagogía, como concepto más amplio que el de sus raíces etimológicas griegas, a tratar de responder desde diferentes perspectivas todas estas cuestiones y otras que vayan surgiendo de acuerdo a las transformaciones sociales, como afirma Zuluaga (1989) en su concepto de pedagogía: “La pedagogía es la disciplina que conceptualiza, aplica y experimenta los conocimientos referentes a la enseñanza de los saberes específicos en las diferentes culturas” (p.21), aceptado por varios autores (Hoyos, 2008) y por el Ministerio de Educación Nacional, sin embargo, si se piensa en los conocimientos referentes a la enseñanza, ¿dónde quedan los del aprendizaje?, es decir, ¿qué responde a los demás cuestionamientos?: ¿cómo aprenden los estudiantes?, ¿qué instrumentos y/o herramientas se pueden usar para que aprendan mejor?, puede que la pedagogía se centre en la enseñanza, pero su intención es lograr el aprendizaje, por ello es que junto con la didáctica tratan de responder dichos cuestionamientos y realizar un proceso exitoso:

La didáctica está ubicada dentro de la pedagogía y posee una fundamentación esencial y teórica que está dirigida a la educación y el desarrollo de las nuevas generaciones, cobijando los procesos de enseñanza y aprendizaje, y la relación maestro estudiante a través de la cultura (Álvarez, 2003, p.33).

Proceso de enseñanza y aprendizaje.

Está claro que para el quehacer docente, el proceso de enseñanza no se puede separar del proceso de aprendizaje, es una relación bidireccional, se necesita de una para que se produzca la otra, por ello, se debe planear uno pensando en el otro, por ejemplo si se tiene un contenido específico dentro del currículo para un período determinado, se deben planear qué tipos de aprendizajes se quieren lograr con respecto al tema (¿qué deben aprender?) y a su vez, diseñar las estrategias de enseñanza necesarias para lograr esos aprendizajes, es decir el ¿cómo

enseñarlo?; sería inoficioso el planear qué deben aprender los estudiantes sin pensar en cómo enseñarlo y al igual, planear cómo enseñarlo sin tener claro qué es lo que deben aprender.

Teniendo claros y planificados los aprendizajes y cómo enseñar para lograrlos, se consigue solidificar el proceso de enseñanza-aprendizaje, definido por el Colectivo de Autores de la Universidad de la Habana como: "el movimiento de la actividad cognoscitiva de los alumnos bajo la dirección del maestro, hacia el dominio de los conocimientos, las habilidades, los hábitos y la formación de una concepción científica del mundo" (Sierra, 2004, p.29).

Modelos o enfoques pedagógicos.

Alrededor de la pedagogía y la didáctica, se han tejido otros conceptos y teorías que tratan de hacer que el proceso de enseñanza y aprendizaje sea más exitoso, proponiendo variadas formas de ejercerlo, viendo el proceso desde diferentes perspectivas pero siempre pensando en mejorarlo, los modelos pedagógicos han ido cambiando a lo largo de la historia, desde el modelo pedagógico llamado tradicional como el conductismo, hasta modelos pedagógicos basados en tendencias actuales como el conectivismo, sin embargo, Not (1992) citado por Zubiría (2004) en su artículo *¿Qué modelo pedagógico subyace a su práctica educativa?*, clasifica los modelos pedagógicos en dos grandes grupos: los modelos pedagógicos heteroestructurantes y los modelos pedagógicos autoestructurantes dependiendo de dónde esté centrado el proceso educativo y quién se hace responsable del mismo, es decir, que en el modelo heteroestructurante el proceso está centrado en la acción del docente, recae en él toda la responsabilidad del mismo y la construcción de conocimiento se da en un entorno externo al aula, en opuesto, en el modelo pedagógico autoestructurante el proceso está centrado en el estudiante, recae sobre él la responsabilidad del mismo y la construcción de su propio conocimiento viéndose el rol del docente como una guía durante todo el proceso.

Constructivismo.

Aludiendo a un modelo pedagógico autoestructurante, la teoría de Jean Piaget, deja claro que el proceso de adquisición de conocimiento es un proceso individual, en el que el individuo interioriza el conocimiento según las relaciones que establezca entre lo que conocía anteriormente y lo que se le presenta como información nueva, dado que Piaget está enmarcado en el modelo pedagógico constructivista, cabe resaltar que en su teoría no se le da mucha importancia a la influencia del entorno social en el que se desenvuelve el individuo, que finalmente es un factor determinante en el desarrollo humano, como lo afirman Granel & Coll (1994) “las propuestas pedagógicas inspiradas en el constructivismo piagetiano se caracterizan fundamentalmente por la poca atención prestada a los contenidos y a la interacción social (y, como consecuencia, a la instrucción)” (p.4), sin embargo, al trabajo de Piaget se le atribuye todo el sentido constructivista, dándole importancia a la interiorización del conocimiento como proceso en el sujeto en formación y a su autonomía, dos aspectos determinantes en el aprendizaje, sin duda, contribuye enormemente a la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje, al igual que Vigotsky, quien le atribuye casi que toda la importancia a la interacción del sujeto en formación dentro de su entorno social con su llamada ZDP o Zona de Desarrollo Próximo como primordial para el aprendizaje. Tal vez trabajos que integren las teorías de Piaget y Vigotsky podrían llegar a constituir el constructivismo real y no uno tan sesgado si se trabajara sobre una de las dos. Teniendo en cuenta lo anterior, dentro de las pretensiones de este trabajo, está la de llevar un enfoque constructivista que contenga en la propuesta el desarrollo de habilidades en los estudiantes desde el proceso mismo de interiorización de conocimiento sin excluir su contexto social como parte esencial de su desarrollo humano y que al fin del acabo influencia sus características individuales, sus ritmos de aprendizaje, sus dificultades. Visto

desde la adaptatividad, en el constructivismo es ineludible observar dicha diversidad, tal y como afirma Rivas (1991) “el tratamiento de la diversidad más compatible con una concepción constructivista del aprendizaje escolar y la enseñanza es el planteamiento de la enseñanza adaptativa” (p.3).

Referentes TIC y educación

Desde la concepción educativa concebida por Durkheim, E., & Debesse, M. (1975) referenciada anteriormente, muchas cosas han cambiado, en la actualidad dichos contextos se han transformado significativamente gracias a los dispositivos tecnológicos digitales, las nuevas tecnologías y a la gran cantidad de información con la que se cuenta fácilmente. El contexto en el que se realiza el acto educativo, en alguna medida, cuenta con dispositivos y redes que anteriormente no existían, así el colegio o escuela no los proporcione, los mismos estudiantes y algunos docentes los llevan a tal contexto, ahora hacen parte de su cotidianidad y aunque durante un tiempo hubo resistencia a reconocerlo, ahora se sabe que pueden ser aprovechados para el fortalecimiento escolar. Ahora bien, si se habla del otro contexto, es decir, del contexto en el que se desenvolverá el niño en formación, la situación es mucho más expectante, la tecnología se transforma e innova continuamente, con una velocidad impresionante al punto de volverse obsoleta en un corto período de tiempo, ¿cómo puede la educación llevarle el paso a la tecnología?, es una gran responsabilidad y un reto muy grande si pensamos en formar niños y jóvenes que se puedan desenvolver eficazmente en un entorno tan cambiante.

El acto educativo, además de ser un acto consciente hacia la formación y el desarrollo de habilidades, debe ejercerse integrando al aula lo que se conoce como Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC, y además no solo utilizarlas, sino hacerlo pertinentemente agregando significado al aprendizaje y además invitando a los estudiantes a explorar, conocer,

investigar, seleccionar y analizar todo lo que se pueda llegar a encontrar, es decir, ahora el estudiante tendrá muchas más tareas y actividades de aprendizaje de las cuales ser responsable y el docente al ejercer su acción educativa consciente, lo hará utilizando las TIC convenientemente para lograr avances en sus estudiantes y guiando todo este proceso propiciando así el aprendizaje y la comprensión, y el desarrollo de múltiples habilidades: mentales, físicas, emocionales, creativas, comunicativas y sociales.

En definitiva, hoy es todo un reto para la educación la integración de las TIC, el impacto que causan en la mayoría de acciones cotidianas es innegable, como lo afirma Graells (2012)

Sus efectos se manifiestan de manera muy especial en las actividades laborales y en el mundo educativo, donde todo debe ser revisado: desde la razón de la escuela y demás instituciones educativas, hasta la formación básica que precisamos las personas, la forma de enseñar y de aprender, las infraestructuras y los medios que utilizamos para ello, la estructura organizativa de los centros y su cultura... (p.3).

Es por esto que la educación no puede quedarse atrás, debe haber una adaptación a este nuevo escenario y adoptar medidas que logren aprovechar su incidencia en favor del mejoramiento educativo, sin dejar de lado las experiencias obtenidas con la educación tradicional, lograr integrar y aprovechar el conocimiento ancestral y cultural y los modelos aplicados que han tenido buenos resultados en contextos variados.

Características del constructivismo y su relación con la informática educativa.

Si se piensa en el constructivismo como un modelo pedagógico al que se le atribuyen beneficios sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje en el que lo realmente importante es construir el conocimiento, donde el aprendizaje es activo y el docente es un guía, con las nuevas

tendencias en educación apoyadas con las Tecnologías de la Información y la Comunicación, este proceso puede potenciarse de una manera significativa, Hernández S. (2008) afirma

Los estudiantes tienen la oportunidad de ampliar su experiencia de aprendizaje al utilizar las nuevas tecnologías como herramientas para el aprendizaje constructivista. Estas herramientas le ofrecen opciones para lograr que el aula tradicional se convierta en un nuevo espacio, en donde tienen a su disposición actividades innovadoras de carácter colaborativo y con aspectos creativos que les permiten afianzar lo que aprenden al mismo tiempo que se divierten. (p.27).

En este sentido el conocimiento como objetivo del aprendizaje es construido a través de la experiencia, retomando a Piaget (1995), la experiencia es necesaria para construir esquemas mentales y a su vez estos esquemas construyen modelos mentales que se almacenan en la mente y producen asimilación y alojamiento (*Figura 2*). Graells (2012) apoya el constructivismo como modelo pedagógico viable para la integración de TIC en el aula, afirmando que:

Aparece un nuevo paradigma de la enseñanza mucho más personalizado, centrado en el estudiante y basado en el socio constructivismo pedagógico que, sin olvidar los demás contenidos del curricular, asegura a los estudiantes las competencias en TIC que la sociedad demanda y otras tan importantes como la curiosidad y el aprender a aprender, la iniciativa y responsabilidad, el trabajo en equipo... (p.14).

Lo anterior indica, que no solo se pretende incluir las TIC al aula, sino que realmente se busca potenciar el aprendizaje con la utilización de herramientas TIC, la construcción del conocimiento desde el propio estudiante con el docente como guía del proceso. Se presentan a modo concreto las características del aprendizaje constructivista en la *Figura 2*.

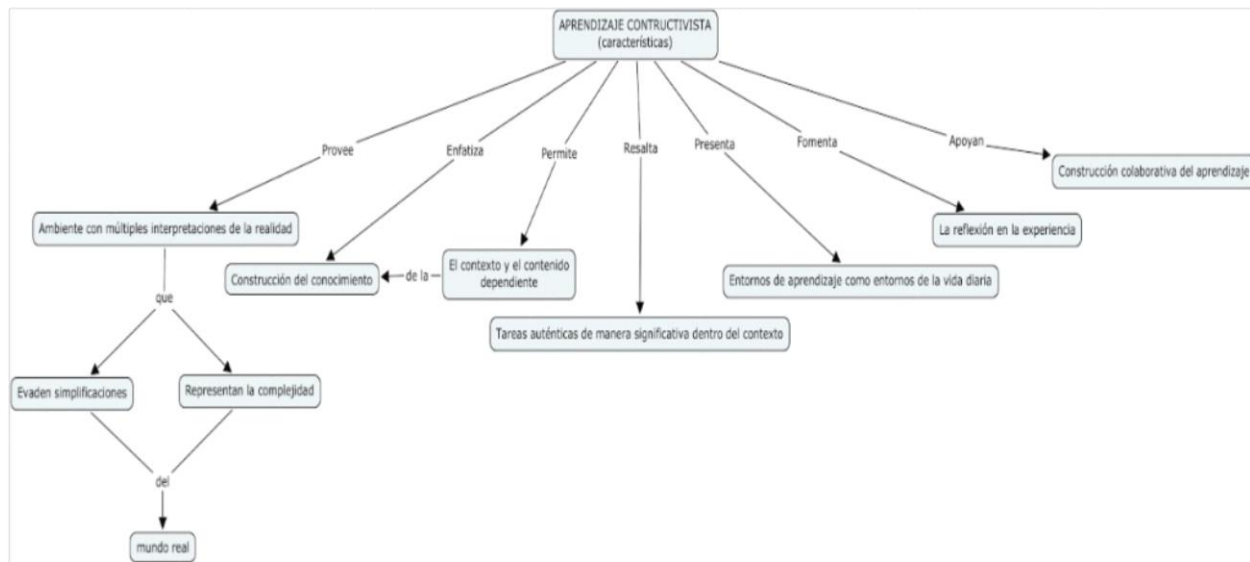


Figura 2. Características del aprendizaje constructivista

En el marco de este trabajo existen tres aspectos centrales inmersos con el contexto educativo descrito anteriormente, el primero de ellos es la adaptatividad, el segundo está relacionado con los recursos educativos digitales y el tercero es la convergencia entre los dos anteriores, es decir, los recursos educativos digitales adaptativos, a continuación se realiza una aproximación a la aclaración de los mismos.

Adaptatividad y educación adaptativa.

La adaptatividad como término etimológico aún se está reafirmando, tiende a concebirse como adaptabilidad, según la RAE (Real Academia Española), adaptabilidad es una cualidad de adaptable, sin embargo si se habla de “adaptable” en el contexto educativo al trabajar con sujetos, la palabra adaptar según la misma RAE significa: acomodarse, avenirse a diversas circunstancias, condiciones, etc., y no es el sentido que tiene la palabra adaptatividad, en contraste, en lugar de que el sujeto se adapte a las circunstancias, son las circunstancias las que se deben adaptar al sujeto. En educación, ésta distinción es bastante importante, debido a que a

pesar que se trabaja en aulas en las que se consideran unos estándares para que el aprendizaje sea lo más homogéneo posible, no se hacen los esfuerzos suficientes para considerar la heterogeneidad de los contextos educativos y de los individuos que los componen, sin duda la individualización del sujeto en formación es una de las claves para lograr un aprendizaje efectivo.

Según García, M. G., & Martínez, B. A. (2008), el término educación adaptativa aparece por primera vez publicado en el libro del año 1977 *Adaptive Education: individual education learning* de Robert Glaser siendo uno de los más aceptados y relacionados con la llamada pedagogía diferencial que estudia las diferencias individuales presentes en el aula y en las que se enfoca la educación adaptativa, en ella se contemplan algunos elementos que interrelacionados hacen que una estrategia adaptativa funcione o fracase. (Figura 3).

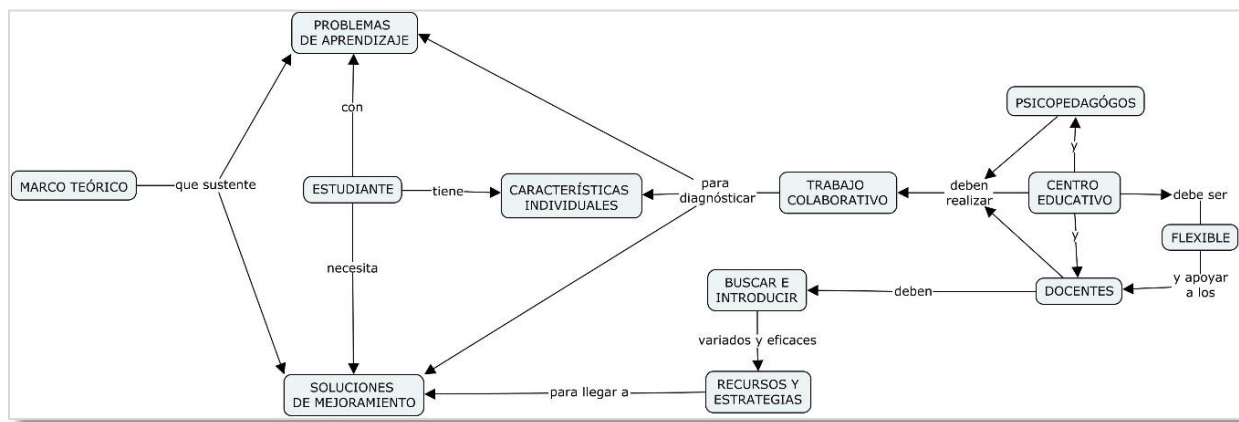


Figura 3. Elementos de una estrategia adaptativa

Según lo anterior, puede verse que una de las claves para llevar a cabo una estrategia adaptativa efectiva radica en el trabajo en equipo que la institución educativa, los docentes y los psicopedagogos puedan hacer, es decir, cada uno debe desde su perspectiva, apuntar a lograr un comunicación asertiva que conlleve a diagnosticar los problemas de aprendizaje, las

características individuales y así poder plantear unas soluciones de mejoramiento lo más acertadas posible y su vez cercanas a las necesidades individuales de los estudiantes.

La educación adaptativa, invita al docente a identificar y luego dominar las diferencias individuales de los estudiantes y a regirse de acuerdo a ellas para lograr unos resultados eficaces, para ello existe una metodología llamada ATI (Aptitud-Tratamiento-Interacción) que según García, es “una búsqueda de interacciones significativas y consistentes entre tratamientos y estudiantes” y que fue desarrollada en sus inicios por Cronbach, 1957 y Cronbach y Snow, 1977; y luego retomada por Snow, 1985; Carbo, 1983; Koran y Koran, 1984; Phillips, 1985; Driscoll, 1987; Holloway, 1988 y Tobias, 1989. La metodología ATI consiste en tener en cuenta las variables que influyen en la aptitud del estudiante y actuar con respecto a ellas determinando la instrucción, según García citando a Corno y Snow (1986), la aptitud es un término amplio que utiliza la Educación Adaptativa para referirse a las diferencias de los estudiantes y que incluye cualquier característica, cultural e individual, que informe sobre cómo será su aprendizaje o su rendimiento educativo. Cabe resaltar que la investigación ATI se ha relacionado con múltiples variables, con componentes tanto afectivos como cognitivos, entre las variables cognitivas se incluyen la visualización espacial (Kiser, 1990) y la aptitud analítica espacial vs la analítica verbal (Lohman, 1984). Así mismo, dentro de las estrategias de adaptatividad se destaca la relevancia de los estilos de aprendizaje como una de las variables para identificar las diferencias individuales de los estudiantes, sus características, sin embargo dentro de las estrategias adaptativas, se pueden seguir varios caminos tanto para identificar dichas características como para lograr un aprendizaje más personalizado a partir de esa identificación.

Adaptatividad y TIC.

Si se piensa en adaptatividad dentro del ámbito educativo, y a la vez en la inclusión de las TIC en el aula, existe un camino viable para integrarlos. Hace un tiempo, varios estudios se han centrado en utilizar TIC adaptativas encaminadas a mejorar el proceso educativo, de allí han surgido algunos conceptos importantes en los términos del presente estudio.

Hipermedia adaptativo.

Según De Bra (1999) citado por Berlanga & García (2004) "El objetivo de un Sistema Hipermedia Adaptativo es que sea el sistema el que se adapte al usuario y no al contrario, como sucede en los hipermedia clásicos, los cuales muestran el mismo contenido y los mismos enlaces a todos los usuarios" (p.8), es decir, que se diseña un sistema capaz de "leer" al sujeto cuando éste interactúa y genera información a partir de dicha lectura. La educación es uno de los campos en que más se utilizan Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA), Berlanga & García (2004) refiriéndose al Hipermedia Educativo afirman: "Considera el conocimiento que el estudiante posee y comprueba su nivel de destreza en el tema que se le pretende enseñar, con el objetivo de que éste comprenda el material de aprendizaje en un tiempo determinado" (p.9), proporcionando así una oportunidad mayor para lograr afianzar el conocimiento en los estudiantes en concordancia con su proceso de aprendizaje individual.

Según Brusilovsky (1996) citado por Berlanga & García (2004), existen cinco elementos que se deben tener en cuenta para la adaptación de un Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA): el conocimiento, los objetivos, las características del usuario, su experiencia y sus preferencias. De este modo un SHA se genera acomodándose a uno o varios de estos elementos, se presentará un nivel de incidencia mayor o menor sobre las características individuales, dependiendo de la

cantidad de elementos que se tengan en cuenta. En concordancia, Park y Lee (2004), plantean tres enfoques de instrucción adaptativa, el primero llamado Macro-adaptativo, determinado por el nivel de incidencia de la instrucción adaptativa y en el que se seleccionan unos pocos componentes de la misma en función de las características del usuario, el segundo enfoque es el Aptitud-Tratamiento-Interacción (ATI) abordado en párrafos anteriores que es la adaptación de los procedimientos específicos de instrucción y las estrategias a las características específicas de los estudiantes y por último la llamado Micro-adaptativo que adapta la enseñanza a un nivel micro en el que se diagnostica cada estudiante y se determinan sus necesidades específicas de aprendizaje.

Macro-adaptatividad

En este sentido, es adecuado profundizar en el concepto de Macro-adaptatividad teniendo en cuenta que es el enfoque que se adopta a la propuesta del presente trabajo. “En este macro-enfoque, se seleccionan alternativas instructivas en su mayoría sobre la base de los objetivos de instrucción del estudiante” (Park y Lee – 2004, p.652), además es uno de los sistemas más utilizados debido a que se presenta como una alternativa en ambientes escolares que manejan grandes grupos. A pesar de que el termino no ha sido muy divulgado, los sistemas macro-adaptativos han sido utilizados en las escuelas durante muchos años, Park y Lee (2004), realizan una reseña histórica interesante destacando los intentos realizados en muchas escuelas aplicando un sistema macro-adaptativo, por ejemplo aplicando pruebas de diagnóstico y luego seleccionando las lecciones para cada estudiante de acuerdo a sus resultados, presentar contenidos utilizando materiales educativos diferentes, diseñando módulos en los que según el desempeño de cada estudiante puede avanzar al siguiente o no hacerlo, etc., sin embargo, presentaban dificultades de tiempo y problemas en los ambientes escolares, en concordancia con

los autores, fueron propuestas exploratorias de los sistemas macro-adaptativos pero poco sistemáticas y algo antiguas. Uno de los primeros sistemas macro-adaptativos diseñado para ordenador, se llamó Computer Managed Instructional (CMI), con funciones para diagnosticar necesidades de aprendizaje y luego determinar actividades de instrucción de acuerdo a esas necesidades, más adelante, el aumento de PC y la capacidad de conectarlos a través de una red, facilitó la utilización de un sistema CMI personalizado.

Por otro lado, el Recurso Educativo Digital Adaptativo aquí propuesto, precisa adaptarse a características macro del usuario (entorno educativo, dificultades, edad, nivel de desarrollo cognitivo) y a sus decisiones (correctas o incorrectas), que dependen directamente de la experiencia y desarrollo que el usuario posea en términos de habilidad espacial, haciendo necesario diseñarlo sobre una estructura de conceptos relacionados con las habilidades espaciales, la perspectiva isométrica y la proyección ortogonal, el sistema deberá almacenar dicha información a través del registro de datos cuantitativos y a medida que el usuario (estudiante) interactúe, el juego deberá ejecutar un diseño instruccional para producir la adaptación de acuerdo a ello proporcionando un nivel de dificultad diferente. En el capítulo en el que se aborda la estructura del REDA se hace explícito.

Recursos Educativos Digitales

El termino Recurso Educativo Digital (RED), tiende a referenciarse con otros nombres, entre ellos Recursos Educativos Abiertos (REA), Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) y Materiales Educativos Digitales (MED), sin embargo, aunque relacionados entre sí, cada uno es usado en un contexto, estructura o con diferentes motivaciones por la comunidad académica. A continuación, algunas definiciones validadas por autores, instituciones y organizaciones nacionales e internacionales:

El Ministerio de Educación Nacional, se refiere a los OVA como “un conjunto de recursos digitales, autocontenible y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: Contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización” (MEN, s.f.).

Por su parte, la UNESCO afirma que los REA, “son simplemente recursos educativos que incorporan una licencia que facilita su reutilización, y potencial adaptación, sin tener que solicitar autorización previa al titular de los derechos de autor” (UNESCO, 2015, p. 5), mientras tanto, Díaz (2010), afirma: “Los materiales educativos que utilizan una licencia de Creative Commons, o que existen en el dominio público y son libres de derechos de autor son los Recursos Educativos Abiertos”. (Párr.2)

Por su parte, García (2010), define los MED en función de los RED “Los materiales digitales se denominan Recursos Educativos Digitales cuando su diseño tiene una intencionalidad educativa, cuando apuntan al logro de un objetivo de aprendizaje y cuando su diseño responde a unas características didácticas apropiadas para el aprendizaje.”, y termina especificando en qué tipo de momentos del proceso educativo, podrían utilizarse: “Están hechos para: informar sobre un tema, ayudar en la adquisición de un conocimiento, reforzar un aprendizaje, remediar una situación desfavorable, favorecer el desarrollo de una determinada competencia y evaluar conocimientos” (citado por Zapata, 2012).

Teniendo en cuenta la relación que existe entre los términos y que durante el desarrollo del presente documento se aborda como Recurso Educativo Digital, puede inferirse entonces que, un Recurso Educativo Digital es cualquier tipo de objeto o material que existe en medio

digital y que se utiliza con una intencionalidad educativa para potenciar el aprendizaje de los estudiantes.

Recursos Educativos Digitales Adaptativos

Teniendo en cuenta la anterior conceptualización de Recurso Educativo Digital y las bases de la educación adaptativa, se deduce y adopta que un Recurso Educativo Digital Adaptativo – REDA, es todo tipo de objeto o material en medio digital, que no solo se utiliza con una intencionalidad educativa para potenciar el aprendizaje, sino que se basa en un diseño instruccional que se adapta a determinadas características de los estudiantes según el nivel de adaptación. En este sentido, los Juegos Educativos Digitales Adaptativos, hacen parte de los REDA teniendo en cuenta sus características, sin embargo, están centrados en el aprendizaje a través del juego, están diseñados con el objetivo de mejorar el aprendizaje del estudiante facilitándolo al adaptarse a una o varias de sus características, según Carro, Breda & otros (2002)

Un juego educativo adaptativo consiste en un juego educativo en el que tanto el conjunto de actividades que pueden ser realizadas en cada momento como los juegos informáticos presentados se seleccionan dinámicamente para cada usuario en particular, con el objetivo de facilitarle el aprendizaje. Esta selección puede realizarse en función de características personales del usuario, como su edad, preferencias, etc. y/o las acciones que ha realizado durante su interacción con el juego. (p.p. 164-165)

Lo anterior conlleva a hacer una lectura del usuario (modelo de usuario) y que luego determinará en función de qué características se hará la adaptación (modelo del juego), esta decisión dependerá del objetivo de aprendizaje que quiera alcanzarse y de cómo planear y estructurar la adaptación en función del aprendizaje (diseño instruccional). En el caso de la propuesta aquí planteada, las características personales del usuario, están determinadas por las

características del entorno (colegio), la edad (curso y nivel de desarrollo cognitivo) y las acciones en su interacción con el juego (decisiones – respuestas a cada reto).

Referente disciplinar

Inteligencia y habilidades espaciales.

Aunque no es objetivo del presente trabajo poner en discusión el concepto de inteligencia, se hace necesario retomarlo a modo general para explicar sus diferentes posturas, pues deben destacarse las divergencias entre algunos estudiosos del tema que han tratado de definir un único concepto, algunos desde su visión de la inteligencia como una capacidad general, tal es el caso de Cattell (1886), Binet & Simon (1908), Goddard (1912), Stern (1912), Terman (1916), Yerkes (1917), Spearman (1927) entre otros, y de otro lado, autores que han optado por ver la inteligencia como un conjunto de habilidades o variables que la componen Thurstone (1938), Guilford (1947), Gardner (1983), Stumpf & Eliot (1999), incluyendo las habilidades espaciales como uno de esos componentes de la inteligencia, ya sea en esos términos o en otros utilizados como capacidades espaciales, razonamiento espacial, visualización espacial, percepción espacial, dependiendo de la perspectiva disciplinar con la que se aborde.

Retomando el concepto de inteligencia, Moreno, Vicente & Martínez (1998) afirman “un recorrido histórico sobre el concepto de inteligencia lleva casi obligatoriamente a comenzar con la tradición psicométrica, al ser esta escuela la que más productividad y más contribuciones importantes ha realizado” (p. 13). A partir de finales del siglo XIX y principios del siglo XX se habla de diversos términos relacionados con las habilidades espaciales en un momento de la historia en el que se empezó a indagar sobre las diferencias individuales y por ende la

inteligencia como característica meramente particular, según Martín (2010), fue James MacKeen Cattell quien se interesó y trabajó sobre las diferencias individuales a nivel psicológico utilizando por primera vez el término “test mental” para referirse a unas pruebas de carácter psicológico realizadas a un grupo de universitarios para determinar su nivel intelectual, sin embargo, fue Alfred Binet quien enfocado en las diferencias individuales en el contexto educativo, desarrolla sus investigaciones para medir la inteligencia basándose en tareas de comprensión y razonamiento, Binet se refirió a la inteligencia en términos de "juzgar bien", "comprender bien" y "razonar bien" (Martín – 2010 pág. 40), desarrollaron un test llamado Binet-Simon enmarcado por edades para medir la inteligencia.

Años seguidos, Henry Goddard aplicó el test Binet-Simon con otros fines y luego Lewis Terman realizó ajustes al mismo basado en que medir la inteligencia implicaba realizar funciones cognitivas complejas. Por su lado William Stern, psicólogo, planteó el término “coeficiente intelectual” como una medida que tenía en cuenta la edad mental y la cronología. Sin duda el siglo XX trazó un gran camino en la investigación sobre la inteligencia, se despertó la curiosidad por medirla y compararla, sin embargo, definir el concepto de inteligencia ha sido una difícil tarea, la misma RAE (Real Academia Española de la Lengua), presenta siete significados diferentes: 1. Capacidad de entender o comprender. 2. Capacidad de resolver problemas. 3. Conocimiento, comprensión, acto de entender. 4. Sentido en que se puede tomar una proposición, un dicho o una expresión. 5. Habilidad, destreza y experiencia. 6. Trato y correspondencia secreta de dos o más personas o naciones entre sí. 7. Sustancia puramente espiritual. El hecho de no poder manejar un solo significado aceptado ha causado cierto malestar en el medio científico, según Martín (2010), en 1986 por iniciativa de la revista *Intelligence* se reunieron muchos expertos convocados por Sternberg y Detterman para tratar de definir el

término “inteligencia”, sin embargo, el encuentro llegó a la conclusión de que encontrar una única definición es tan complejo por las múltiples variables que convergen en ella, que no es posible ponerse de acuerdo sin arriesgarse a dejar aspectos relevantes por fuera.

Por otro lado Vásquez y Noriega (2011), aseguran que en la primera mitad del siglo XX, Spearman (1927) hablaba de una concepción de inteligencia como un factor único y luego Thurstone en 1938 distinguía siete habilidades mentales primarias: 1) numérica, 2) de razonamiento deductivo, 3) comprensión verbal, 4) fluencia verbal, 5) visualización espacial, 6) velocidad perceptiva y 7) velocidad de memoria. Dejando ver la incompatibilidad que al respecto existió y que aún existe. Es importante resaltar la visión de Thurstone quien consideró la visualización espacial como una habilidad mental primaria indicadora de inteligencia.

Sin embargo, apoyándose en la visión de un estudioso contemporáneo de la inteligencia como Howard Gardner, se podría afirmar que en la mayoría de estudios subyacen dos grandes tendencias al considerar la inteligencia, la primera como una capacidad única que puede generalizarse y la segunda como un conjunto de capacidades, habilidades y factores que la componen. En la **Tabla 1** se muestran en resumen algunos autores según sus posturas en cuanto a la inteligencia incluyendo al mismo Gardner.

Tabla 1.
Autores según su concepto de inteligencia

| Capacidad única “Inteligencia General” | Conjunto de factores componen la inteligencia |
|--|---|
| James McKeen Cattell (1886) | Louis Leon Thurstone (1938) |
| Alfred Binet y Theodore Simon (1908) | Joy Paul Guilford (1947) |
| Henry Goddard (1912) | Howard Gardner (1983) |
| William Stern (1912) | Heinrich Stumpf & John Eliot (1999) |
| Lewis Terman (1916) | |
| Robert Yerkes (1917) - APA | |
| Charles Spearman (1927) | |

Ya a finales del siglo XX, Howard Gardner (1983) define el concepto de “una inteligencia” como “la capacidad de resolver problemas, o de crear productos, que sean valiosos en uno o más ambientes culturales”, plantea su teoría de las inteligencias múltiples, uniéndose al grupo que considera la inteligencia como un conjunto de habilidades que la componen. Sin embargo, en su trabajo, deja claro que en su concepto le parece imposible tener una lista irrefutable y única de los componentes de la inteligencia, dejando abierto el debate al respecto a la comunidad científica. Gardner clasifica en primera instancia las diferentes inteligencias así: 1. Inteligencia lingüística. 2. Inteligencia musical. 3. Inteligencia lógico-matemática. 4. Inteligencia espacial. 5. Inteligencia cinestésico-corporal. 6. Inteligencia intra-personal. 7. Inteligencia interpersonal, para luego considerar la 8. Inteligencia Naturalista. Su clasificación ha sido un aporte indiscutible sobre todo al contexto educativo, en donde se han desarrollado diferentes estudios al respecto tanto en el aspecto global, es decir, como el conjunto de las inteligencias, como en el individual al estudiar cada una de las inteligencias planteadas. Una de ellas, la que atañe al presente trabajo es la inteligencia espacial, concebida desde Gardner como una “inteligencia” y por otros como “habilidad” o “capacidad”, sin embargo como se dijo antes, el término tiene diferentes nombres e interpretaciones, existen dificultades para determinar un concepto generalizado, es algo difícil de precisar desde una postura única, tal como lo afirman Llera & Álvarez (1995) “El término habilidad viso-espacial no es unitario ni fácil de definir”. Sin embargo las investigaciones sí apoyan la idea de considerarla como uno de los elementos de la inteligencia, Saorín (2006) “Las habilidades espaciales son una componente de la inteligencia. Todos los investigadores coinciden en la existencia de dicha componente, así como en considerarla como un factor fundamental en los modelos de inteligencia”. Martín (2010) citando a Stumpf & Eliot (1999), apoya ésta idea “no cabe duda que la habilidad espacial es una

componente de la inteligencia humana puesto que numerosas investigaciones lo respaldan pero no hay un acuerdo claro acerca de las sub-habilidades que forman esta componente de la inteligencia”

En consecuencia, aunque no existe un concepto consensuado y aceptado para las habilidades espaciales ni para el concepto de inteligencia y no es objetivo del presente trabajo llegar a definirlos, finalmente, se hace necesario tomar una de las definiciones del concepto en general que más abarca y se acerca a los objetivos del presente estudio:

En el caso del concepto de inteligencia, Ardila, R. (2011), realiza una investigación sobre el problema de consolidar una única definición del término, sin embargo, hace una buena aproximación al mismo, teniendo en cuenta “el estado actual de nuestros conocimientos”:

Inteligencia es un conjunto de habilidades cognitivas y conductuales que permite la adaptación eficiente al ambiente físico y social. Incluye la capacidad de resolver problemas, planear, pensar de manera abstracta, comprender ideas complejas, aprender de la experiencia. No se identifica con conocimientos específicos ni con habilidades específicas sino que se trata de habilidad cognitiva general, de la cual forman parte las capacidades específicas. (p.100).

Por otro lado, Martín (2010) cita la definición de habilidad espacial hecha por Saorín (2006), quien basado en otros autores como (Guilford & Zimmerman, 1947), (Pellegrino, Alderton, & Shute, 1984), (Linn & Petersen, 1985), la describe como:

La habilidad de manipular mentalmente los objetos y sus partes en un espacio bidimensional y tridimensional. Desde la perspectiva de su medición se puede entender como la habilidad de realizar rotaciones y comparaciones de cubos bidimensionales y tridimensionales (Relaciones Espaciales) y la habilidad de reconocer piezas tridimensionales mediante plegado y desplegados de sus caras (Visualización Espacial). (p.50)

Sin embargo, como en este estudio en particular se hace referencia principalmente a tres habilidades en específico (orientación, visualización y rotación) y no todas pertenecen a un mismo grupo como componentes de la habilidad espacial según la visión de los autores, se hace necesario acudir a otros que las definen de manera específica:

- **Orientación:** Maier (1998), “es la capacidad de orientarse física o mentalmente en el espacio. La posición espacial de una persona es esencial para esta tarea”, y Potter & van der Merwe (2003) “Es considerada como la capacidad de orientarse en el espacio con relación a otros los objetos y la conciencia de donde se encuentra el observador”
- **Visualización:** French (1951) “Habilidad de manipular mentalmente objetos tridimensionales”, Maier (1998), “es la capacidad de manipular mentalmente, las imágenes visuales. Esto puede implicar imaginar las rotaciones de objetos en el espacio.” Pellegrino, Alderton, & Shute, (1984) y Olkun, (2003) “es la habilidad de reconocer objetos tridimensionales mediante el plegado y desplegado de sus caras.”
- **Rotación:** Maier (1998), “se refiere a la capacidad de rotar mentalmente imágenes visuales. Estas imágenes pueden ser bidimensional o tridimensional”, y Carroll (1993), “Es definida como la velocidad mental para girar formas simples y reconocerlas en otra posición.”

Aspectos metodológicos

Sustento epistemológico

Según la función de la investigación, se realiza una investigación aplicada con miras a la resolución del problema planteado, es decir, las falencias en las habilidades espaciales de los estudiantes del Colegio Castilla, siendo un problema de tipo práctico y preciso, se pretenden transformar las condiciones de un acto educativo didáctico y así cambiar la realidad educativa en un contexto determinado incorporando las TIC en el aula. Por otro lado y teniendo en cuenta que el problema se relaciona directamente con las habilidades espaciales que a través de los años han sido “medidas” desde diferentes perspectivas y que además se utilizarán los resultados de dicha medición antes y después de la aplicación de un REDA para comprobar o refutar una hipótesis, es válido y apropiado elegir como enfoque la investigación cuantitativa. Así mismo, los estudios previos sobre la incidencia de recursos educativos digitales sobre el desarrollo de habilidades espaciales, se han realizado bajo este tipo de enfoque apoyados en la naturaleza de los datos, el contexto y en la teoría de “entrenamiento y medición” de este tipo de habilidades.

El enfoque cuantitativo, cuenta con una amplia confiabilidad y aceptación en el entorno investigativo y en la investigación social, basada en mediciones y utilizando el método deductivo para confirmar o rechazar la hipótesis. Tiene como objetivo, según Bernal (2010) “la medición de características de los fenómenos sociales” (p. 60), y según Hernández, Fernández & Baptista (2010) “Describir, explicar y predecir los fenómenos (causalidad). Generar y probar teorías”, teniendo en cuenta que una hipótesis puede ser la fase inicial de una teoría. De esta manera, el enfoque cuantitativo se convierte en el camino más viable para dar solución al problema planteado en este estudio, pues se pretende determinar el efecto del uso de un REDA en las

habilidades espaciales en los estudiantes estableciendo las diferencias antes y después del uso del mismo y determinando la forma en que su uso puede contribuir al fortalecimiento de las mismas.

Diseño de la investigación

Según los alcances, se realiza un estudio de tipo descriptivo con tendencia a correlacional, teniendo en cuenta que se describe un fenómeno en un contexto determinado y se aplica una lógica deductiva ceñida a unos datos obtenidos en un proceso realizado bajo un enfoque cuantitativo, correlacionando una variable dependiente y una independiente para determinar los efectos de una sobre la otra. De esta forma se pretende analizar la relación de la variable independiente (la utilización del REDA -PIRE) y la variable dependiente (habilidades espaciales) y los efectos de la primera sobre la segunda, en este sentido se intenta predecir un fenómeno y probar una hipótesis. En otras palabras, se pretende determinar si los resultados del Test OVR-E siendo un indicador de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación de los estudiantes, variaron a partir del uso de un REDA en el grupo experimental y contrastarlos con los resultados del Test OVR-E de los estudiantes del grupo control en ausencia de uso del recurso.

En este caso, se quiere conocer en primer lugar si el uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo – REDA tiene efecto en las habilidades espaciales de los estudiantes, tratando de establecer las diferencias en dichas habilidades, antes y después del uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo con un grupo experimental y contrastar con un grupo control que no lo utiliza, luego identificar y describir cómo puede el REDA contribuir a fortalecer las habilidades espaciales y, finalmente identificando en cuál de ellas el REDA tuvo mayor efecto.

Según el tipo de investigación, se realiza un estudio de tipo cuasi -experimental como estrategia para recolectar la información necesaria, trabajando con dos grupos de comparación, uno experimental y uno control y en el que se manipula la variable independiente en el nivel mínimo de manipulación, es decir, presencia y ausencia de la misma, un estímulo reflejado en la utilización o no utilización del REDA. Así mismo, se realiza la medición del efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente antes y después, utilizando para ello una prueba pre, post y una segunda medición como post 2, en el que pasados aproximadamente cuatro meses, se repite el proceso de implementación con uso del recurso y se vuelve a tomar la medición de post-test para lograr el control y la validez interna del cuasi-experimento. En el grupo control se realizaron en total tres mediciones en ausencia de la variable independiente (REDA) y en el grupo experimental, una medición antes y dos mediciones después de las implementaciones con Recurso Educativo Digital Adaptativo, es decir, en presencia de la variable independiente (ver **Tabla 2**). Para realizar este proceso, se utilizaron unos instrumentos diseñados para recolectar los datos que posteriormente fueron analizados y finalmente condujeron a dar respuesta a la pregunta de investigación cumpliendo así con los objetivos propuestos. Dichos instrumentos, fueron aplicados directamente en el contexto educativo sobre el grupo de estudiantes durante su jornada escolar normal en la clase de Tecnología e Informática a cargo de la investigadora.

La investigación cuasi-experimental, ha sido utilizada en educación desde 1963 gracias a Campbell y Stanley, dichos autores tuvieron en cuenta que en los contextos educativos y en general en las ciencias sociales, eran muy pocas las posibilidades de tener el control absoluto de las variables y poder cumplir con el rigor de una investigación experimental. Por ello surgen las investigaciones pre y cuasi experimentales como alternativa que contempla algunas situaciones

que son casi imposibles de controlar para un investigador en este tipo de contextos ligados a la investigación social.

Hipótesis y variables

Según Cea D'Ancona (1996), “las hipótesis vienen expresadas en forma de proposiciones, en las que se afirma la existencia o inexistencia de asociación esperada, al menos entre dos variables (dependiente e independiente, generalmente), en una situación determinada” (p.p. 86-87), en concordancia con el problema y la pregunta de investigación planteada y los objetivos propuestos, la hipótesis de investigación (H_i) que se formula para el presente estudio es la siguiente:

- El uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo favorece el desarrollo de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial de los estudiantes de grado noveno del Colegio Castilla I.E.D.

Como hipótesis alterna (H_a):

- El uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo tiene un impacto significativo en el desarrollo de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial de los estudiantes de grado noveno del Colegio Castilla I.E.D.

Y finalmente como hipótesis nula (H_0):

- El uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo no favorece el desarrollo de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial de los estudiantes de grado noveno del Colegio Castilla I.E.D.

En consecuencia, se generan como variables:

- Variable dependiente: Las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación de los estudiantes de grado noveno.
- Variable Independiente: Recurso Educativo Digital Adaptativo R.E.D.A (PIRE)
- Variables Intervinientes: Experiencia con videojuegos y formación previa en dibujo técnico (expresión gráfica).

Se establecen las anteriores variables intervinientes porque según estudios alrededor del tema, el uso de videojuegos y la formación en dibujo técnico, mejoran las habilidades espaciales. (Ver Estado del Arte)

Población y muestra

Población.

Según Fracica citado por Bernal (2010), la población es “el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo” (p. 160), es decir que para efectos del presente estudio, la población estaría determinada por la totalidad de los individuos (estudiantes) sobre la que, en el caso de la investigación con enfoque cuantitativo, se generalizarían los resultados obtenidos en la muestra. En este sentido, es importante determinar quiénes harían parte de este grupo de individuos y sus características similares. En la presente investigación apuntando a la solución del problema y los objetivos planteados, se determina la población en los siguientes términos.

1. Alcance: Estudiantes del Colegio Castilla I.E.D. Jornada Tarde.
2. Tiempo: 1 año aproximadamente (2014-2015)

3. Elementos: Estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria el Colegio Castilla I.E.D. Jornada Tarde.
4. Unidades de muestreo: Todos los estudiantes que estén cursando grado noveno en la jornada tarde del Colegio Castilla I.E.D.

Muestra.

Marco Muestral.

Existen en el Colegio Castilla I.E.D., cuatro cursos por cada nivel educativo en básica secundaria y media. Teniendo en cuenta el nivel educativo al que está dirigida esta investigación (grado noveno), los cursos están identificados con los números 901-902-903- y 904, dos de estos cursos hicieron parte de la investigación, uno como grupo control y otro como grupo experimental objeto de estudio.

Briones (1996), define la muestra como “el conjunto de unidades de muestreo incluidas en la muestra mediante algún procedimiento de selección.” (p.57). En el presente estudio, la muestra corresponde a la parte de la población que se seleccionó para determinar el efecto del REDA en las habilidades espaciales, su tamaño se determinó según algunas condiciones que se especifican a continuación.

Se hacía conveniente realizar un método de muestreo probabilístico para determinar el tamaño de la muestra, teniendo en cuenta el tipo de estudio, es decir, diseño cuasi-experimental y el tipo de contexto, sin embargo, existen algunos criterios importantes que no permitieron realizarlo de ésta forma y que en alguna medida no dependieron de la decisión de la investigadora, debido a que existen ciertas restricciones y cuidados al trabajar con individuos menores de edad, se necesita autorización y consentimiento de sus padres y/o acudientes y al

mismo tiempo la participación de los estudiantes se determina como de carácter voluntario. Por lo tanto, el método de muestreo utilizado fue: No Probabilístico con fines especiales, en el que los sujetos de la muestra se escogen a partir de unos criterios establecidos que deben tenerse en cuenta. Según los criterios que se deben considerar para la presente investigación, no entraron a ser parte de la muestra aquellos estudiantes que:

1. No estuvieron dispuestos a participar en la investigación por voluntad propia.
2. No fueron autorizados por sus tutores legales.
3. No pertenecían a alguno de los cursos de grado noveno en el que el horario escolar es más estable. (La estabilidad del horario se refiere, a que el tiempo de clase tiene menor posibilidad de afectarse por actividades académicas y/o entrada o salida de estudiantes, es decir, el bloque de clase intermedio en la jornada escolar – tercera y cuarta hora).

Sumado a esto, por dinámica institucional, se hacía conveniente que todos los sujetos objeto de estudio y que hicieron parte de la muestra ya sea en el grupo control o en el grupo experimental, estuvieran en el mismo curso de grado noveno de la institución respectivamente y así evitar reuniones en horarios no académicos o reuniones que interrumpieran o afectaran de algún modo el horario escolar de los estudiantes o de otros docentes, este proceder, también permitió darle viabilidad al proyecto dentro de la institución, que los estudiantes se sintieran cómodos haciendo parte del proyecto y evitar que pudieran sentirse afectados al aceptar participar en él. En este sentido, hacen parte de la muestra:

Para el grupo control: 20 estudiantes del grado 903 de la jornada tarde del Colegio Castilla, de los cuales hacen parte 10 estudiantes de género masculino y 10 estudiantes de género femenino.

Para el grupo experimental: 20 estudiantes del grado 902 de la jornada tarde del Colegio Castilla, de los que hacen parte 10 estudiantes de género masculino y 10 estudiantes de género femenino.

Es importante destacar que teniendo un total de 40 estudiantes incluidos los dos grupos (control y experimental) la muestra cubre un 25% del total de los estudiantes de grado noveno de la jornada de la tarde y por ende un 12.5% del total de los estudiantes de grado noveno de las dos jornadas del Colegio Castilla I.E.D., constituyéndose en una muestra estadísticamente significativa dentro del contexto institucional.

Aspectos éticos

Teniendo en cuenta que la población y por ende la muestra objeto de estudio es menor de edad y para efectos de asegurar el respeto a la integridad y dignidad de los estudiantes que hacen parte de la muestra y de sus familias, se envió un consentimiento informado (Ver Anexo 2), en el que cada estudiante y su familia, analizaron y decidieron por voluntad propia, si querían hacer parte de la investigación, conociendo de antemano los alcances, las implicaciones y la seriedad con la que se debe asumir. Dicho consentimiento se realizó previa autorización del Rector del Colegio Castilla para realizar la investigación (Ver Anexo 1).

En cuanto a las consideraciones éticas, se establece la no utilización de los resultados obtenidos en ninguno de los instrumentos que hacen parte de la investigación, para discriminar a los estudiantes participantes, su aplicación tiene fines completamente científicos y como tal se manejaron.

Instrumentos, técnicas y validación

A continuación se listan los instrumentos y técnicas utilizadas para la recolección de los datos necesarios para el presente estudio.

Cuestionario – Encuesta estructurada

Según Sampieri (2010) “Tal vez el instrumento más utilizado para recolectar los datos es el cuestionario”. (p.217). En este trabajo, se aplica a través de una encuesta estructurada para facilitar la obtención de datos y la medición de variables. Bernal (2010), señala que “un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables que van a medirse”. (p.250). Su objetivo es definir el perfil de los estudiantes de la muestra, (caracterización) con “preguntas llamadas demográficas o de ubicación del participante encuestado” (Sampieri, 2010, p.225), y de obtener información sobre las variables intervinientes, a través de preguntas cerradas de selección múltiple con única respuesta. (Ver

Anexo 3).

El cuestionario está dividido en tres partes: la primera solicitando información básica con el fin de caracterizar la muestra objeto del estudio: nombre, curso, edad, género; la segunda, solicitando información académica enfocada a la formación previa en dibujo técnico y la tercera al uso de videojuegos, con la intención de recolectar datos sobre las variables intervinientes. Se aplicó utilizando internet en un formulario de Google Drive como parte inicial del Test OVR-E, para obtener los resultados de una forma rápida y práctica. Se usaron fuentes primarias para la obtención de datos y se aplicó a los estudiantes de educación básica secundaria pertenecientes al Colegio Castilla I.E.D. de grado noveno de la muestra.

Validación y confiabilidad.

Se utilizaron dos técnicas para determinar la validación y la confiabilidad del cuestionario, siguiendo el mismo proceso y en forma paralela al del test propuesto para este trabajo (Test OVR-E), el cuestionario se encuentra en la primera parte del mismo formulario de Google Drive utilizado para el Test. La primera técnica, fue la validación por expertos, en la que cinco personas realizaron revisiones y recomendaciones para la validez de contenido y redacción de las preguntas. La segunda técnica de validación, consistió en una prueba piloto con un grupo de 5 estudiantes escogidos al azar, pertenecientes a la población, estudiantes de grado noveno del Colegio Castilla, con condiciones similares a los de la muestra.

Las anteriores técnicas de validación, permitieron inferir que el cuestionario es un formato sencillo, corto, con preguntas claras y que puede responderse en un tiempo breve dado el tipo de preguntas (preguntas cerradas), según el juicio de los expertos quienes estuvieron de acuerdo y no vieron necesario realizar ajustes. Su validación interna indica que es suficiente según los términos de esta investigación y aporta los datos necesarios para la caracterización de los grupos y la información sobre las variables intervinientes. Además, la prueba piloto permitió verificar la consistencia interna del instrumento a través de la repetibilidad o fiabilidad test-retest, es decir, que el cuestionario fue aplicado dos veces al mismo grupo de 5 estudiantes y en tiempos diferentes obteniendo respuestas idénticas.

Cuestionario - Test.

Según la RAE (Real Academia Española), la palabra Test significa “Prueba destinada a evaluar conocimientos o aptitudes, en la cual hay que elegir la respuesta correcta entre varias opciones previamente fijadas”. Por su lado, Yela (1996) define un test como “un reactivo que aplicado a un sujeto, revela y da testimonio de la índole o grado de su instrucción, aptitud o manera de ser”(p.249), por ello, se pretendió diseñar un test que fuera capaz de medir las habilidades espaciales y en el que se disponen ítems que tienen una opción de respuesta correcta y aunque fue realizado específicamente para este estudio, se deja abierta la posibilidad de que pueda ser utilizado o adaptado a otros contextos con características similares.

A través de la historia, se han desarrollado diversos tipos de test que miden alguno o varios componentes de las habilidades espaciales desde una perspectiva particular, sin embargo, las pruebas validadas científicamente que existen en la actualidad y que tienen gran aceptación en el medio investigativo, son de difícil acceso, están en otros idiomas, han sido diseñados para

estudiantes de primeros semestres universitarios o personas que ya ejercen su profesión y además están enfocados a un contexto y nivel cognitivo diferente que no coincide con la población objeto de esta investigación, en su mayoría para sujetos adultos. Es el caso del Test de Rotación Mental (Mental Rotation Test- MRT) desarrollado por Vanderberg & Kuse en 1978 y el Test de Aptitudes Diferenciales (subtest de Relaciones Espaciales- DAT-SR) de Bennett, Seashore & Wesman en el año 2000, sin embargo, se tuvieron en cuenta pruebas elementales y reconocidas utilizadas comúnmente en este tipo de test.

El test propuesto para el presente estudio, recibe el nombre de Test OVR-E (Ver Anexo 4) por las siglas de las habilidades a medir (Orientación- Visualización-Rotación Espacial) y fue desarrollado atendiendo las particularidades del contexto, edad de los sujetos objeto de estudio de esta investigación y el tipo de habilidades a medir.

Su objetivo es medir las habilidades espaciales de orientación, visualización y razonamiento espacial en estudiantes de grado noveno (adolescentes) del Colegio Castilla I.E.D. Fue aplicado utilizando internet a través de un formulario de Google Drive, y así poder obtener los resultados de una manera más rápida. Se utilizaron fuentes primarias para la obtención de datos a partir del Test OVR-E aplicándolo a los estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria pertenecientes a la muestra tanto en el grupo control como en el grupo experimental.

El Test OVR-E se utilizó como instrumento de medición de habilidades espaciales en tres momentos, tanto en el grupo control (GC) como en el experimental (GE) y en la secuencia que presenta la **Tabla 2**.

Tabla 2.
Momentos de aplicación del Test OVR-E

| Grupo | Pre-test | Primera Implementación REDA | Post-test 1 | Segunda Implementación REDA | Post-test 2 |
|-------|----------|-----------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| GC | X | | X | | X |
| GE | X | X | X | X | X |

Proceso de validación del test.

La validación del Test OVR-E se realizó utilizando la técnica conocida como: “validación por juicio de expertos”, cinco personas idóneas (expertos) que aportaron al diseño del instrumento tanto de forma como de fondo, a continuación se presentan de forma general:

El primer experto es un psicólogo orientador del Colegio Castilla, quien conoce el contexto de los sujetos a quienes se les aplicará el instrumento y además aporta desde el punto de vista psicológico.

El segundo experto es una docente, Licenciada en Mecánica y Dibujo Técnico, Ingeniera Industrial, Especialista en Didáctica del Arte, trabajó durante años en el Instituto Técnico Industrial Centro Don Bosco a cargo del área de Dibujo Técnico y quien actualmente dirige la asignatura de Diseño en el Colegio Castilla, conocedora del contexto de los estudiantes y versada en el tema en cuestión.

El tercer experto, corresponde a un docente del área de tecnología e informática de otra institución distrital, Licenciado en Diseño Tecnológico, conocedor del tema. Aporta desde la mirada de un colega de área sobre la que se pretenden hacer los aportes en el presente estudio.

El cuarto experto es un profesional Licenciado en Diseño Tecnológico, docente del área de Tecnología e Informática en un colegio técnico industrial del distrito, Magíster en TIC en Educación de la Universidad de Salamanca (España) y además Técnico en Programación de Software del SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje), quien aporta desde la formación en TIC y además conoce en su contexto laboral la importancia del desarrollo de habilidades espaciales.

El quinto experto es un docente con más de 30 años de experiencia en el área de Dibujo Técnico en un Colegio Técnico Industrial del Distrito, el profesor Henario Pardo ha publicado alrededor de 6 libros de Dibujo Técnico: *Formatos Europeos Din A4, Principios de dibujo técnico. Construcciones geométricas, Dibujo Técnico. Manejo de instrumentos, Cortes, secciones vistas auxiliares y desarrollos, Rotulación industrial, Escritura vertical normalizada*, quien con su amplia experiencia y sabiduría acerca del tema, es un profesional muy valioso para la validación del instrumento.

El proceso de validación del Test OVR-E se realizó de la siguiente manera:

1. Se suministró el Test OVR-E a cada uno de los expertos durante unos días (alrededor de 5), junto con un formato de validación. (Ver Anexo 5)
2. Se recogieron las observaciones de cada experto a través del formato proporcionado.
3. Se identificaron, compararon y analizaron las observaciones hechas por los expertos, tanto de los ítems de manera individual como a nivel general, definiendo en cuáles de ellos, los expertos coincidieron en grado de favorabilidad, des favorabilidad y acuerdos parciales.
4. Se discriminaron los ítems así:
 - Se dejaron aquellos que todos los expertos aprobaron.

- Se omitieron aquellos que todos los expertos desaprobaron.
 - Se ajustaron aquellos en los que hubo acuerdos parciales.
5. Se realizaron los respectivos ajustes a los ítems según las recomendaciones de cada experto.
 6. Luego de haber realizado todos los ajustes, finalmente se realizó la firma de las constancias de validación por cada uno de los expertos a partir de la muestra final del test. (Ver Anexo 7).

El proceso de validación del Test OVR-E con los expertos, fue un proceso riguroso y muy importante, a partir de sus observaciones, fue posible realizar los ajustes necesarios para asegurar que el instrumento cumple con los requisitos y el objetivo para el que fue diseñado. Sus principales observaciones fueron: “El instrumento es claro y pertinente para los estudiantes de grado 9°. Los cambios sugeridos son de forma, no de fondo. Al ser un instrumento dinámico permite observar fácilmente las habilidades espaciales y las dificultades que se presentan en su desarrollo”, “...la prueba OVR-E es adecuada y precisa, permite abordar una metodología cuantitativa en el complejo campo de las habilidades /inteligencia espacial”, “La prueba está bien elaborada. Puede aplicarse.”, “La prueba tiene validez y está correctamente diseñada”, “Un instrumento interesante ya que aborda diferentes habilidades espaciales, algunos ejercicios presentan un nivel de dificultad considerable para los cuales una formación en dibujo técnico facilitaría su desarrollo gracias a la experiencia en este tipo de problemas”.

Confiabilidad.

Luego del proceso de validación, se procedió a realizar el proceso que determina la confiabilidad del instrumento, para ello se aplicó el Test OVR-E en una prueba piloto a un grupo de cinco (5) estudiantes que no hacen parte de la muestra y escogidos al azar, pero que tienen

características cercanas a la misma, por ejemplo, el mismo nivel educativo (grado noveno), la misma jornada y en la misma institución educativa. El instrumento fue aplicado dos veces a los mismos sujetos, en momentos diferentes con una diferencia de aproximadamente 15 días, siguiendo el mismo proceso de repetibilidad o fiabilidad test-retest del cuestionario de caracterización.

Se utilizó la estadística como método cuantitativo para medir los resultados, como se indicó anteriormente, el Test OVR-E tiene un total de 30 ítems divididos en tres partes de 10 preguntas cada una, por ello, el número total de respuestas correctas equivale al número del puntaje obtenido en el Test, es decir, máximo 30 puntos, se asignó a cada respuesta correcta el valor 1 y a cada respuesta incorrecta el valor 0.

Los cinco estudiantes participantes en la prueba de confiabilidad obtuvieron puntajes muy similares entre la primera y la segunda aplicación (ver

Anexo 17), se analizaron los datos hallando el coeficiente de correlación entre las dos series de puntuaciones, este coeficiente de correlación, es el coeficiente de fiabilidad, entre más cerca esté este valor a 1, mayor fiabilidad tendrá. En este caso, se interpretaron los resultados tanto por partes (por cada habilidad) como en puntuación total.

Tabla 3.
Coefficiente de correlación (fiabilidad Test OVR-E) prueba test-retest

| | Test - O | Test - V | Test - R | TEST | Re-test - O | Re-test - V | Res-test - R | RE-TEST |
|--------------|----------|----------|----------|---------|-------------|-------------|--------------|---------|
| Test - O | 1 | | | | | | | |
| Test - V | 0,34780 | 1 | | | | | | |
| Test - R | 0,46374 | 0,625 | 1 | | | | | |
| TEST | 0,76124 | 0,80566 | 0,85601 | 1 | | | | |
| Re-test - O | 0,98944 | 0,47946 | 0,53940 | 0,84017 | 1 | | | |
| Re-test - V | 0,31774 | 0,98821 | 0,59293 | 0,77493 | 0,44854 | 1 | | |
| Res-test - R | 0,48773 | 0,40977 | 0,88783 | 0,73455 | 0,53047 | 0,31675 | 1 | |
| RE-TEST | 0,77484 | 0,78916 | 0,84359 | 0,99425 | 0,85069 | 0,74293 | 0,77015 | 1 |

Teniendo en cuenta la **Tabla 3**, los coeficientes de correlación de cada una de las partes (Orientación, Visualización y Rotación), presentan tendencias cercanas a 1. De la misma forma, el resultado general del Test, muestra un $r_{xx}=0,99$, donde r_{xx} es el coeficiente de fiabilidad. Se tiene así, una elevada estabilidad de las puntuaciones que indica que las habilidades espaciales de los estudiantes no variaron entre una y otra aplicación.

Lista de chequeo - Observación

En este caso, la lista de chequeo consistió en un formato que contenía los datos básicos de cada estudiante del grupo experimental (nombre – curso) y en el que a partir de la implementación del recurso educativo PIRE, se registraron los datos de puntajes y tiempos obtenidos por cada jugador, datos necesarios para poder determinar la adaptatividad del recurso y que a su vez sirven como indicadores del tipo de habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación que los estudiantes tienen más o menos desarrolladas, teniendo en cuenta su estrecha relación con el diseño de cada uno de los niveles del juego y de los diferentes retos dentro de ellos.

El recurso educativo – PIRE, consta de tres niveles que a la vez están subdivididos en tres sub-niveles, el primero enfocado a la orientación espacial con un total de tres laberintos como sus tres sub-niveles; el segundo nivel, enfocado a la visualización y el tercero a la rotación. Cada nivel arrojó unas puntuaciones que ayudaron a determinar el grado de habilidad de los estudiantes en cada uno de los retos, de la misma forma el puntaje y el tiempo total sirven como indicador del grado de adaptatividad del recurso, teniendo en cuenta que cada reto toma puntuaciones diferentes de acuerdo al tiempo de respuesta del jugador y de la validez de la respuesta.

La lista de chequeo se aplicó a la par de las implementaciones 1 y 2, es decir, en las aplicaciones del recurso. La observación fue realizada por estudiantes del mismo curso de los estudiantes del grupo experimental luego de una inducción general, quienes diligenciaron el formato de las listas de chequeo al lado de sus compañeros mientras desarrollaban el juego al momento de las implementaciones. (Ver Anexo 15).

Validación y confiabilidad.

La validación de la lista de chequeo se realizó en la sesión de pilotaje, durante la cual el videojuego fue utilizado por personas del mismo contexto de la muestra pero con características diferentes en edad (tanto menores como mayores), desarrollo cognitivo, conocimiento o desconocimiento del tema del recurso, etc. El formato fue desarrollado por estudiantes de grado noveno no pertenecientes a la muestra luego de una inducción previa, quienes hicieron el papel de supervisores y al finalizar estuvieron de acuerdo con su estructura manifestando que era “fácil de llenar”. Posteriormente estos mismos estudiantes, replicaron su experiencia y apoyaron la inducción con los otros compañeros que harían las veces de supervisores de puntajes y tiempos en las sesiones de implementación.

Para lograr que los datos recolectados en la lista de chequeo a partir de la utilización del REDA fueran lo más objetivos posible, se utilizaron los puntajes y tiempos obtenidos del juego, no se dio lugar a interpretaciones al diligenciar el formato tal cual se iban presentando los números en la pantalla.

Variables de análisis

Con el fin de compactar la información y poder hacer una mejor lectura, se plantea el cuadro de hipótesis y variables (**Tabla 4**) contrastado con la información general de la investigación.

Matriz de operacionalización de variables

En función de este planteamiento, se construye la matriz de operacionalización de variables, tanto de la variable dependiente (**Tabla 5**), como de la variable independiente (**Tabla 6**), este proceso permite concretar las variables de la investigación y convertirlas en unidades medibles y observables de una forma específica para comprender de dónde se extraen y cómo se hacen cuantificables, en ese sentido, se realiza con la intención de orientar la forma en que se ejecuta el proceso de obtención de datos cuantitativos durante la investigación.

Tabla 4.
Cuadro de hipótesis y variables

| Componentes | Descripción |
|-----------------------|---|
| Tema | Recursos Educativos Digitales Adaptativos |
| Problema | ¿Qué efecto tiene el uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo en las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación en los estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria del Colegio Castilla I.E.D.? |
| Objetivo General | Determinar el efecto del uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo en las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, en los estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria de Colegio Castilla I.E.D. |
| Objetivos Específicos | <ul style="list-style-type: none"> • Establecer las diferencias en las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial en los estudiantes de un grupo experimental antes y después del uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo y de un grupo control que no lo utiliza. • Describir la forma en que el Recurso Educativo Digital Adaptativo llamado "PIRE" puede contribuir al fortalecimiento de habilidades espaciales de los estudiantes de grado noveno del Colegio Castilla I.E.D. • Identificar el tipo de habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial, en las que el Recurso Educativo Digital Adaptativo "PIRE" puede tener mayor efecto. |

| | | | | | |
|-------------------------------|---|------------------------|--------------|------------------------|--------------|
| Enfoque | Cuantitativo | | | | |
| Diseño | Cuasi-experimental con grupos control y experimental, con medidas pre, post1 y post2. | | | | |
| Fases de recolección de datos | Pre | Primera implementación | Post 1 | Segunda implementación | Post 2 |
| Técnicas | Test | Observación | Test | Observación | Test |
| Instrumentos | Cuestionario | Lista de chequeo | Cuestionario | Lista de chequeo | Cuestionario |
| Variables | <p>Variable Independiente: Recurso Educativo Digital Adaptativo (PIRE)</p> <p>Variable Dependiente: Habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial de los estudiantes de grado noveno.</p> <p>Variables Extrañas o intervinientes: Uso de videojuegos y formación previa en dibujo técnico.</p> | | | | |
| Control de variables | <p>El Recurso Educativo Digital Adaptativo favorece el desarrollo de habilidades espaciales</p> <p>El Recurso Educativo Digital Adaptativo no favorece el desarrollo de habilidades espaciales</p> <p>El Recurso Educativo Digital Adaptativo es indiferente al desarrollo de las habilidades espaciales</p> | | | | |
| Hipótesis | <p>Hi (Hipótesis de Investigación): El uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo favorece el desarrollo de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial de los estudiantes de grado noveno del Colegio Castilla I.E.D.</p> <p>Ha (Hipótesis Alterna): El uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo tiene un impacto significativo en el desarrollo de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial de los estudiantes de grado noveno del Colegio Castilla I.E.D.</p> <p>Ho (Hipótesis Nula) El uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo no favorece el desarrollo de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial de los estudiantes de grado noveno del Colegio Castilla I.E.D.</p> | | | | |

Tabla 5.

Matriz de operacionalización de variable dependiente

| MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE: Habilidades Espaciales | | | | | | |
|--|---|---|--|---|--|----------------------------|
| Conceptualización | Dimensiones | Sub dimensiones | Indicadores | Unidad de medida | Fuentes | Instrumentos |
| Habilidades espaciales Saorín (2006), "La habilidad de manipular mentalmente los objetos y sus partes en un espacio bidimensional y tridimensional. Desde la perspectiva de su medición se puede entender como la habilidad de realizar rotaciones y comparaciones de cubos bidimensionales y tridimensionales (Relaciones Espaciales) y la habilidad de reconocer piezas tridimensionales mediante plegado y desplegado de sus caras (Visualización Espacial)." | Orientación Potter & van der Merwe (2003) Es considerada como la capacidad de orientarse en el espacio con relación a otros los objetos y la conciencia de donde se encuentra el observador. Maier (1998), es la capacidad de orientarse física o mentalmente en el espacio. La posición espacial de una persona es esencial para esta tarea. | Orientarse en el espacio con relación a otros objetos. Conciencia de punto de vista del observador | Realizar recorridos en 2D y en 3D según coordenadas Relacionar recorridos 2D y 3D según ejes (X,Y,Z) Proceso mental de imaginar el punto de vista desde otra perspectiva | Puntaje obtenido en la primera parte del Test OVR-E | Estudiantes de grado Noveno del Colegio Castilla I.E.D. pertenecientes a la muestra. | Test OVR-E – Primera parte |
| | Visualización French (1951) Habilidad de manipular mentalmente objetos tridimensionales Maier (1998), es la capacidad de manipular mentalmente, las imágenes visuales. Esto puede implicar imaginar las rotaciones de objetos en el espacio. (Pellegrino, Alderton, & Shute, 1984) y (Olkun, 2003) es la habilidad de reconocer objetos tridimensionales mediante el plegado y desplegado de sus caras. | Reconocimiento de objetos en 2D y 3D y viceversa Conciencia de punto de vista del observador Rotaciones mentales de objetos en el espacio para relacionar correctamente sus caras y/o vistas. | Identificación de caras y vistas de objetos Proceso mental de imaginar ver el objeto por una cara perpendicular a ella | Puntaje obtenido en la segunda parte del Test OVR-E | Estudiantes de grado Noveno del Colegio Castilla I.E.D. pertenecientes a la muestra. | Test OVR-E – Segunda parte |
| | Rotación Maier (1998), se refiere a la capacidad de rotar mentalmente imágenes visuales. Estas imágenes pueden ser bidimensional o tridimensional. Carroll (1993), Es definida como la velocidad mental para girar formas simples y reconocerlas en otra posición. | Reconocimiento de vistas de objetos según su representación tridimensional Rotación mental de objetos en 3D sobre uno de los ejes X,Y,Z. | Proceso mental de girar objetos (sólidos isométricos 3D) y reconocerlos en otra posición (vistas 2D) Seleccionar de entre varios objetos el que se vea como en la vista 2D Rotación mental de objetos en 3D sobre uno de los ejes X,Y,Z | Puntaje obtenido en la tercera parte del Test OVR-E | Estudiantes de grado Noveno del Colegio Castilla I.E.D. pertenecientes a la muestra. | Test OVR-E – Tercera parte |

Tabla 6.

Matriz de operacionalización de variable independiente.

| MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE: Recurso Educativo Digital Adaptativo REDA - PIRE | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|----------------------|
| Conceptualización | Dimensiones | Sub dimensiones | Indicadores | Unidad de medida | Fuentes | Instrumentos |
| <p>PIRE es un Recurso Educativo Digital Adaptativo presentado a modo de Video juego educativo, fue desarrollado para PC y presenta actividades encaminadas a mejorar las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación. Llamado PIRE por sus siglas: Perspectiva Isométrica (utilizada como técnica de representación visual gráfica en el recurso) y Razonamiento Espacial (término surgido de la necesidad de referirse a una definición operacional de la inteligencia espacial - Vázquez, S. M., & Noriega Biggio, M. -2011. Pág. 147).</p> | <p>NIVEL 1. Orientación espacial. Se presenta a modo de reto y consiste en atravesar 3 laberintos en 2 dimensiones que constituyen las 3 vistas principales de un cubo laberinto en 3 dimensiones (según la normatividad nacional ICONTEC NTC-1777 y la internacional ISO-A), se inicia el primer laberinto por la vista frontal, luego pasa a la vista lateral derecha y finalmente sube a la vista superior donde encuentra la salida para subir al nivel 2.</p> | <p>Relacionar recorridos 2 dimensiones con recorridos en 3 dimensiones.</p> <p>Orientarse en el espacio con relación a otros objetos.</p> | <p>Capacidad para identificar direcciones (arriba-abajo-izquierda-derecha).</p> <p>Resolver laberintos.</p> | <p>Puntaje obtenido en el Nivel 1 de PIRE.</p> | <p>Estudiantes de grado Noveno del Colegio Castilla I.E.D. pertenecientes a la muestra.</p> | <p>PIRE Nivel 1</p> |
| | <p>NIVEL 2: Visualización espacial. Se presenta a modo de reto y está dividido en 3 subniveles:</p> <p>NIVEL 2A: <u>Grupo 1</u>. Figuras 1 a 10. Consiste en seleccionar correctamente la vista (proyección ortogonal) que se resalta en el sólido isométrico. Este reto ayuda a identificar y relacionar las representaciones en 2 y 3 dimensiones.</p> <p><u>Grupo 2</u>. Figuras 11 a 20. Consiste en seleccionar correctamente en el sólido isométrico la cara que se resalta en su respectiva proyección ortogonal. Es inverso al anterior.</p> | <p>Identificar y relacionar representaciones en 2 y 3 dimensiones del mismo objeto.</p> | <p>Identificación de caras de objetos relacionando su representación en 2 y 3 dimensiones.</p> | <p>Puntaje obtenido en el Nivel 2A de PIRE.</p> | <p>Estudiantes de grado Noveno del Colegio Castilla I.E.D. pertenecientes a la muestra.</p> | <p>PIRE Nivel 2A</p> |
| | <p>NIVEL 2B: <u>Grupo 1</u>. Figuras 1 a 10. Consiste en identificar el personaje que está observando la vista pedida del sólido isométrico.</p> <p><u>Grupo 2</u>. Figuras 11 a 20. Consiste en identificar la vista principal que observa el personaje del sólido isométrico.</p> | <p>Conciencia del punto de vista del observador. Proceso mental de imaginar ver el objeto por una cara perpendicular a ella a partir del punto de vista de otro observador.</p> | <p>Identificar correctamente el punto de vista de otro observador.</p> | <p>Puntaje obtenido en el Nivel 2B de PIRE.</p> | <p>PIRE Nivel 2B</p> | |

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE: Recurso Educativo Digital Adaptativo REDA - PIRE

| Conceptualización | Dimensiones | Sub dimensiones | Indicadores | Unidad de medida | Fuentes | Instrumentos |
|-------------------|--|--|--|--|--|----------------|
| | <p>NIVEL 2C: <u>Grupo 1.</u> Figuras 1 a 5. Consiste en ubicar correctamente las letras sobre el sólido isométrico según lo muestren sus vistas principales.</p> <p><u>Grupo 2.</u> Consiste en ubicar correctamente las letras sobre las vistas principales según lo muestre el sólido isométrico. Es inverso al anterior.</p> <p><u>Grupo 3.</u> El reto consiste en poner color a las vistas principales según lo muestre el sólido isométrico.</p> <p><u>Grupo 4.</u> Consiste en poner color al sólido isométrico según lo muestren sus vistas principales. Es inverso al anterior. Ayuda a identificar y relacionar las representaciones en 2 y 3 dimensiones.</p> | Identificar y relacionar representaciones en 2 y 3 dimensiones del mismo objeto. | Identificar entre varios observadores quién está viendo una representación bidimensional específica. Identificación de caras de objetos relacionando su representación en 2 y 3 dimensiones. Ubicar las vistas principales en su posición correcta (según la normatividad nacional ICONTEC NTC-1777 y la internacional ISO-A). | Puntaje obtenido en el Nivel 2C de PIRE. | | PIRE Nivel 2C |
| | <p>NIVEL 3. Rotación espacial. Se presenta a modo de reto y está dividido en 3 subniveles:</p> <p>NIVEL 3A. Consiste en ubicar correctamente las vistas principales de un sólido isométrico sobre una plantilla basada en el sistema de representación normalizado ICONTEC que es equivalente en dichas posiciones con el sistema ISO-A. Ayuda a reconocer una de las formas normalizadas para representar y ubicar la proyección ortogonal, además de relacionar las representaciones bidimensionales y tridimensionales de un mismo objeto.</p> | Reconocimiento de vistas de objetos para ubicarlas correctamente según la norma. | Proceso mental de girar objetos (sólidos isométricos 3D) y reconocerlos en otra posición (vistas 2D). | Puntaje obtenido en el Nivel 3A de PIRE. | Estudiantes de grado Noveno del Colegio Castilla I.E.D. pertenecientes a la muestra. | PIRE Nivel 3A. |
| | <p>NIVEL 3B. El reto consiste en seleccionar el sólido isométrico que corresponda a la vista principal mostrada en la parte superior. Ayuda a identificar la relación del sólido isométrico con su proyección ortogonal aunque existan otros objetos o gráficos que puedan distraer o confundir.</p> | Reconocer el sólido 3D desde una de sus vistas. | Seleccionar correctamente de entre varios sólidos aquel que se vea como en la vista 2D señalada. | Puntaje obtenido en el Nivel 3B de PIRE. | | PIRE Nivel 3B. |
| | <p>NIVEL 3C. El reto consiste en seleccionar el sólido isométrico correspondiente luego de haber sido rotado 90° o 180° según lo muestre el ejemplo. Ayuda a realizar rotaciones mentales de objetos en 3 dimensiones para poder reconocerlas en otra posición.</p> | Rotación mental de objetos en 3D sobre uno de los ejes X,Y,Z. | Seleccionar correctamente el sólido luego de haber rotado sobre uno de los ejes X,Y,Z. | Puntaje obtenido en el Nivel 3C de PIRE. | | PIRE Nivel 3C. |

Fases del proyecto

Con este apartado, se pretende acercar al lector al desarrollo general del proyecto de investigación, para ello, se describe cómo desde el inicio se siembra la inquietud que da lugar a la investigación posteriormente realizada.

Acceso al campo

Como ya se ha explicado, se detecta una necesidad de carácter educativo en el Colegio Castilla I.E.D. Cronológicamente, el acceso al campo se inicia con la llegada a la institución a finales del año 2013, al inicio, como es normal, se empieza a realizar una exploración del contexto y en los niveles educativos donde la investigadora tiene asignada su carga académica, teniendo en cuenta que el rol de docente en la institución como es obvio, exige interacción directa con los estudiantes y los demás docentes, se logran empezar a detectar los factores que llevaron a delimitar el problema de investigación. Durante el año 2014, se empiezan a revisar documentos propios del contexto como el Proyecto Educativo Institucional- PEI y en él el Sistema Institucional de Evaluación-SIE y la estructura curricular, en ése momento se promueve la realización de ajustes que estaban a cargo de la investigadora como la re-estructuración de la malla curricular del área de Tecnología e Informática en la que se evidencia una de las mayores causas del problema: la ausencia de ejes temáticos importantes pertenecientes a la asignatura de Tecnología, al mismo tiempo se realiza una reflexión encaminada a preguntarse las razones por las que la asignatura de Diseño se incluye en el área de artes y a partir de la interacción continua con la docente a cargo quien lleva más de 14 años en la institución, queda en evidencia que las razones tienen origen en la anterior dirección de la institución como estrategia para organizar conveniente y equitativamente la estructura curricular del colegio. De dicha interacción entre

colegas en un espacio reflexivo, también surgen las temáticas abordadas en cada asignatura (Tecnología y Diseño) llegando a la conclusión de que es conveniente y necesario ir de la mano en pro del buen desempeño de los estudiantes y empezar a identificar los problemas y abordar las posibles soluciones. Así mismo, se consideró pertinente desarrollar estrategias con estudiantes de grado noveno, debido a que están en el punto de culminar su educación básica secundaria, el momento propicio para evitar que lleguen con este tipo de vacíos a su educación media. A continuación, se presentan brevemente las generalidades del contexto:

Contexto Institucional.

El Colegio Castilla Institución Educativa Distrital es de carácter oficial, queda ubicado en la ciudad de Bogotá-Colombia. Ofrece los niveles de Educación Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria y Media Vocacional en dos jornadas: mañana y tarde. El Centro Educativo nació en 1989 como anexo al Instituto Distrital Castilla y en 1992 logró su independencia y autonomía administrativa como Centro Educativo Distrital Castilla. Posteriormente se denominó Centro Educativo Distrital de Educación Básica y Media Nueva Castilla, funcionando en las dos jornadas con los niveles de Educación Pre-escolar, Básica Primaria, Secundaria y Media. A partir del año 2007 y por disposición de la Secretaría de Educación Distrital es denominado Colegio Castilla Institución Educativa Distrital, actualmente cuenta con aproximadamente 1800 estudiantes por jornada.

El Proyecto Educativo Institucional (PEI), denominado "Comunicación, liderazgo y pensamiento empresarial ejes del proyecto de vida" estructura la filosofía institucional. El Colegio Castilla I.E.D. busca la formación de seres humanos respetuosos, que vivan en los valores, con alto sentido crítico, comprometido(a)s con su comunidad en la generación de opciones para alcanzar mejores alternativas de vida; con dominio de las competencias básicas

que le permitan la continuidad de su proceso educativo. Que sea un ser autónomo(a), solidario(a), con alto sentido ético, capaz de enfrentar positivamente los retos, conciliador(a), líder, organizado(a), con sentido de equidad de género, es decir, ciudadanos(as) competentes con un alto grado de responsabilidad social y proyecto de vida claro. (Tomado de Manual de Convivencia Colegio Castilla I.E.D.)

Fase preparatoria

En el contexto educativo todo es susceptible de ser investigado y abordado desde diferentes perspectivas, al iniciar el proceso investigativo fue muy difícil seleccionar uno de los muchos temas relevantes e incidentes en el proceso de enseñanza aprendizaje en el que se trabaja. Sin embargo, algo que debe tener claro un investigador es que el tema de investigación debe apasionarlo, el interés sobre un tema en particular hace que la investigación fluya y se realice con un grado de motivación propicio para que se pueda culminar de la mejor manera. En el tema elegido convergen una pasión y una necesidad educativa importante, referido por un lado a las habilidades espaciales y al diseño de actividades y recursos educativos y por el otro a la necesidad que tienen los estudiantes del contexto educativo a incidir en este aspecto, necesidad que se detectó desde el área de Tecnología e Informática y desde la asignatura de Diseño. Se suma además la posibilidad de impactar positivamente a mediano o largo plazo otros campos de conocimiento (áreas y/o asignaturas) en el mismo contexto y al mismo tiempo tener en cuenta procesos individuales en cuanto a ritmos de aprendizaje de los mismos estudiantes optando para ello estudiar y trabajar sobre el tema poco explorado en este contexto como es el de adaptatividad en el aula.

Lo anterior justifica en alguna medida el rastreo que se hizo de las investigaciones al respecto, estudios realizados en pro del desarrollo de habilidades espaciales a través de la utilización de recursos digitales y para entender ello, fue necesario realizar una breve pero suficiente recapitulación de conceptos que enmarcan el tema de investigación, la línea de investigación, el contexto educativo y otros aspectos importantes. De la misma forma, se rastrean trabajos que acogen la adaptatividad como eje de investigación, proporcionando información valiosa.

Por otro lado, en cuanto a la fase preparatoria específica del Recurso Educativo Digital Adaptativo "PIRE", posterior a su diseño y programación, se logró realizar un proceso de pilotaje que permitió detectar errores, fallas de programación, aspectos a mejorar en el diseño y la facilidad de navegación y a su vez identificar cuál era el mejor medio (PC o Tablet) para jugar PIRE y así finalmente asegurar que el material estuviera listo para su implementación en el aula directamente con el grupo experimental. (Ver

Anexo 13). En este punto es importante aclarar que inicialmente el proyecto de desarrollar el Recurso PIRE estaba planeado para funcionar tanto en PC como en dispositivos móviles con sistema Android, sin embargo, durante el proceso de programación se presentaron algunas dificultades que la sesión de pilotaje ayudó a detectar como la demora en la carga de imágenes e inconvenientes de usabilidad a raíz de la pantalla táctil, otros inconvenientes surgieron como imposibilidad de usar la red Wi-Fi del Colegio con las tablets de dotación de la institución, finalmente para poder superar éstos percances, fue necesario desistir de la idea de utilizar sistema Android y aplicar PIRE como juego para PC únicamente.

Se presenta a continuación la descripción general de las fases que se llevaron a cabo en el proceso de investigación:

Tabla 7.
Cronograma general del proyecto

| FASE | APARTADO | SEMESTRE | | | | DESCRIPCIÓN |
|------|--|----------|----|-----|----|---|
| | | I | II | III | IV | |
| 1 | Justificación y análisis del contexto | X | | | | Identificación de problemas del contexto – análisis. |
| | Planteamiento del problema y pregunta de investigación | X | | | | Construcción de la pregunta y planteamiento del problema. |
| | Objetivos | X | X | | | Construcción de objetivos de investigación (general y específicos). |
| | Estado del arte | | X | X | X | Búsqueda, análisis de investigaciones relacionadas. |
| | Proceso de diseño del recurso PIRE | X | X | X | | Diseño, programación y ajustes. |
| 2 | Marco teórico | | X | X | | Construcción de marco teórico |
| | Descripción de la implementación | | X | X | X | Descripción del proceso de implementación del Recurso PIRE. |
| | Aspectos metodológicos | | X | X | | Diseño metodológico de la investigación, determinación de la población y muestra, grupos control y experimental, variables e hipótesis. |
| | Recolección de datos – fases pre-test, implementación, post-test 1 y 2 | | | X | X | Aplicación de instrumentos e implementación con el recurso. |
| | Resultados y Hallazgos | | | | X | Análisis e interpretación de resultados en cada una de las fases desarrolladas para la obtención de datos. |
| | Aprendizajes | | | | X | Argumentación de los aprendizajes evidenciados por la investigadora. |
| 3 | Conclusiones y prospectivas | | | | X | Construcción de conclusiones a partir de los datos obtenidos y contrastados con los objetivos de la investigación. Comprobación de hipótesis. |
| | Construcción del documento | X | X | X | X | Proceso de construcción del documento de investigación. |

Descripción del Recurso Educativo Digital Adaptativo – PIRE

Justificación

Como se ha explicado antes, la investigación se centra en determinar el efecto de un Recurso Educativo Digital Adaptativo en las habilidades espaciales de estudiantes en un contexto particular y específico, se pretende así refutar la hipótesis nula (H_0) y comprobar que la aplicación de un Recurso Educativo Digital Adaptativo (REDA), contribuye al fortalecimiento de dichas habilidades. Para lograrlo, se hizo necesario diseñar el REDA teniendo claros los objetivos, identificando los elementos educativos, planteando cada reto con una intencionalidad clara y realizando el diseño instruccional de acuerdo a la teoría de la adaptatividad.

Objetivo general

- Fortalecer las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación.

Objetivos específicos

- Mejorar el desarrollo de la inteligencia espacial.
- Mejorar la capacidad de relacionar información bidimensional y tridimensional.
- Mejorar la capacidad para interpretar información tridimensional.
- Entrenar las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación.

Descripción general

PIRE como una sigla: Perspectiva Isométrica – Razonamiento Espacial, llamado así porque encierra la temática a trabajar relacionada con las habilidades espaciales y el tipo de perspectiva que maneja la parte gráfica del recurso, además se relaciona estrechamente con la forma de representación de la proyección ortogonal. Cabe aclarar que PIRE no presenta

conceptos teóricos explícitos, en vez de ello propone retos que estimulan los procesos mentales inmersos en las habilidades espaciales como son:

- Orientarse espacialmente en un espacio 2D y 3D relacionando recorridos 2 dimensiones con recorridos en 3 dimensiones.
- Orientarse en el espacio con relación a otros objetos.
- Identificar y relacionar representaciones en 2 y 3 dimensiones del mismo objeto.
- Tener conciencia del punto de vista del observador. Proceso mental de imaginar ver el objeto por una cara perpendicular a ella a partir del punto de vista de otro observador.
- Reconocer vistas de objetos para ubicarlas correctamente según la norma.
- Reconocer el sólido 3D desde una de sus vistas.
- Rotación mental de objetos en 3D sobre uno de los ejes X,Y,Z.

Características

PIRE, es el resultado de un gran esfuerzo por diseñar y crear un videojuego que posibilite el fortalecimiento de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación en estudiantes de grado noveno, este recurso, siendo adaptativo, busca tener en cuenta los ritmos de aprendizaje de los estudiantes, se caracteriza principalmente por:

- Adaptarse a las respuestas de los estudiantes, esto quiere decir que según la decisión de respuesta en cada reto, la programación del juego hace posible que el siguiente reto dependa de la respuesta anterior, esto es posible al tener en cuenta el nivel de dificultad “fácil” o “difícil” de cada una de las figuras en los retos.
- Permite que el estudiante se equivoque y aun así pueda terminar el juego.

- Existe realimentación en las pruebas, posibilitando que el jugador, al detectar su error, pueda corregirlo en la siguiente prueba.
- Presenta complejidad media, haciendo que más personas puedan utilizarlo.
- Los niveles del juego se presentan explícitamente a través de una ruta de juego.
- En algunos niveles el estudiante tiene la posibilidad de reflexionar y cambiar su decisión.
- Cuenta con mensajes de refuerzo emocional y refuerzo cognitivo.
- Tiene variedad de lenguajes como: texto escrito, imágenes fijas y en movimiento, gráficos y sonidos, la mayoría muestra una alta frecuencia y se presentan sistemáticamente.

Elementos educativos

Dentro de los elementos educativos de PIRE se encuentran:

- Ejercicios y actividades proyectadas a estimular las habilidades espaciales
- Perspectiva isométrica como representación gráfica en el recurso.
- Proyección ortogonal como representación gráfica en el recurso.
- Sistema de representación: a nivel nacional ICONTEC NTC- 1777 o su equivalente internacional ISO-A.
- Relación de representación bidimensional y tridimensional.

Niveles de PIRE

Las habilidades de orientación, visualización y rotación espacial, determinan a su vez los niveles del juego de la siguiente manera:

NIVEL 1: Orientación espacial. El reto en este nivel consiste en atravesar 3 laberintos en 2 dimensiones que constituyen las 3 vistas principales de un cubo laberinto en 3 dimensiones

(según la normatividad nacional ICONTEC NTC-1777 y la internacional ISO-A), se inicia el primer laberinto por la vista frontal, luego pasa a la vista lateral derecha y finalmente sube a la vista superior donde encuentra la salida para subir al nivel 2.

NIVEL 2: Visualización espacial. Este nivel a su vez está dividido en 3 subniveles:

NIVEL 2A: Grupo 1. El reto consiste en seleccionar correctamente la vista (proyección ortogonal) que se resalta en el sólido isométrico. Este reto ayuda a identificar y relacionar las representaciones en 2 y 3 dimensiones. Grupo 2. El reto consiste en seleccionar correctamente en el sólido isométrico la cara que se resalta en su respectiva proyección ortogonal. Es inverso al anterior. Este reto ayuda a identificar y relacionar las representaciones en 2 y 3 dimensiones.

NIVEL 2B: Grupo 1. El reto consiste en identificar el personaje que está observando la vista pedida del sólido isométrico. Ayuda a identificar el punto de vista del observador. Grupo 2. Consiste en identificar la vista principal que observa el personaje del sólido isométrico. Ayuda a identificar el punto de vista del observador.

NIVEL 2C: Grupo 1. El reto consiste en ubicar correctamente las letras sobre el sólido isométrico según lo muestren sus vistas principales. Este reto ayuda a identificar y relacionar las representaciones en 2 y 3 dimensiones. Grupo 2. Consiste en ubicar correctamente las letras sobre las vistas principales según lo muestre el sólido isométrico. Es inverso al anterior. Ayuda a identificar y relacionar las representaciones en 2 y 3 dimensiones. Grupo 3. El reto consiste en poner color a las vistas principales según lo muestre el sólido isométrico. Ayuda a identificar y relacionar las representaciones en 2 y 3 dimensiones. Grupo 4. Consiste en poner color al sólido isométrico según lo muestren sus vistas principales. Es inverso al anterior. Ayuda a identificar y relacionar las representaciones en 2 y 3 dimensiones.

NIVEL 3. Rotación espacial. Este nivel a su vez está dividido en 3 subniveles:

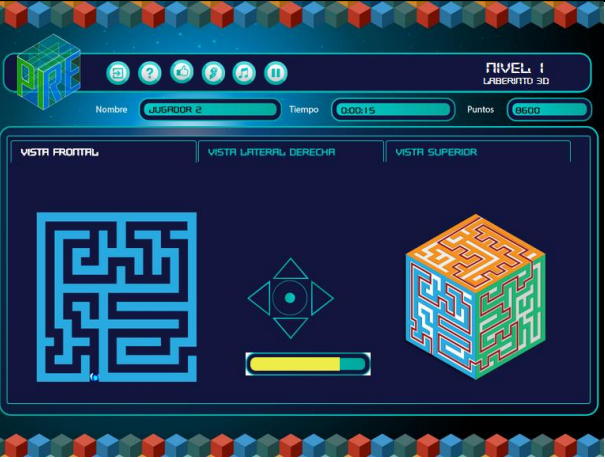
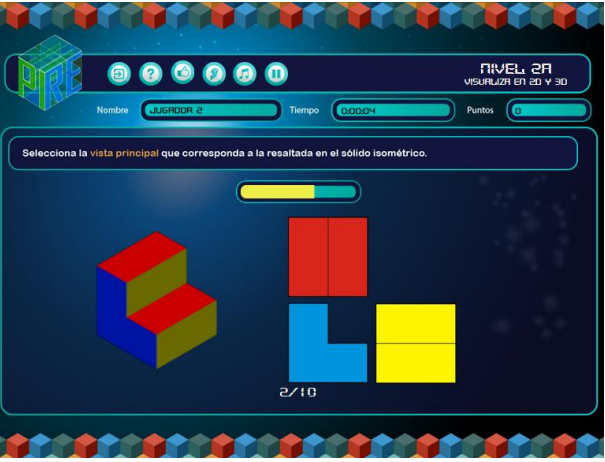
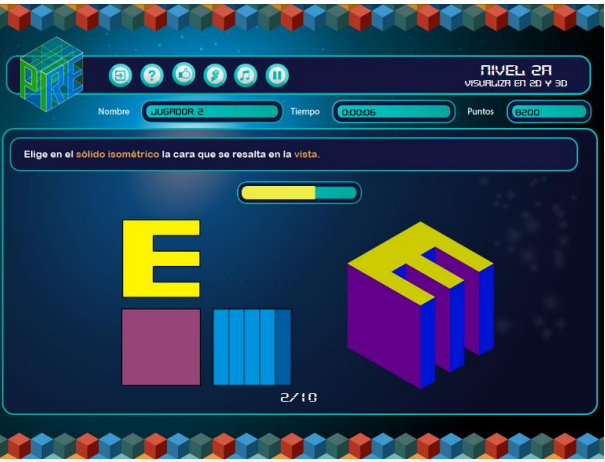
NIVEL 3A. El reto consiste en ubicar correctamente las vistas principales de un sólido isométrico sobre una plantilla basada en el sistema de representación normalizado ICONTEC que es equivalente en dichas posiciones con el sistema ISO-A. Ayuda a reconocer una de las formas normalizadas para representar y ubicar la proyección ortogonal, además de relacionar las representaciones bidimensionales y tridimensionales de un mismo objeto.


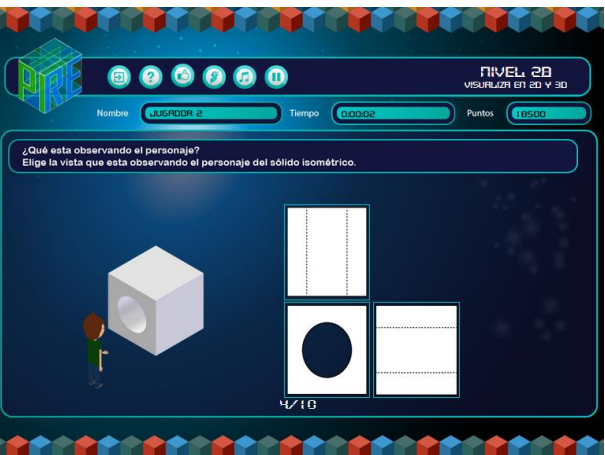
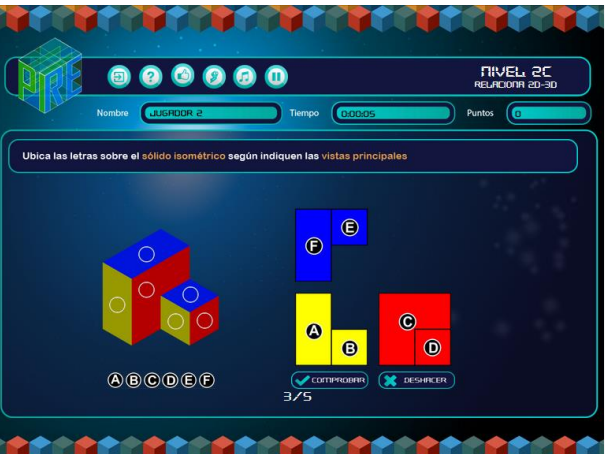
NIVEL 3B. El reto consiste en seleccionar el sólido isométrico que corresponda a la vista principal mostrada en la parte superior. Ayuda a identificar la relación del sólido isométrico con su proyección ortogonal aunque existan otros objetos o gráficos que puedan distraer o confundir.

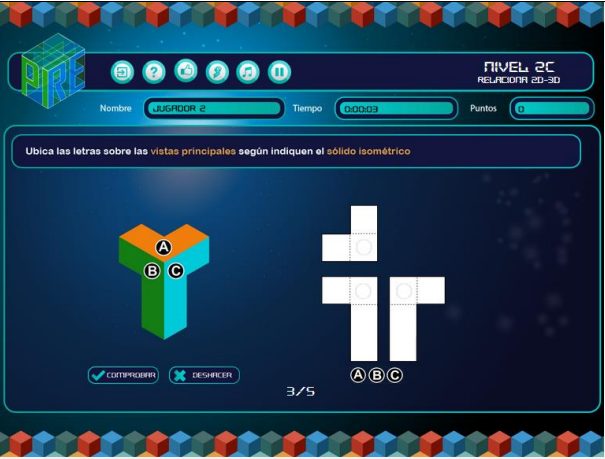

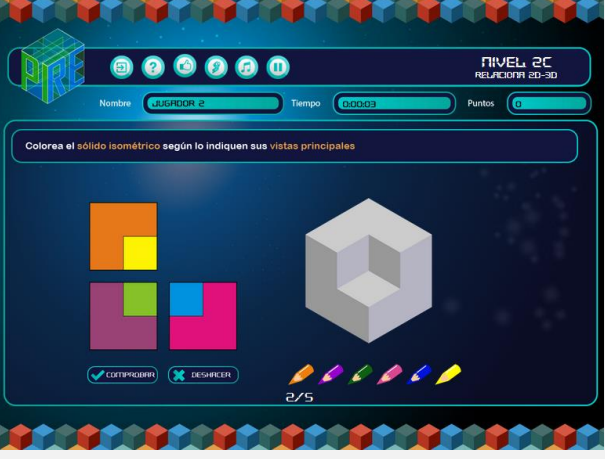
NIVEL 3C. El reto consiste en seleccionar el sólido isométrico correspondiente luego de haber sido rotado 90° o 180° según lo muestre el ejemplo. Ayuda a realizar rotaciones mentales de objetos en 3 dimensiones para poder reconocerlas en otra posición.

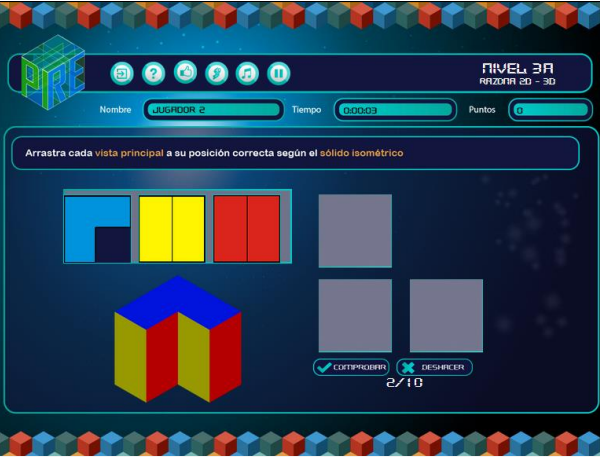
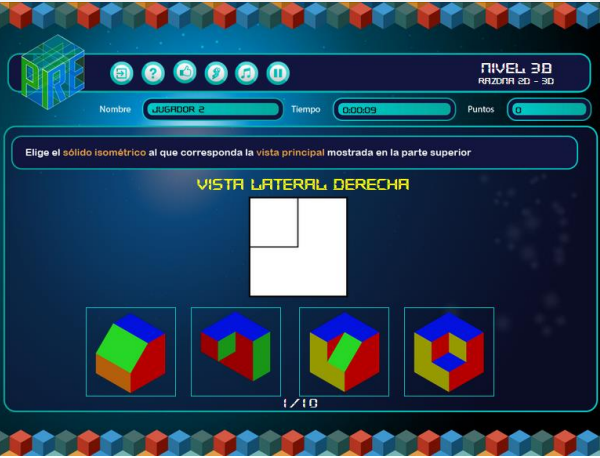

A continuación, se muestra la **Tabla 8** donde se resume el Recurso Educativo Digital Adaptativo llamado PIRE y se muestran imágenes de ejemplo de cada uno de los niveles y subniveles descritos anteriormente:

Tabla 8.
Resumen Videojuego PIRE por niveles.

| NIVEL | SUB-NIVEL | DESCRIPCIÓN | MUESTRA |
|-------|--|---|--|
| 1 | 1 Laberinto 1 Laberinto 2 Laberinto 3 | <u>Orientación Espacial.</u> Atravesar 3 laberintos en 2D que constituyen las 3 vistas principales de un cubo laberinto 3D. |  |
| 2 | 2A – Grupo 1 | <u>Visualización Espacial</u> Seleccionar correctamente la vista que se resalta, en el sólido isométrico. |  |
| 2 | 2A – Grupo 2 | <u>Visualización Espacial</u> Seleccionar correctamente en el sólido isométrico la cara que se resalta en su respectiva proyección ortogonal |  |

| NIVEL | SUB-NIVEL | DESCRIPCIÓN | MUESTRA |
|-------|--------------|--|--|
| 2 | 2B -Grupo 1 | <p><u>Visualización Espacial</u> Identificar el color de la camiseta del personaje que está observando la vista pedida del sólido isométrico</p> |  |
| 2 | 2B – Grupo 2 | <p><u>Visualización Espacial</u> Identificar la vista principal que observa el personaje del sólido isométrico</p> |  |
| 2 | 2C - Grupo 1 | <p><u>Visualización Espacial</u> Ubicar correctamente las letras sobre el sólido isométrico según lo muestren sus vistas principales</p> |  |

| NIVEL | SUB-NIVEL | DESCRIPCIÓN | MUESTRA |
|-------|--------------|---|--|
| 2 | 2C - Grupo 2 | <u>Visualización Espacial</u> Ubicar correctamente las letras sobre las vistas principales según lo muestre el sólido isométrico |  |
| 2 | 2C - Grupo 3 | <u>Visualización Espacial</u> Poner color a las vistas principales según lo muestre el sólido isométrico. |  |
| 2 | 2C - Grupo 4 | <u>Visualización Espacial</u> Poner color al sólido isométrico según lo muestren las vistas principales. |  |

| NIVEL | SUB-NIVEL | DESCRIPCIÓN | MUESTRA |
|-------|-----------|---|--|
| 3 | 3A | <p><u>Rotación Espacial</u> Ubicar correctamente las vistas principales de un sólido isométrico sobre una plantilla basada en el sistema de representación normalizado ICONTEC que es equivalente en dichas posiciones con el sistema ISO-A</p> |  |
| 3 | 3B | <p><u>Rotación Espacial</u> Seleccionar el sólido isométrico que corresponda a la vista principal mostrada en la parte superior</p> |  |
| 3 | 3C | <p><u>Rotación Espacial</u> Seleccionar el sólido isométrico correspondiente luego de haber sido rotado 90° o 180° sobre uno de los ejes según lo muestre el ejemplo</p> |  |

Tiempos de elaboración

El Recurso Educativo Digital Adaptativo – REDA llamado “PIRE”, tuvo un proceso de elaboración con varias fases que se describen a continuación:

FASE 1. Diseño y creación de retos. Junio – Agosto de 2014. En esta fase de creación, se elaboraron las actividades o retos del juego, todas encaminadas a entrenar las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial, teniendo en cuenta los procesos mentales que deben realizarse para desarrollarlas. Para ello se realizó una búsqueda de videojuegos en variadas plataformas (PC, aplicaciones) que tuvieran alguna relación directa con el desarrollo de las habilidades espaciales, para documentarse sobre el tipo de actividades que se realizan y las habilidades que pueden entrenar, fortalecer y/o desarrollar. Luego se procedió a bocetar y describir cómo quedaría cada una de ellas.

FASE 2. Diseño y diagramación. Agosto – Septiembre de 2014. En esta fase se procedió a realizar el diseño gráfico y la diagramación del juego plasmándolo en un Story Board en el que se presentaba toda la información que debía contener el juego: pantallas una a una, imágenes, música y sonidos, puntuación, personajes, etc. Luego el Story Board fue presentado al equipo de producción para su respectiva aprobación.

FASE 3. Creación del banco de archivos. Septiembre – Diciembre de 2014. En esta fase, se realizó el banco de imágenes y sonidos necesarios para el juego y que serían utilizados por el equipo de producción para la programación del juego.

FASE 4. Diseño y Programación. Diciembre 2014 – Junio de 2015. En esta fase, PIRE fue desarrollado y programado por el equipo de producción. Se realizaron múltiples entregas parciales y así mismo un gran número de ajustes, encontrado que existen deficiencias en la comunicación cuando se realiza exclusivamente a través de correo electrónico, a raíz de ello, fue

necesario programar reuniones que permitieran una comunicación eficaz entre el equipo de producción, el equipo de diseño y la creadora del juego.

FASE 5. Entrega final. Junio de 2015. Se realiza la entrega final de PIRE tras realizar todos los ajustes y correcciones necesarias.

Prueba Piloto

Se realizó con el objetivo de detectar errores, fallas de programación, aspectos a mejorar en el diseño y la facilidad de navegación, a su vez permitió identificar cuál era el mejor medio (PC o Tablet) para jugar PIRE, teniendo en cuenta que inicialmente, la idea era que pudiera usarse también en dispositivos móviles que son actualmente muy cercanos a los estudiantes. Finalmente se pretendía con la prueba de pilotaje, asegurar que el material estuviera listo para su implementación en el aula directamente con el grupo experimental, minimizando al máximo los problemas que pudieran afectar su aplicación.

PIRE fue utilizado por nueve personas, integrantes de la comunidad educativa del mismo contexto del grupo objetivo, quienes tuvieron la oportunidad de jugarlo por primera vez en una sesión de pilotaje, estudiantes de cada uno de los niveles de secundaria (grado 6, 7, 8, 9, 10 y 11) y tres docentes de diferentes áreas (matemáticas, filosofía y orientación), a la par, cada uno de las personas que participaron en la sesión de pilotaje llenó un formato con el que se buscaba plasmar las fortalezas, debilidades y aspectos por mejorar en el Recurso orientadas a la usabilidad y el diseño detectadas por los participantes. El criterio de selección de los participantes de la prueba piloto fue utilizar PIRE con usuarios de diferentes edades que podrían aportar desde su perspectiva y nivel de desarrollo cognitivo. (Ver

Anexo 13).

Finalmente y como se esperaba, la prueba piloto de PIRE, permitió ajustar el material a raíz de las observaciones realizadas, entre los ajustes: 1. Se pudo identificar que el mejor medio para jugarlo es el PC, pues en la Tablet presentaba errores y conflictos relacionados con la pantalla táctil y demora en la carga de las imágenes. 2. Rediseñar y reajustar el nivel 2C del juego pues en programación no era viable realizarlo de la manera que había sido diseñada inicialmente. 4. Programar un botón para quitar el audio a gusto del jugador, pues algunos de ellos hicieron la observación que la música no era de su agrado. Así mismo, el pilotaje permitió empezar a vislumbrar algunas ventajas que los usuarios podían detectar del material, por ejemplo: “indicaciones claras”, “interesante, desarrolla habilidades”, “educativo, mejora visual”, “fácil y permite identificar vistas”, “nos ayuda a pensar muchísimo y destacar otras habilidades”, “entretenido, divertido y rápido”, “que me gané puntos por las figuras”, “me ayuda a desarrollar mi mente y a pensar mucho más rápido”, “despierta tu razonamiento lógico”, “ayuda y facilita el funcionamiento cerebral estimulándolo mediante la retentiva”. (Ver

Anexo 14).

Adaptatividad en PIRE

Vale la pena recordar lo expuesto por Carro, Breda & otros (2002), refiriéndose al juego educativo adaptativo

...consiste en un juego educativo en el que tanto el conjunto de actividades que pueden ser realizadas en cada momento como los juegos informáticos presentados se seleccionan dinámicamente para cada usuario en particular, con el objetivo de facilitarle el aprendizaje. Esta selección puede realizarse en función de características personales del usuario, como su edad, preferencias, etc. y/o las acciones que ha realizado durante su interacción con el juego. (p. 164-165)

Apoyado en esta teoría y en la macro-adaptatividad, directamente relacionadas, el REDA desarrollado precisa adaptarse a las características del usuario y a sus decisiones, por tanto se define el siguiente modelo de usuario:

Modelo de usuario

El modelo de usuario de PIRE se determina en dos puntos, el primero está definido desde la concepción misma del juego, es decir, la lectura del usuario empieza desde el momento mismo en que se concibió la idea del juego, el diseño de PIRE parte de las siguientes características de los usuarios:

1. El entorno educativo, en este caso el Colegio Castilla I.E.D.
2. La edad, directamente relacionada con el curso y nivel de desarrollo cognitivo, grado noveno de educación básica secundaria.
3. Las deficiencias relacionadas con el problema educativo hallado, es decir, las dificultades en el desarrollo de habilidades espaciales

Para el segundo punto, se consideran las acciones en su interacción con el juego, sus decisiones, sus respuestas a cada reto, en este caso, las decisiones del usuario que pueden ser correctas o incorrectas, dependen de la experiencia y desarrollo que éste posea en términos de habilidad espacial, a raíz de lo anterior se define el modelo de juego.

Modelo de juego

Se diseña PIRE sobre una estructura de conceptos relacionados con las habilidades espaciales, la perspectiva isométrica y la proyección ortogonal, el sistema almacena dicha información reflejada en unos datos cuantitativos en función del tiempo de respuesta y de la validación de la propia respuesta, si es correcta o no y a medida que el usuario (estudiante) interactúe, se ejecuta el diseño instruccional y la adaptación de acuerdo a dichas variables.

Aclarando un poco lo anterior, cada respuesta que dé el usuario, marcará un tiempo, es decir, demora en la respuesta, también su respuesta podrá ser correcta o incorrecta, y dependiendo de éstas variables, PIRE seleccionará la dificultad de la siguiente figura o sólido, dicha dificultad está determinada por la complejidad del sólido que se presente en el reto, por ejemplo, un sólido que contiene formas redondeadas y/o planos inclinados se considera más compleja que un sólido que contiene únicamente caras planas horizontales y verticales.

En el caso del nivel 2A si el usuario responde correctamente al reto con un tiempo menor de 12 segundos, PIRE arrojará un reto siguiente designado como “difícil”, si responde al reto dentro de los 12 segundos incorrectamente, PIRE arrojará un siguiente reto determinado como “fácil”, si demora más de 12 segundos en responder, PIRE cambia de prueba utilizando otra vista del mismo sólido, si con el nuevo reto el usuario acierta en su respuesta, PIRE presentará para el próximo reto un sólido designado como “fácil” teniendo en cuenta que necesitó más tiempo y

cambio de prueba para acertar, si por el contrario no acierta luego de presentar las dos opciones que presentó el reto, entonces igualmente se necesita menor nivel de complejidad y presentará un sólido “fácil”. En todo caso, el puntaje obtenido depende del tiempo de respuesta y de la validez de la misma. Para ilustrar un poco más lo descrito anteriormente, se muestran la Figura 4 y la Figura 5 a modo de diagrama de flujo, como ejemplos de los niveles, los demás, funcionan de forma similar.

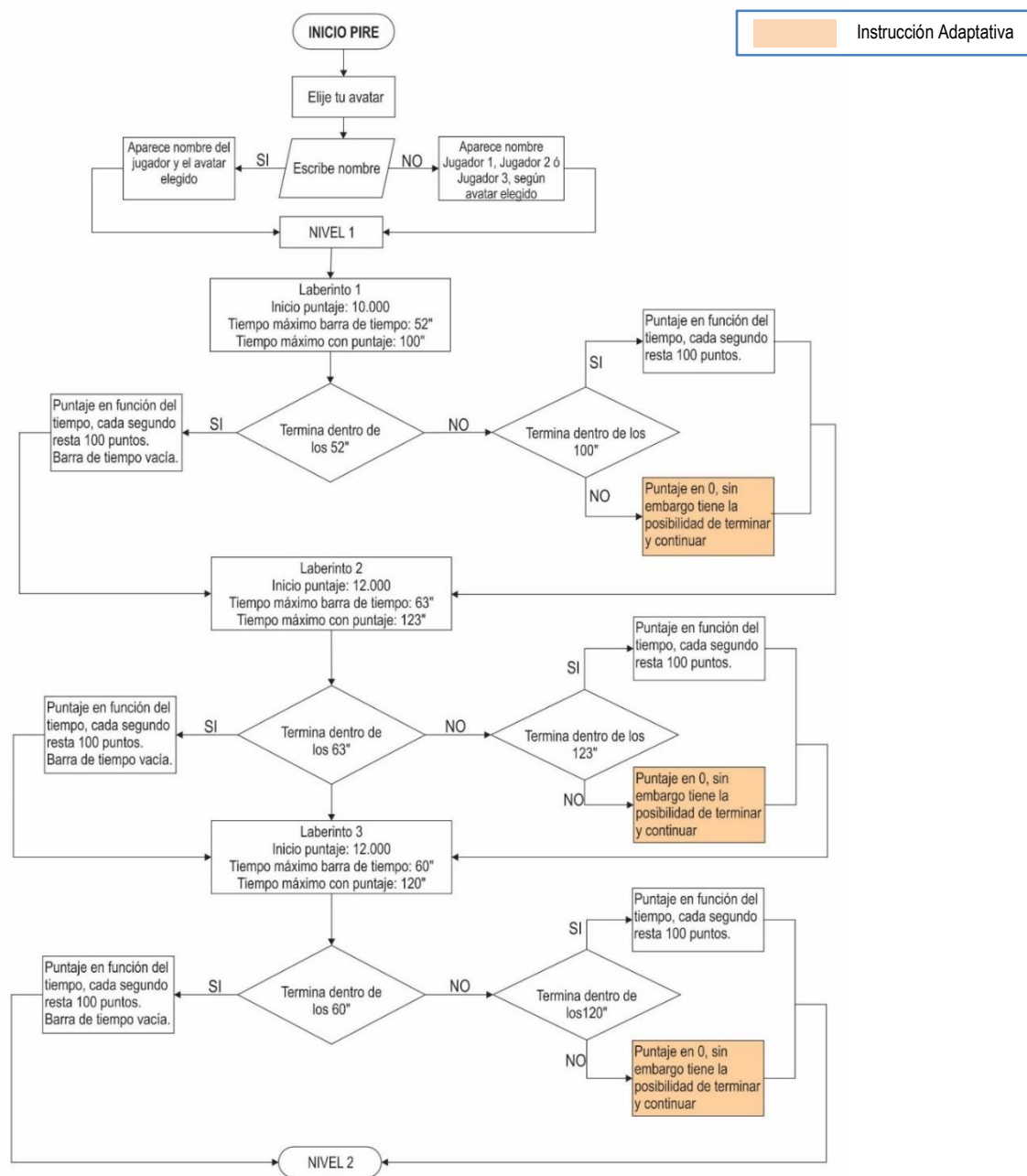


Figura 4. Diagrama de flujo PIRE – inicio y nivel 1.

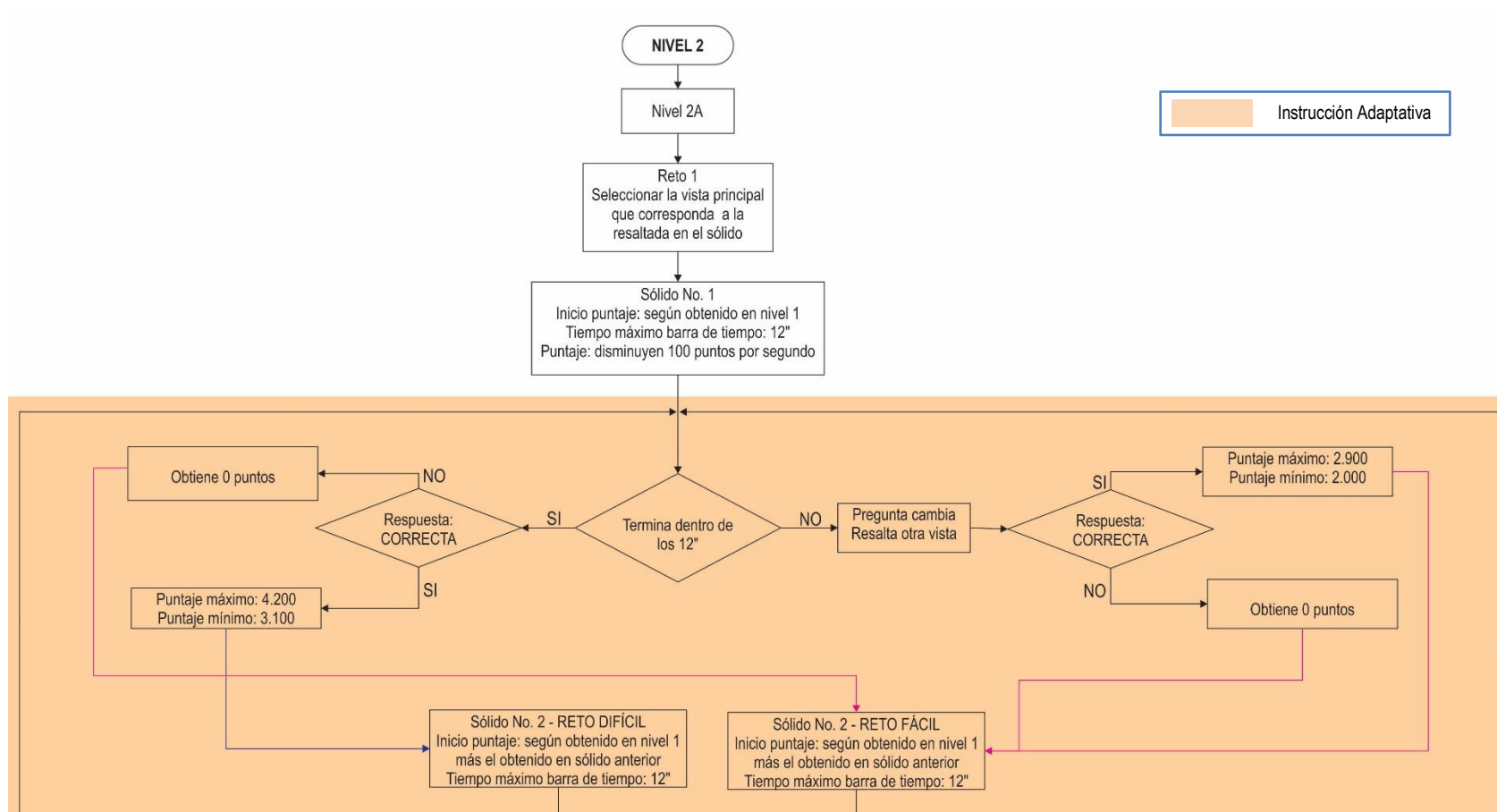


Figura 5. Diagrama de flujo PIRE – Nivel 2.

Cada nivel de PIRE está diseñado para fortalecer una de las habilidades espaciales a trabajar, es decir, orientación, visualización y rotación, por esta razón el nivel 1 correspondiente a la orientación espacial, es un poco diferente al resto de niveles, el puntaje en lugar de aumentar disminuye: a mayor tiempo menor puntaje o a menor tiempo mayor puntaje, esto le da entusiasmo al jugador para poder lograr descifrar los laberintos dentro del tiempo y así ganar mayor puntaje. Los siguientes niveles también funcionan con un puntaje inicial y con disminución del mismo dependiendo del tiempo de respuesta, sin embargo, el puntaje no solo depende del tiempo de respuesta sino que depende también de la validez de la respuesta, es posible no obtener puntaje si la respuesta es incorrecta, sin embargo independientemente del puntaje que se obtenga, PIRE siempre permitirá que el jugador siga avanzando así se equivoque todas las veces.

En cuanto al proceso de realimentación, PIRE presenta al usuario varias maneras de identificar si su respuesta fue adecuada de acuerdo al reto a vencer, por ejemplo: una mano con el pulgar hacia arriba o hacia abajo indica si respuesta fue correcta o incorrecta, un sonido acorde a su respuesta también lo hace, el color que rodea la respuesta que seleccionó el jugador también es un indicador: el color rojo rodea la respuesta incorrecta si se seleccionó de forma incorrecta y el color verde rodea la respuesta correcta así se haya seleccionado bien o mal, estos métodos le dan al jugador la opción de darse cuenta cuál fue su error y cuál era la respuesta correcta y al ir jugando pueda corregir sus errores en los retos siguientes.

Diseño Instruccional

Se acoge en gran medida el modelo ASSURE (Acrónimo: Analyze learners, State Objectives, Select Media and Materials, Utilize media and material, Requiere learner participation, Evaluate and revise). Creado por Heinich, Molenda & otros en 1993, tiene bases

del modelo conductista por el enfoque hacia el logro de objetivos de aprendizaje, sin embargo, se identifican rasgos del modelo constructivista gracias a que incluye la participación activa del estudiante. Se caracteriza por tener en cuenta las particularidades de los estudiantes y por hacer uso de materiales educativos, tecnologías y medios. Como ya se ha dicho anteriormente, se tuvieron en cuenta ciertas características de los estudiantes (Analyze learners), luego se establecieron los objetivos de aprendizaje para poder determinar lo que se pretendía alcanzar en cuanto a las habilidades espaciales (State objectives) y con respecto a lo anterior, se diseñó el material a utilizar, en este caso se desarrolló el REDA – PIRE (Select media and materials), posteriormente, se realiza la prueba piloto para asegurar el buen funcionamiento y se realiza la implementación con el recurso en el aula propiciando la participación de los estudiantes (Utilize media and material and Requiere learner participation). Finalmente se revisan los resultados en el aprendizaje (medición post de habilidades espaciales) y se reflexiona sobre el proceso (Evaluate and revise).

Descripción de la implementación

Se realiza este apartado con el fin de describir cada una de las fases que se realizaron con los grupos control y experimental y así poder abordar el capítulo de hallazgos y resultados teniendo una visión clara del proceso.

En total se realizaron cinco sesiones de implementación programadas en un período de tiempo de aproximadamente 4 meses desde la primera a la última. Se refieren a los momentos en los que a través de los instrumentos se recolectaron datos con los grupos control y experimental, incluye tanto las fases de pre-test y post-test como las dos sesiones de implementación con el REDA – PIRE.

Teniendo en cuenta el tipo de investigación, es decir, cuasi-experimental, se realizaron tres de cinco sesiones con el grupo control, mientras al grupo experimental se le aplicaron las cinco sesiones completas, debido a que las sesiones de utilización del Recurso Educativo Digital Adaptativo - PIRE, se aplican solamente al Grupo Experimental. Las fases en las que se divide este apartado son: el pre-test aplicado a los dos grupos, la primera implementación o fase de utilización del recurso aplicada al grupo experimental, el primer post-test aplicado a los dos grupos, la segunda implementación aplicada al grupo experimental y finalmente el segundo post-test aplicado a los dos grupos.

Primera fase o pre-test

La intención de ésta primera fase, era recolectar datos a través de un test llamado Test OVR-E como indicador de medición de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación como variable dependiente, para poder diagnosticar tanto al grupo control como al

experimental en el desarrollo de dichas habilidades. Así mismo, los resultados obtenidos aquí, servirían para contrastar con los datos de las fases de primer y segundo post-test para responder a los objetivos del presente estudio, es decir, el efecto del recurso sobre las habilidades y especificar en qué tipo de habilidades fue más efectivo. Como ya se ha indicado anteriormente, también se aplicó una encuesta estructurada de caracterización de la muestra e identificación de variables intervinientes, organizada en la primera parte del Test OVR-E y con aplicación única en esta sesión.

Este primer encuentro se realizó utilizando las dos horas de clase semanales de Tecnología e Informática dentro del horario regular de clases. En esta fase participaron tanto los estudiantes del grupo control como del grupo experimental, en diferentes días de la misma semana según el horario de clase respectivo. Al iniciar la sesión, se realizó una instrucción general en la que se explicó la forma en que debían hacer la encuesta estructurada y la prueba. Cada estudiante contó con un PC y se dispuso a abrir un archivo PDF desde una carpeta en el escritorio que contenía el Test OVR-E y un archivo .TXT de bloc de notas en donde se encontraba la dirección del formulario de Google Drive utilizado como hoja de respuestas y que debían copiar y pegar luego en el navegador. Afortunadamente, los estudiantes ya habían utilizado esta herramienta en otras actividades tanto en ejercicios en clase como en las elecciones del gobierno estudiantil. Cada estudiante se dispuso a presentar la prueba según la instrucción, es decir, de forma individual y en silencio. Al iniciar la prueba con el primer grupo (grupo control), se observó que los estudiantes debían cambiar frecuentemente de pantalla entre el navegador y el archivo PDF, por esta razón, se dio una nueva instrucción para que minimizaran de tamaño las ventanas y así poder dividir la pantalla para visualizarlas al tiempo, este inconveniente podía ocasionar distracción y por ello se solucionó lo más pronto posible. Luego, al momento de la

prueba del grupo experimental, esta instrucción se dio desde el principio junto a las demás. El único inconveniente técnico que se presentó fue que en algunos computadores, la red de internet se caía ocasionalmente, por ello se les proporcionó una hoja en blanco a los estudiantes para que antes de enviar sus respuestas, las escribieran allí para evitar perder las respuestas del test o que fueran cambiadas en un segundo intento. Al final solo tres estudiantes (en los dos grupos) presentaron este problema y simplemente volvieron a ingresar al formulario y seleccionaron nuevamente las respuestas que previamente había escrito en la hoja para volver a enviar la información.

Al finalizar esta sesión, se pudo observar que los estudiantes tomaron la prueba con mucha seriedad y preguntaron cuándo podían saber la nota, refiriéndose al resultado del test. La asistencia a ésta sesión fue del 100% de los estudiantes de la muestra de los dos grupos. También hicieron comentarios como: “profe estaba difícil” a lo que un compañero respondió: “no, estaba fácil, yo la hice rápido”, dejando como inquietud a la investigadora si los resultados mostrarían diferencias significativas de desarrollo de éstas habilidades entre compañeros de clase del mismo nivel académico y de edades similares.

Segunda fase o primera implementación

A partir de la primera implementación, se pretende en primera medida, mejorar los resultados obtenidos en la prueba pre-test como indicador de medida en las habilidades espaciales de los estudiantes del grupo experimental, teniendo en cuenta que las actividades y retos del REDA fueron diseñadas para tal fin, para poder determinar el efecto de la variable independiente (REDA) sobre la variable dependiente (Habilidades Espaciales). Y en segunda medida, a partir de los resultados obtenidos en PIRE reflejados en el puntaje general y en sus sub-componentes por nivel – habilidad, observar el grado de adaptatividad de PIRE.

El tiempo con el que se contó para realizar la implementación fue la primera hora de clase de un total de dos horas asignadas al área de Tecnología e Informática dentro del horario semanal de clase, es decir, de 55 minutos cada una, en el lugar definido para la clase normal, es decir, la sala de Informática del tercer piso del Colegio Castilla. Inicialmente se realizó una corta introducción indicando el nombre del material, su significado, el objetivo y las instrucciones generales para iniciarlo en el navegador de internet Google Chrome que desde la sesión de pilotaje se había detectado que era el navegador en el que mejor cargaba el juego. De la misma forma se aclararon enfáticamente dos roles: primero el de la docente, únicamente resolvería situaciones por problemas técnicos y segundo el de los compañeros de clase junto a ellos al cumplir solamente la función de supervisores de puntaje, siendo los responsables de diligenciar el formato de la lista de chequeo (tiempos y puntajes obtenidos en el juego).

Esta sesión fue una sesión de juego, cada estudiante haciendo uso de un PC conectado a Internet y utilizando el navegador, abrió el Recurso y se dispuso a jugarlo hasta el final. En general se pudo observar que los estudiantes estuvieron dispuestos y atentos a los retos que les presentaba el juego, al inicio de la sesión exclamaron “¿De verdad profe hoy la clase es de jugar?”, durante el juego se escucharon frases como: “uy! este está chévere”, “estas se parecen a las guías de diseño”, “¿por qué el muñequito no se mueve?”, refiriéndose al personaje avatar que se escoge al iniciar el juego en la pantalla de la ruta de juego que simplemente aparece en la entrada de cada nivel y no camina hasta ella. Al final y por iniciativa propia, compararon los puntajes finales diciéndolos en voz alta y algunos exclamaron “gané” al terminar el juego. Se percibió cierta sensación de éxito de los jugadores, teniendo en cuenta que PIRE es un material adaptativo, todos los estudiantes, independientemente del puntaje logrado, de los errores y los aciertos pudieron “ganar el cubo dorado”.

Por otra parte, afortunadamente no se presentaron problemas técnicos relevantes, debido a que previamente se había realizado el pilotaje para observar la demora de descarga de las imágenes teniendo en cuenta el ancho de banda y la capacidad de los computadores, solamente algunos estudiantes y en muy pocas oportunidades hicieron una observación al respecto, cuando ello ocurría, se les pedía refrescar el navegador y se solucionaba el problema sin correr peligro de reiniciar el puntaje. Sin embargo, pudo detectarse que a la mayoría de los estudiantes no les agradó mucho la música del juego, evidenciado en frases como: “profe esa música está muy cansona”, “¿le puedo quitar el volumen?”, debido a que se les hacía muy monótona dado que por una falla de programación, cada vez que salía una imagen nueva, volvía a iniciar la música, problema detectado desde la sesión de pilotaje y por ésta razón, se programó un botón para quitar el audio mientras se está jugando y algunos estudiantes lo usaron. Así mismo, se observó que algunos estudiantes se quejaron por el color de algunas imágenes de las vistas y el sólido o en el caso de uno de los retos del nivel 2C en el que se deben “colorear” los sólidos o las vistas, pues algunos son similares y pueden confundir un poco, cabe aclarar que ésta falla no fue posible detectarla en la sesión de pilotaje pues como se explicó anteriormente en la fase preparatoria, el nivel 2C fue totalmente rediseñado por problemas y restricciones de programación, se deja ésta falla como primordial en el caso de realizar ajustes futuros a PIRE.

En cuanto a la adaptatividad en PIRE, fue posible observar que los retos que presentaba el juego dependían de la respuesta del jugador, entonces, si un estudiante erraba en una respuesta, PIRE presentaba el siguiente reto más fácil, así el jugador podía en la mayoría de los casos contestar de manera correcta, y por el contrario, si el jugador era muy hábil y podía contestar de manera correcta la mayoría de la veces, PIRE le presentaba los retos más difíciles. De la misma forma, se observó que algunos estudiantes se tomaron su tiempo para pasar todos los niveles del

juego, mientras que otros lo hicieron mucho más rápido, lo importante es que absolutamente todos los estudiantes, lograron llegar al final del juego en un promedio de 20 minutos. También fue necesario recordar varias veces los roles de los compañeros de clase que estaban llenando la lista de chequeo (formato de registro de puntajes y tiempos), debido a que en ocasiones les daba el impulso de decirle al compañero jugador cuál era la respuesta que consideraba correcta y esto podría cambiar algunos resultados. En alguna ocasión, un jugador preguntó: “¿qué toca hacer?”, el compañero supervisor le respondió: “lea que ahí dice”, sin embargo, se destaca la intención de los estudiantes no pertenecientes a la muestra de querer hacer parte del juego y la camaradería entre pares al querer ayudar a su compañero.

Tercera fase o primer post-test

Para esta sesión, se siguieron los mismos protocolos que la sesión de pre-test, utilizando el mismo espacio, los mismos recursos y el mismo horario de clase para los dos grupos. La primera sesión de post-test con el grupo experimental, se realizó inmediatamente después de la primera implementación de uso de PIRE, utilizando la hora de clase correspondiente a la segunda hora del horario semanal. Retomando lo descrito en la anterior sesión, al momento que todos los estudiantes terminaron los niveles del juego, se le pidió a los estudiantes supervisores (no pertenecientes a la muestra) que salieran de la sala de informática, se dejó un receso de 10 minutos y los estudiantes del grupo experimental, se dispusieron a presentar su prueba post-test, se realizaron instrucciones generales y cada estudiante abrió la carpeta que contenía el archivo PDF con el Test-OVR-E y el link para copiar y pegar en el navegador la hoja de respuestas del formulario de Google Drive, así mismo, se les pidió nuevamente minimizar el tamaño de las ventanas para poder dividir la pantalla y visualizar las dos de manera simultánea. Finalmente y dentro del tiempo estipulado, cada uno envió sus respuestas luego de haberlas escrito por

seguridad en una hoja de papel, en esta ocasión no hubo ningún problema con la red de internet de la sala.

Dentro de los aspectos inquietantes para la investigadora, se observó en el grupo control que los estudiantes sabían que con el otro grupo de compañeros de colegio, es decir, el grupo experimental, se había realizado primero un juego, y manifestaron su inquietud de saber si ellos también jugarían, sin embargo, se les aclaró que los tiempos y las actividades de los dos grupos eran diferentes y que en un futuro a ellos también se les presentaría el juego. Otra situación importante recae en algunas manifestaciones verbales de los estudiantes del grupo experimental, hacen pensar si los resultados del primer post-test mejorarían con relación a los del pre-test, por ejemplo: “ahora si entiendo este”, “me pareció más fácil”.

Con la intención de dar consistencia interna al cuasi-experimento y conseguir resultados más veraces para finalmente determinar el efecto de PIRE como Recurso Educativo Digital Adaptativo en las habilidades espaciales de los estudiantes, se realizan las sesiones cuatro y cinco: la segunda implementación de utilización del Recurso Educativo Digital Adaptativo – PIRE y el segundo post-test respectivamente, con los estudiantes del grupo experimental. Estas sesiones se realizaron pasados 4 meses aproximadamente, desde la primera y segunda sesión, con la convicción de que pasado este tiempo, se pudiera saber de manera más efectiva si la utilización del recurso causaba algún efecto positivo en los resultados del Test OVR-E como indicador de desarrollo de las habilidades espaciales.

Cuarta fase o segunda implementación

Para la segunda implementación, se utilizaron las mismas 2 horas de clase del horario para realizarla y se efectuó en el mismo lugar que las sesiones anteriores, es decir, la sala de

informática del Colegio Castilla. Se realizó nuevamente una corta introducción para recordar la intención del juego y dar las instrucciones para la sesión.

La segunda sesión de implementación se desarrolló de la misma forma que la primera, cada estudiante utilizando un PC conectado a internet a través de Google Chrome abrió el juego y se dispuso a realizarlo. Se recordaron las instrucciones generales y los roles, tanto de la docente como de los compañeros de clase como supervisores de puntaje únicamente. Esta sesión fue un poco más sencilla pues los estudiantes ya sabían lo que debían y no debían hacer durante la sesión, al presentar problema de carga de imágenes, ya no preguntaban a la docente, sino que ellos mismos refrescaban la página del navegador o quitaban la música del juego si les molestaba, sin embargo, nuevamente fue necesario recordar el rol de los supervisores de puntajes para que no les hicieran comentarios a sus compañeros jugadores.

Finalmente, se evidenció nuevamente la sensación de haber “ganado” el cubo dorado, se pudo observar que algunos estudiantes recordaban el puntaje que habían obtenido en la sesión anterior, pues hicieron comentarios como “me fue mejor que la vez pasada”, y otros, que no lo recordaban se permitieron preguntar para poder superarlo, evidenciando que PIRE presenta características propias de un videojuego como el reto de superar un puntaje obtenido anteriormente. También hicieron comentarios como: “éste está fácil” reflexiones en voz alta como: “¿cuál era este?”, justificando de alguna manera el interés que tenían en mejorar.

Quinta fase o segundo post-test

Seguido a la segunda implementación, se realizó el segundo post-test utilizando el mismo espacio y horario de clase. Con el grupo control se utilizó la primera hora de clase para efectuar el desarrollo del test. Con el grupo experimental, siguiendo la misma dinámica de la primera

implementación y el primer post-test, se desarrolló en la segunda hora de clase en seguida de haber jugado PIRE (segunda implementación), luego de un corto receso, se prosiguió con la aplicación del Test OVR-E.

En esta fase, se observó un comportamiento particular en dos estudiantes del grupo control, debido a que estuvieron notoriamente apáticos a realizar el test por tercera vez, sin embargo, individualmente se les explicó de manera general la importancia del proyecto y lo afortunados que eran por hacer parte de él, además esta iba a ser la última sesión para ellos, afortunadamente accedieron a continuar y terminaron la prueba sin otro particular. En el grupo experimental, no hubo muestra de actitudes negativas, al contrario, los estudiantes estuvieron muy dispuestos a mejorar sus resultados de las pruebas pasadas aunque no las conocían aún, sin embargo, el día de la última prueba, dos estudiantes no asistieron al colegio, razón por la cual no realizaron las sesiones de segunda implementación y segundo post-test al lado de sus compañeros y fue necesario realizarlas al día siguiente abriendo un espacio para que pudieran hacerlo en la jornada escolar. Finalmente realizaron la prueba sin ningún problema.

Hallazgos y resultados

En este capítulo se presenta el análisis e interpretación de resultados en cada una de las fases desarrolladas para la obtención de datos y que fueron descritas anteriormente, así como los instrumentos y su relación con las variables de estudio.

Análisis e interpretación de resultados

Se presenta el análisis e interpretación de los datos obtenidos durante el proceso investigativo a la luz de las variables definidas y los instrumentos utilizados en los diferentes momentos. Es importante apreciar si hubo o no cambios en las mediciones y evaluar si llegaron a ser significativos.

Los resultados obtenidos se organizaron en una base de datos del programa Microsoft Excel y posteriormente se introdujeron a la herramienta estadística SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 23 para Windows, considerada una de las más adecuadas para investigación con enfoque cuantitativo. Para realizar el proceso de codificación, organización e inserción de datos al programa, se asignó a cada variable un código (Ver Anexo 16).

Se utilizó estadística descriptiva para obtener medidas de tendencia central y de dispersión con el fin de determinar si los datos obtenidos del test y de la lista de chequeo, en cada uno de los momentos, son representativos y luego poder compararlos entre sí. A la par de la descripción de estos datos, se utilizó la estadística inferencial aplicando la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, teniendo en cuenta que la cantidad de datos en ningún caso supera los 50. Se trabaja con un nivel de significancia de 0,05 y se acepta la hipótesis nula si el estadístico es

mayor a este valor, es decir, presenta una distribución normal, en contraste, si el estadístico es menor a este valor, se determina que los datos no presentan una distribución normal.

Finalmente, luego de determinar el tipo de distribución de los datos, se realiza la prueba paramétrica T-Student para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de dos distribuciones de datos (para datos con distribución normal). Sin embargo, si los datos no presentan distribución normal, entonces se acude a la prueba no paramétrica Wilcoxon con el fin de determinar si hay una diferencia significativa entre las medianas de dos distribuciones de datos.

Descripción de resultados por instrumentos

Con el fin de facilitar la lectura y el análisis de los datos, se plantea realizar la descripción de resultados siguiendo la estadística descriptiva y luego la estadística inferencial, con una secuencia a partir de los instrumentos y teniendo en cuenta los siguientes aspectos en su orden:

1. Los instrumentos y técnicas utilizados para la obtención de los datos
2. Los momentos o sesiones realizadas con los grupos
3. La forma en que pueden agruparse los datos para realizar su análisis (grupos o habilidades)
4. La prueba de normalidad según el caso
5. La prueba paramétrica o no paramétrica según el caso para observar si las medidas entre variables son significativas.

Encuesta estructurada (cuestionario).

Como se ha dicho anteriormente, una encuesta estructurada a modo de cuestionario hace parte de los instrumentos utilizados para la recolección de los datos del presente estudio con el fin de caracterizar la muestra, fue utilizado en la primera sesión de recolección de datos con los

grupos control y experimental. En este sentido se puede decir que la cantidad de estudiantes está dividida equitativamente según el género, es decir en cada grupo existe un 50% de estudiantes de género masculino y un 50% de estudiantes de género femenino, planteado de esa manera desde el inicio de la investigación para dar equivalencia a la muestra. Las edades de los estudiantes de ambos grupos se encuentran en un rango entre los 13 y 16 años, sin embargo en el GE, el 90% está entre 13 y 15 años y existe predominancia de estudiantes de 14 años con un 45%, mientras que en el GC, el 80% está entre 14 y 16 años y existe predominancia de estudiantes de 15 años con un 40%, teniendo en cuenta que la desviación estándar es mayor en el GC ($DE = 1,081$) que en el GE ($DE = 0,754$), se concluye que la muestra perteneciente a este grupo (GC) es dispersa. Este resultado indica que los estudiantes del GE son un poco más jóvenes que los del GC. (Tabla 9)

Tabla 9.
Descriptivos - edades.

| Grupo | | Estadístico | Error estándar |
|-------|----|---------------------|----------------|
| edad | GE | Media | 14,40 |
| | | Desviación estándar | ,754 |
| | | Mínimo | 13 |
| | | Máximo | 16 |
| | GC | Media | 14,70 |
| | | Desviación estándar | 1,081 |
| | | Mínimo | 13 |
| | | Máximo | 16 |

Otra de las variables que se hacía importante conocer sobre la muestra, era la formación en dibujo técnico, que según investigaciones, se ha determinado como relevante para el desarrollo de habilidades espaciales, en consecuencia, se indagó a los estudiantes sobre la formación previa en dibujo técnico, sin embargo, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra que en ninguno de los grupos el porcentaje de estudiantes que tuvieron

formación en dibujo técnico es relevante, pues no supera el 10%, de esta forma no es posible generalizar los resultados obtenidos de esta variable.

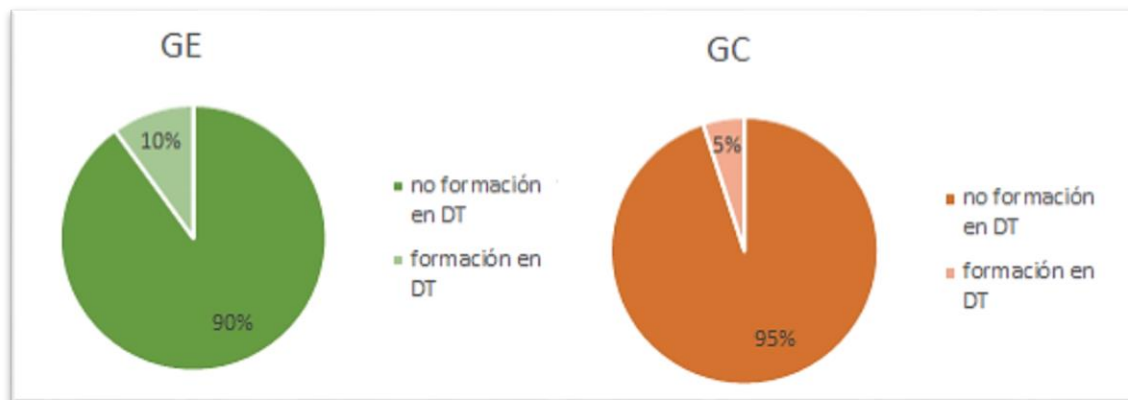


Figura 6. Porcentaje de estudiantes con formación previa en D.T.

La otra variable definida como interviniente al inicio de la investigación, fue el uso de videojuegos y su frecuencia de uso, en este sentido se pretendía comprobar en este contexto y caso particular si su uso mejora las habilidades espaciales, sin embargo, según la Figura 7, el 90% de los estudiantes del grupo experimental y el 100% de los estudiantes del grupo control utiliza videojuegos, por lo tanto solo el 10% del grupo experimental no utilizan video juegos, por esta razón no se tendrá en cuenta esta variable interviniente para generalizar resultados.

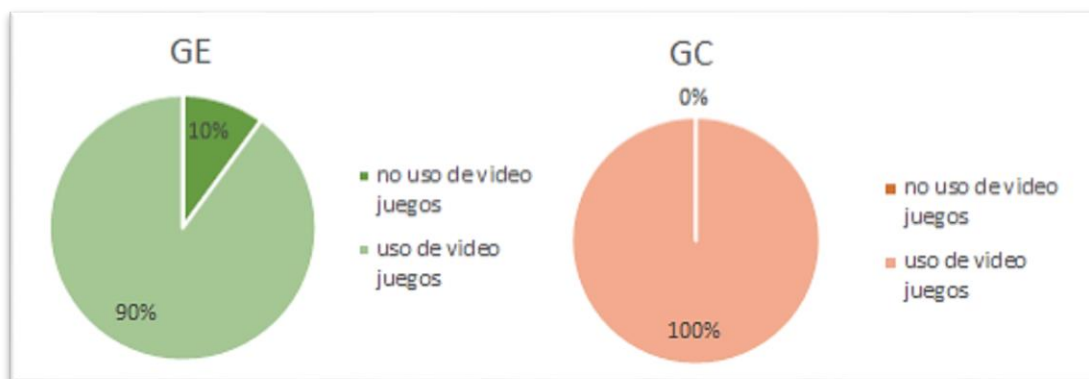


Figura 7. Porcentaje de estudiantes que usan videojuegos.

Test OVR-E (cuestionario).

Con el fin de medir las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, se diseñó y utilizó el Test OVR-E, sus resultados sirvieron como indicadores del nivel de desarrollo de las habilidades espaciales en tres momentos: pre-test, post-test1 y post-test2. Teniendo en cuenta que el mínimo resultado en el puntaje del Test OVR-E es 0 y el máximo es 30, en la **Tabla 10** se presenta la escala de niveles por puntaje, realizada con el fin de facilitar el análisis de los datos obtenidos a partir del instrumento, consiguiendo agruparlos para que puedan ser leídos y analizados con mayor claridad, de este modo se definieron 5 niveles con un rango de entre 6 y 7 valores numéricos cada uno.

Tabla 10.
Escala de niveles por puntaje Test OVR-E

| Escala | MUY BAJO | BAJO | MEDIO | ALTO | SUPERIOR |
|---------------|----------|------|-------|-------|----------|
| Rango puntaje | 0-6 | 7-12 | 13-18 | 19-24 | 25-30 |

Por otra parte, se presenta otra escala de niveles por puntaje, para cada una de las partes del Test OVR-E correspondiente a las habilidades espaciales contempladas en este trabajo, es decir, la orientación, visualización y rotación espacial (**Tabla 11**), cabe señalar que no es la misma escala determinada para el Test OVR-E en general, puesto que el rango de puntajes es más pequeño, solo va de 0 a 10 puntos para “o”, “v” y “r” respectivamente, se realiza de ésta manera para facilitar el análisis agrupando los datos obtenidos.

Tabla 11.
Escala de niveles por puntaje Test OVR-E – por habilidades

| Escala | BAJO | MEDIO | ALTO |
|---------------|------|-------|------|
| Rango puntaje | 0-3 | 4-7 | 8-10 |

Pre-test – primera fase

Pre-test – análisis resultados por grupos

Este análisis por grupos, permite observar por separado las condiciones particulares de los grupos objeto de estudio en cuanto al desarrollo de sus habilidades espaciales antes de cualquier intervención, también permite realizar comparaciones y determinar cuál de ellos presenta mayor nivel según los resultados de la prueba.

Se observa en la **Tabla 12** que aunque la desviación de los datos es mayor en el GC que en GE, la media está muy próxima entre los dos grupos, según la escala de niveles por puntaje, tanto el GE como el GC estarían en nivel medio.

Tabla 12.
Descriptivos pre-test por grupos

| | GRUPOS | | Estadísticos | Error estándar |
|----------|--------|---------------------|--------------|----------------|
| Pre-test | GE | Media | 17,10 | 1,174 |
| | | Mediana | 17,50 | |
| | | Desviación estándar | 5,251 | |
| | | Mínimo | 7 | |
| | | Máximo | 27 | |
| | GC | Media | 16,45 | 1,413 |
| | | Mediana | 19,00 | |
| | | Desviación estándar | 6,320 | |
| | | Mínimo | 7 | |
| | | Máximo | 24 | |

Para corroborar lo anterior, se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, en donde se encontró que el GE aparece con distribución normal pero el GC no presenta distribución normal, por esta razón, se hace conveniente comprobar mediante la prueba de Mann-Whitney si existe diferencia significativa entre las distribuciones del pre-test por grupos, sin embargo, al realizarla se descarta tal diferencia (Anexo 18). Esto quiere decir que los dos grupos demostraron el mismo nivel de desarrollo de las habilidades espaciales al momento de presentar la prueba pre-test.

Por otra parte, los resultados de la Figura 8 indican en primera medida que en ninguno de los grupos, existen puntajes en el nivel “muy bajo” y segundo, que en el intervalo de puntajes “bajo a medio” se encuentra un 70% de los estudiantes pertenecientes al GE, mientras que en el mismo intervalo, se encuentra un 45% de los estudiantes del GC. También se observa, que el 55% del GC se encuentra en los niveles “alto” y “superior”, mientras que solo el 30% de los estudiantes del GE llegan a estos niveles, a raíz de esto, se podría decir que en el primer diagnóstico con pre-test, el GC obtuvo mejores resultados en el pre-test que el GE, sin embargo, la diferencia no es significativa ya que las distribuciones de las muestras son similares según la prueba Mann –Whitney (Anexo 18).

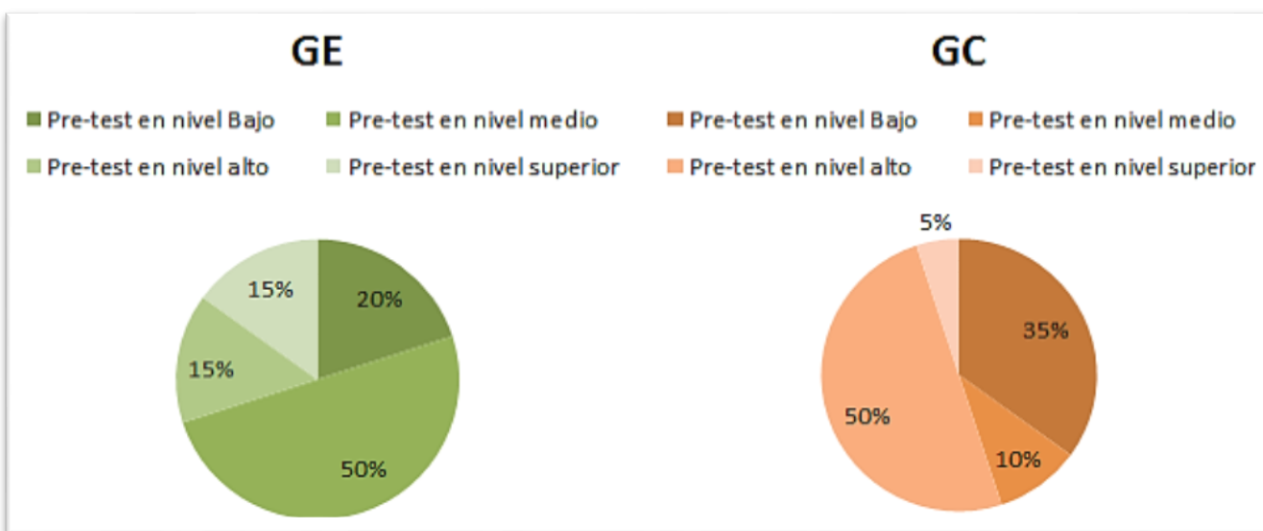


Figura 8. Porcentajes pre-test por grupos según escala de niveles

Pre-test – análisis resultados por habilidades espaciales (HE) por grupos

Con este análisis se pretende determinar en cuál de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación hubo mejor desempeño en la prueba pre-test realizada a cada grupo y poder así realizar una comparación. Utilizando la escala de niveles por puntaje

propuesta en la **Tabla 11**, se presentan a continuación los datos correspondientes a cada una de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial por grupos de estudio GE y GC.

Habilidad Espacial – Orientación. La Figura 9 permite comparar los resultados del pre-test en cuanto a la orientación espacial entre GE y GC, se muestra que existe el mismo porcentaje de estudiantes de ambos grupos (20%) en nivel bajo, sin embargo, existe una diferencia de 25% con la que el GE es superior a GC en el nivel medio, pero GC es superior a GE en el nivel alto, ello indica que el GC tendría una ventaja en el nivel de desarrollo de la orientación espacial en la prueba pre-test teniendo en cuenta la superioridad en el nivel alto. Sin embargo, para comprobar lo dicho, se realiza la prueba de normalidad Shapiro-Wilk en la que el GE presenta distribución normal y GC no presenta distribución normal, en consecuencia se realiza la prueba no paramétrica Wilcoxon para muestras no relacionadas, en donde se indica que las diferencias no son significativas entre los dos grupos en la prueba pre-test de orientación espacial. (Anexo 19)

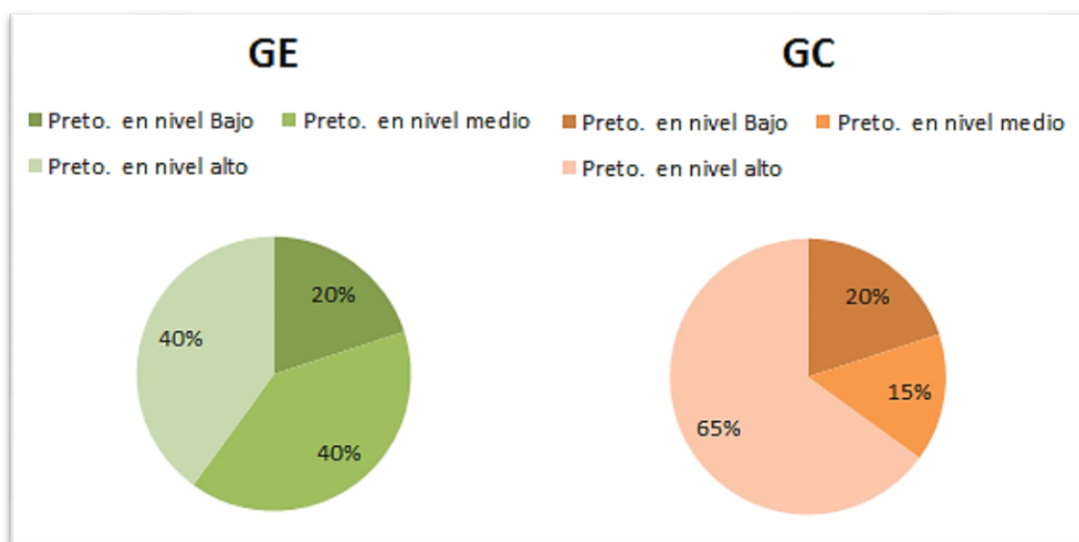


Figura 9. Porcentaje por niveles de puntaje pre-test HE – Orientación por grupos

Habilidad Espacial – Visualización. En la Figura 10, se pueden observar las diferencias entre grupos de estudio, de esta manera se muestra que el GE presenta una leve ventaja sobre el GC en cuanto a este tipo de habilidad, pues GE presenta un 10% más de estudiantes en nivel medio y un 5% más de estudiantes en nivel alto, el nivel bajo presenta un 10% para GE y un 25% para GC, sin embargo, para comprobar que las diferencias son significativas, se realiza prueba Shapiro-Wilk, la cual indica que la distribución es normal tanto para GE como para GC, con este resultado, es posible realizar la prueba T de Student y poder corroborar si la diferencia es significativa, sin embargo los resultados indican que no lo es. (Anexo 20)

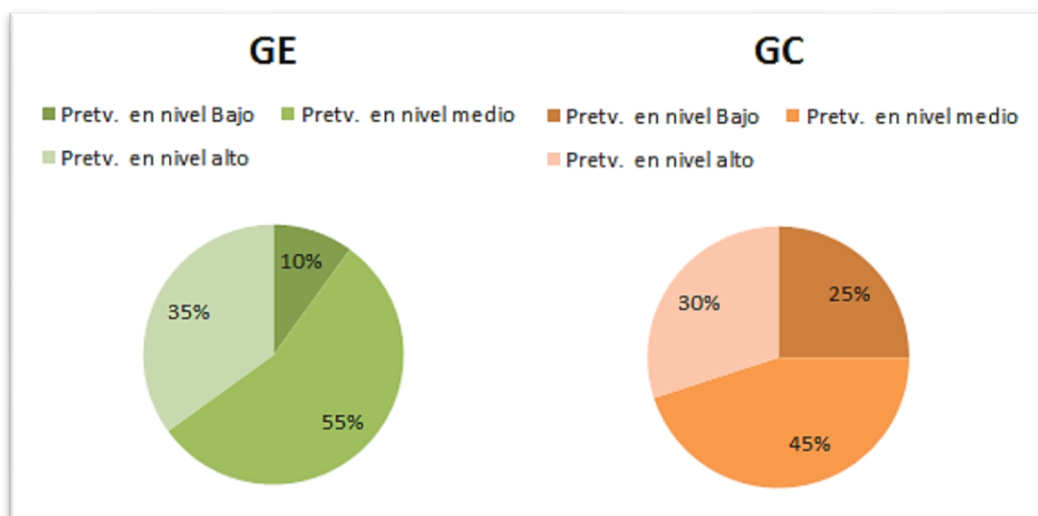


Figura 10. Porcentaje por niveles de puntaje pre-test HE – Visualización por grupos

Habilidad Espacial – Rotación. En cuanto a la habilidad de rotación espacial, los grupos muestran diferencias menos distantes, en la Figura 11 se observa el GE supera al GC en un 5% en el nivel medio y en un 10% en el nivel alto, aunque la diferencia es corta, el GE tendría mejor desarrollada la rotación espacial que GC, para demostrar si la diferencia es significativa, primero acudimos a comprobar la normalidad de las variables con la prueba Shapiro-Wilk en donde se muestra que los dos grupos tienen distribución normal, realizando la prueba T de Student, se

comprueba entonces que las diferencias entre los grupos GE y GC no son significativas en la prueba pre-test correspondiente a rotación espacial. (Anexo 21)

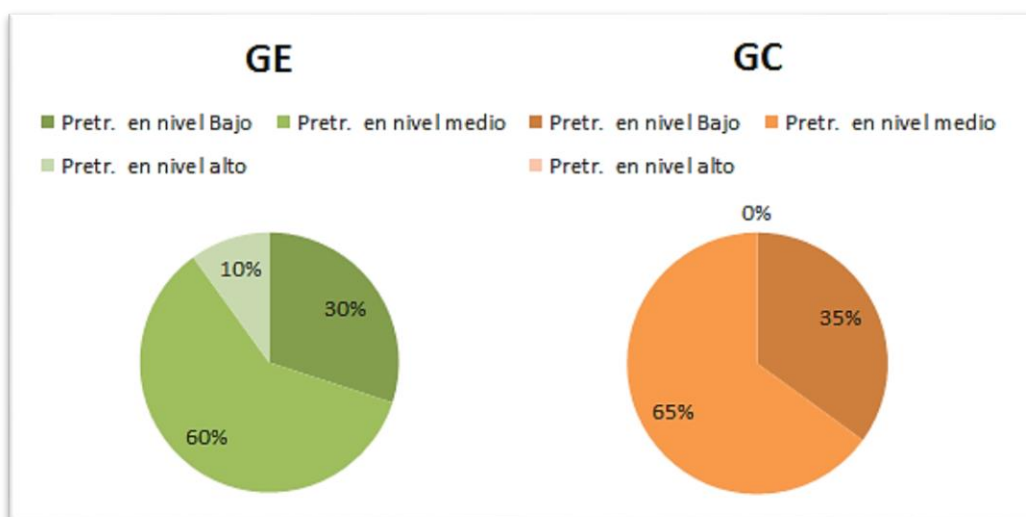


Figura 11. Porcentaje por niveles de puntaje pre-test HE – Rotación por grupos

Análisis Prueba Pre-test.

1. Se asume que al presentar la prueba pre-test el nivel de desarrollo de las habilidades espaciales de los dos grupos era el mismo, teniendo en cuenta que las diferencias entre GE y GC no fueron estadísticamente significativas. Se concluye que los estudiantes del Colegio Castilla de grado noveno pertenecientes a la muestra (GE y GC) presentaron niveles medios en el desarrollo de habilidades espaciales de acuerdo a los resultados del Test OVR-E como indicador de medida de las mismas en la prueba pre-test.
2. Los resultados referentes a las habilidades espaciales por separado, determinaron que los estudiantes de la muestra, tanto GE y GC, obtuvieron resultados menos efectivos en la prueba de rotación espacial que en la de orientación y visualización.
3. Al realizar el análisis comparativo por habilidades espaciales de cada, se puede determinar que no existen diferencias significativas en ninguna de las habilidades de

orientación, visualización y rotación espacial entre GE y GC en la prueba pre-test, ratificando la paridad de las muestra.

Post-test1 – tercera fase

Post-test1 – análisis resultados por grupos

Este análisis por grupos de la primera prueba post-test, permite observar los resultados específicos de cada uno de los grupos GE y GC en cuanto a sus resultados en el Test OVR-E como indicador de medida de la variable dependiente, posterior a la primera implementación con el Recurso Educativo Digital Adaptativo – PIRE, es decir, en el GE en presencia de la variable independiente y la segunda aplicación del test en el GC en ausencia de dicha variable.

En primera medida y atendiendo a la escala de niveles por puntaje del Test OVR-E, se aprecia en la **Tabla 13** que hay diferencias en cada uno de los niveles, por ejemplo en el nivel muy bajo, el GE no presenta ningún caso, mientras el GC sí. En el nivel superior, el GE presenta el doble de porcentaje que el GC, sin embargo, en los niveles medio y alto, los puntajes del GC son superiores, en cualquier caso simplemente son indicadores, por ello es necesario analizar más a fondo.

Tabla 13.

Tabla cruzada por grupos post-test1

| GRUPOS | | posttest1 por niveles | | | | |
|--------|--------------------|-----------------------|-------|-------|-------|----------|
| | | muy bajo | bajo | medio | alto | superior |
| GE | % dentro de GRUPOS | 0,0% | 15,0% | 20,0% | 45,0% | 20,0% |
| | | | | | | |
| GC | % dentro de GRUPOS | 5,0% | 5,0% | 25,0% | 55,0% | 10,0% |
| | | | | | | |

En la **Tabla 14** de descriptivos correspondiente al primer post-test, se observa según la media, que existe superioridad en los resultados del GE (ME=18,55) con respecto al GC (ME=18,20). Para poder comprobar estadísticamente dicha afirmación, se realiza la prueba de

normalidad Shapiro-Wilk para determinar la prueba de significancia a realizar, sus resultados demuestran que GE tiene distribución normal, pero GC no, se decide entonces realizar la prueba de Wilcoxon, cuyos resultados demuestran que no existen diferencias significativas entre los grupos en la prueba post-test1(Ver Anexo 22).

Tabla 14.

Descriptivos – post-test1 por grupos

| | GRUPOS | | Estadístico | Error estándar |
|---------------------|--------|---------------------|-------------|----------------|
| posttest1 | GE | Media | 18,55 | 1,358 |
| | | Mediana | 19,00 | |
| | | Desviación estándar | 6,074 | |
| | | Mínimo | 7 | |
| | | Máximo | 29 | |
| | | Rango | 22 | |
| | | GC | GC | |
| Mediana | 19,00 | | | |
| Desviación estándar | 4,708 | | | |
| Mínimo | 3 | | | |
| Máximo | 24 | | | |
| Rango | 21 | | | |

Post-test1 – análisis resultados habilidades espaciales (HE) y grupos

Este análisis se realiza para determinar en cuáles habilidades espaciales los grupos experimental y control obtuvieron mejores resultados según los puntajes obtenidos en la prueba post-test1 realizada luego de la primera implementación con el recurso en GE. Se utilizó la misma escala de niveles por puntaje (bajo, medio y alto) que se ha venido trabajando (**Tabla 11**).

Habilidad Espacial- Orientación. La Figura 12 refleja los porcentajes por niveles de puntaje obtenidos por cada grupo en la prueba post-test1 de orientación espacial, revelan que el GC es superior al GE en los niveles medio y alto pues GC suma el 95%, mientras que GE llega al 90%, además la diferencia entre el puntaje en nivel alto es de 25% a favor del GC.

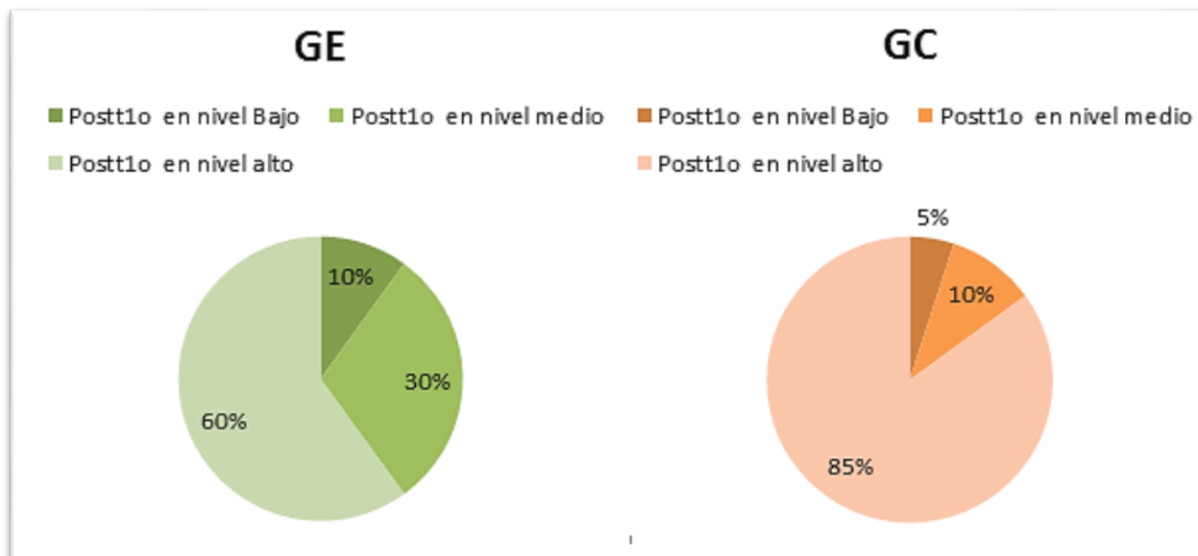


Figura 12. Porcentaje por niveles de puntaje post-test1 HE – Orientación por grupos

En la **Tabla 15**, se observa que el promedio de los puntajes del GC es levemente superior que el del GE, aunque se infiere que el 50% de los puntajes presentan un rango mayor en el GE teniendo en cuenta la mediana (8,50 para GE y 8,0 para GC), lo que implica que los puntajes en nivel alto de GC tienden al nivel medio y los puntajes de GE en el nivel medio se acercan al nivel alto. Se comprueba la normalidad de la variable post-test1 de orientación con la prueba Shapiro-Wilk y se observa que en ninguno de los grupos la distribución es normal, por esta razón se realiza la prueba Mann-Whitney para encontrar la significancia entre las diferencias halladas anteriormente y se concluye que la diferencia no es significativa. (Ver Anexo 23)

Tabla 15.
Descriptivos post-test1 por grupos – HE Orientación

| GRUPOS | | Estadístico | Error estándar |
|---------|----|---------------------|----------------|
| postt1o | GE | Media | 7,40 |
| | | Mediana | 8,50 |
| | | Desviación estándar | 2,458 |
| GC | GC | Media | 7,80 |
| | | Mediana | 8,00 |
| | | Desviación estándar | 2,419 |

Habilidad Espacial – Visualización. En esta prueba, se evidencia que existe menor porcentaje en el nivel bajo del GE con un 10%, que en el mismo nivel en GC con un 20% (Figura 13), y una diferencia 25% en el nivel alto a favor del GE, además existe un porcentaje mayor en los niveles medio-alto del GE con un 90%, mientras que GC presenta el 80%.

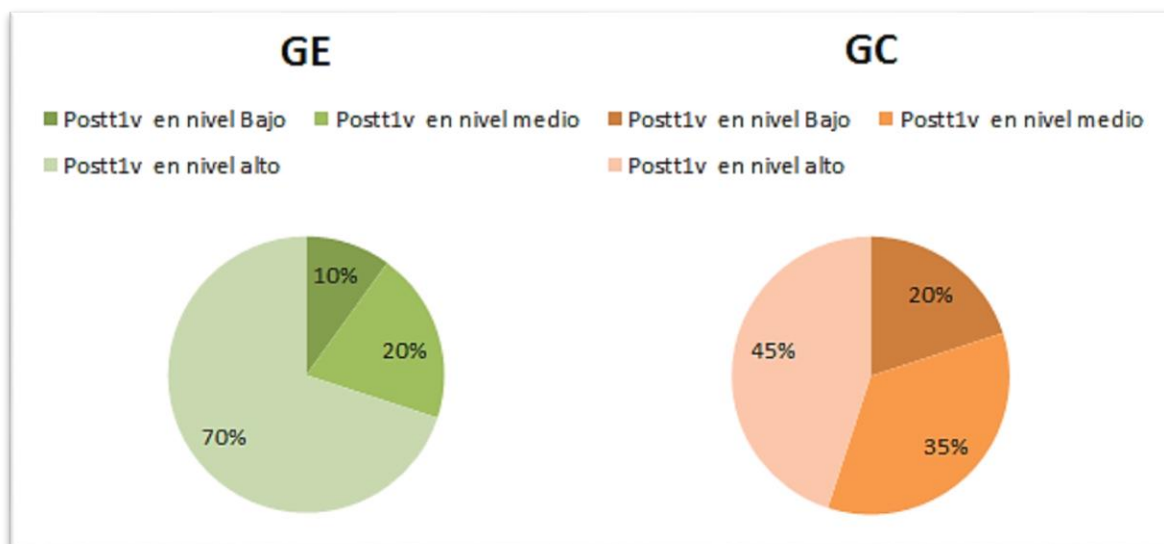


Figura 13. Porcentaje por niveles de puntaje post-test1 HE – Visualización por grupos

Tabla 16.
Descriptivos post-test1 por grupos – HE Visualización

| GRUPOS | | Estadístico | Error estándar |
|---------|----|---------------------|----------------|
| postt1v | GE | Media | 6,90 |
| | | Mediana | 7,00 |
| | | Desviación estándar | 2,315 |
| GC | GC | Media | 6,00 |
| | | Mediana | 6,00 |
| | | Desviación estándar | 2,534 |

En la **Tabla 16** se observa que el promedio de los puntajes en GE es mayor que el promedio de GC, es decir que en la prueba correspondiente a la visualización, GE presenta una ventaja sobre GC de acuerdo a los resultados, aunque en promedio ambos se encuentran en nivel medio. Sin embargo, es necesario comprobar si la diferencia es estadísticamente significativa, se

realiza entonces la prueba Shapiro-Wilk para saber si la distribución es normal en los dos grupos. Observando la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se comprueba la normalidad de las muestras y se procede a realizar la prueba T de Student para observar la significancia de las diferencias y como el resultado de la $Sig > 0,05$ entonces se concluye que la diferencia no es significativa, coherente con la diferencia de las medias que es de tan solo 0,9 (Anexo 24).

Habilidad Espacial - Rotación. Teniendo en cuenta la Figura 14, se observan porcentajes exactamente iguales en la escala de niveles por puntaje para los tres niveles, según los resultados en la prueba post-test1 correspondiente a rotación espacial, es decir, los grupos experimental y control, tuvieron el mismo desempeño en la prueba de rotación a pesar de que el GE tuvo sesión de primera implementación con el REDA

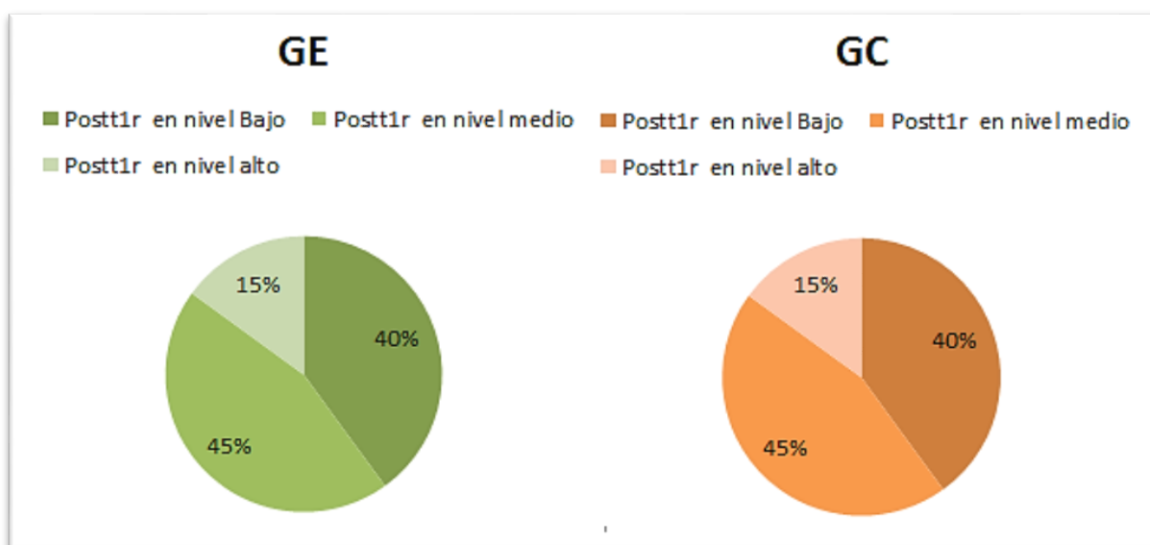


Figura 14. Porcentaje por niveles de puntaje post-test1 HE – Rotación por grupos

Se muestra en la **Tabla 17** que el promedio de los puntajes correspondientes a la prueba post-test1 de rotación, para los grupos GE y GC no presentan una diferencia significativa entre ellos, cabe aclarar que según la escala de niveles por puntaje, ambos grupos se encuentran

en un nivel medio con tendencia al nivel bajo. No se ve necesario realizar las pruebas de significancia de esta diferencia, pues es demasiado pequeña.

Tabla 17.
Descriptivos post-test1 por grupos - HE Rotación

| | | GRUPOS | Estadístico | Error estándar |
|---------|----|---------------------|-------------|----------------|
| postt1r | GE | Media | 4,25 | ,491 |
| | | Mediana | 4,00 | |
| | | Desviación estándar | 2,197 | |
| | GC | Media | 4,40 | ,545 |
| | | Mediana | 4,50 | |
| | | Desviación estándar | 2,437 | |

Análisis prueba post-test1

1. Según los resultados obtenidos en la prueba post-test1 entre GE y GC, no hay diferencias significativas entre ellos a pesar que el GE realizó sesión de implementación con el REDA posterior al pre-test y anterior al post-test1, aun así, se observa una diferencia mínima entre el promedio de los puntajes obtenidos en el post-test1 entre los dos grupos con puntajes levemente superiores para GE.
2. Teniendo en cuenta los resultados de la prueba post-test1 entre habilidades por grupos, se concluye que existen puntajes levemente superiores en el GE en la prueba correspondiente a la visualización espacial, sin embargo, las pruebas demuestran una leve superioridad en las habilidades espaciales de orientación y rotación a favor del GC. Ninguna de las tres habilidades presenta diferencias estadísticamente significativas que ayuden a concluir en cuál de las tres habilidades hubo mejor desempeño.

Post-test2 – quinta fase

Post-test2 – análisis resultados por grupos

Este análisis se realiza con el fin de contrastar los resultados obtenidos por cada uno de los grupos en la segunda prueba post-test, luego de la segunda implementación con el REDA, se

pretende observar si la variable independiente afecta la variable dependiente luego de la segunda implementación.

Se puede inferir con respecto a la **Tabla 18** que los porcentajes de los niveles bajo y medio son iguales en GE y en GC, sin embargo, existen diferencias porcentuales en los niveles alto y superior, en el nivel superior con una ventaja porcentual de 25% para el GE sobre el GC y en el nivel alto el mismo porcentaje, pero en este caso del GC sobre el GE. Por otro lado, el promedio de la prueba post-test2 ratifica que el promedio de puntajes obtenidos por el GE son superiores a los del GC (

Tabla 19), también puede destacarse que es la primera vez que en alguno de los grupos se obtiene el puntaje máximo del Test (30 puntos) y este resultado corresponde al GE.

Tabla 18.

Tabla cruzada post-test2 por grupos

| GRUPOS | GE | % dentro de GRUPOS | posttest2 (por grupos) | | | |
|--------|----|--------------------|------------------------|-------|-------|----------|
| | | | bajo | medio | alto | superior |
| | GC | % dentro de GRUPOS | 10,0% | 30,0% | 50,0% | 10,0% |

Tabla 19.

Descriptivos post-test2 por grupos

| GRUPOS | | Estadístico | Error estándar |
|-----------|---------------------|---------------------|----------------|
| posttest2 | GE | Media | 19,95 |
| | | Mediana | 20,00 |
| | | Desviación estándar | 5,907 |
| | | Mínimo | 10 |
| | | Máximo | 30 |
| | | GC | Media |
| GC | Mediana | 20,00 | |
| | Desviación estándar | 4,644 | |
| | Mínimo | 9 | |
| | Máximo | 25 | |

Para verificar si las diferencias son significativas, se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk y se encontró que las variables tienen una distribución normal, por lo tanto se realiza la prueba T de Student y se llega a la conclusión que no hay diferencias significativas entre las medias de los grupos en esta prueba (Anexo 25).

Post-test2 – análisis resultados por habilidades espaciales (HE) y grupos

El análisis de resultados por habilidades de orientación, visualización y rotación espacial, se realiza con el fin de identificar aquellas ventajas o desventajas en cuanto a los resultados, que tienen los grupos control y experimental uno con respecto a otro en cada una de las habilidades espaciales, luego de las mediciones anteriormente realizadas.

Habilidad Espacial – Orientación. Los porcentajes de la Figura 15 de la prueba post-test2 correspondientes a la orientación espacial, muestran que aunque GE tienen una ventaja del 5% en el nivel alto, no existe una equivalencia entre GE y GC, lo cual se puede comprobar si se observan las medias exactamente iguales de la **Tabla 20**. Por lo tanto no se hace necesario realizar más pruebas.

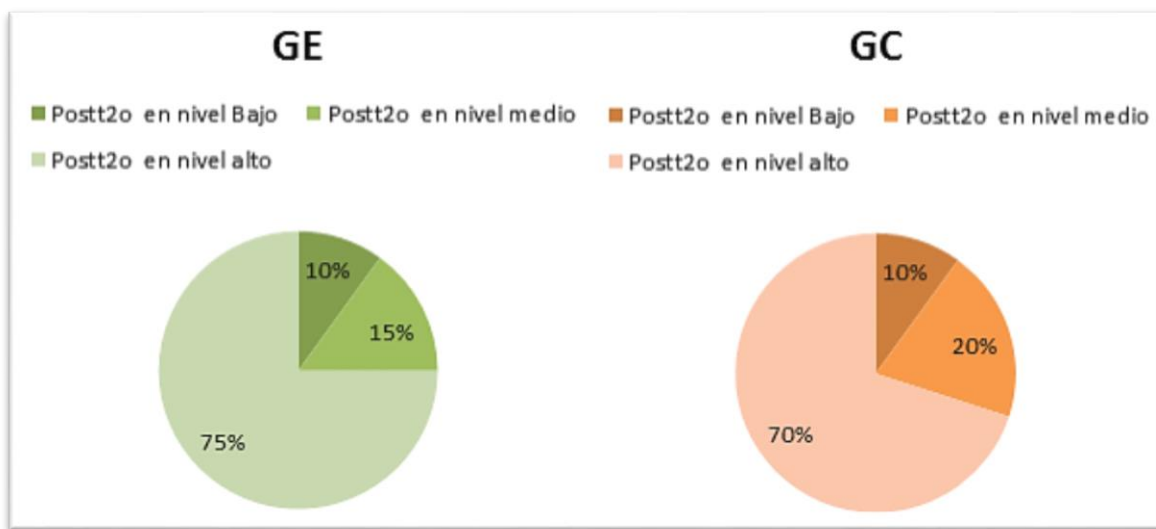


Figura 15. Porcentaje por niveles de puntaje post-test2 HE – Orientación por grupos

Tabla 20.
Descriptivos post-test2 por grupos – HE Orientación

| GRUPOS | | Estadístico | Error estándar |
|---------|----|---------------------|----------------|
| postt2o | GE | Media | 7,70 |
| | | Mediana | 8,00 |
| | | Desviación estándar | 2,273 |
| | GC | Media | 7,70 |
| | | Mediana | 8,50 |
| | | Desviación estándar | 2,658 |

Habilidad Espacial – Visualización. En la Figura 16 correspondiente a la prueba post-test2 de visualización espacial, el GE presenta un 5% a favor en el nivel alto de la escala de puntajes, así mismo se observa que nuevamente los puntajes se encuentran casi que equivalentes en los niveles de escala. Sin embargo, las medias presentan una diferencia donde el GE tiene una ventaja sobre GC (

Tabla 21), para confirmar que dicha diferencia es significativa, se realiza la prueba Shapiro-Wilk encontrando que no hay distribución normal entre las variables, razón por la cual se realiza la prueba Mann-Whitney para muestras independientes y se concluye entonces que las

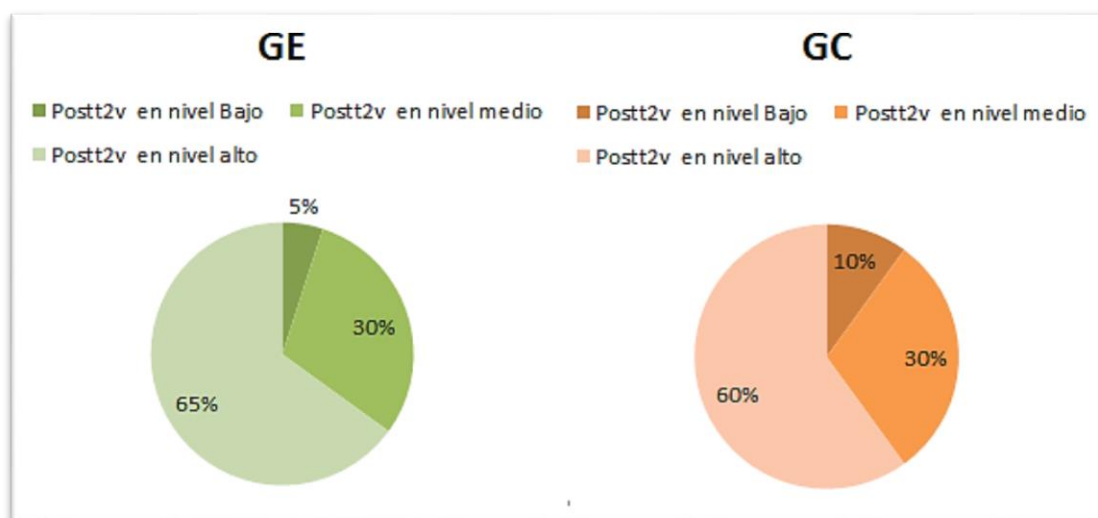


Figura 16. Porcentaje por niveles de puntaje post-test2 HE – Visualización por grupos

diferencias no son significativas. (Ver Anexo 26)

Tabla 21.
Descriptivos post-test2 por grupos– HE Visualización

| GRUPOS | | Estadístico | Error estándar |
|---------|----|---------------------|----------------|
| postt2v | GE | Media | 7,55 |
| | | Mediana | 8,00 |
| | | Desviación estándar | 2,395 |
| | GC | Media | 6,35 |
| | | Mediana | 7,00 |
| | | Desviación estándar | 1,755 |

HE – Rotación. De acuerdo a los resultados obtenidos (Figura 17), el GE presenta porcentajes superiores en el nivel alto, con un 15% más que el GC, sin embargo, el promedio muestra que los resultados son similares entre GE y GC (**Tabla 22**). Con estas variables se realiza la prueba Shapiro-Wilk y se observa que las distribuciones entre grupos son normales, se procede entonces con la prueba T de Student para comprobar la significancia de la diferencia entre medias y se determina que la diferencia no es estadísticamente significativa. (Anexo 27).

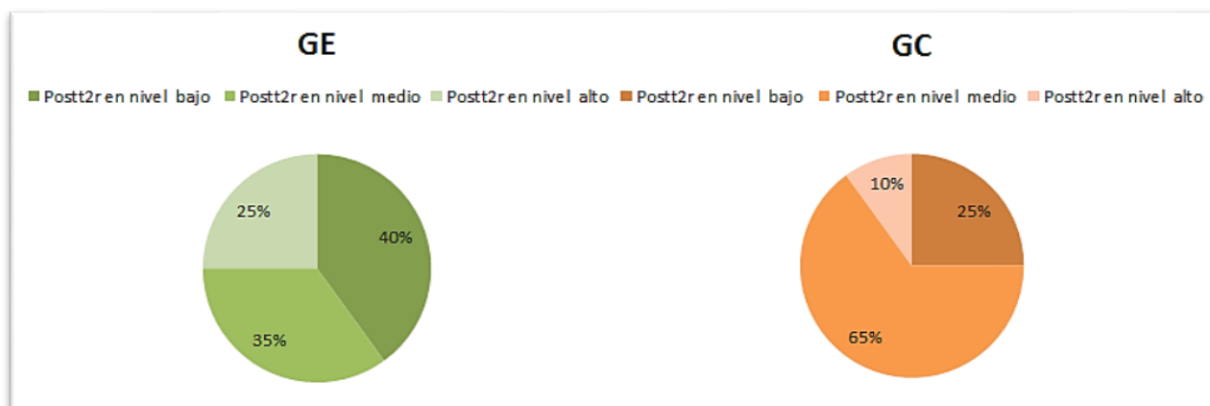


Figura 17. Porcentaje por niveles de puntaje post-test2 HE – Rotación por grupos

Tabla 22.
Descriptivos post-test2 por grupos– HE Rotación

| GRUPOS | | Estadístico | Error estándar |
|---------|----|---------------------|----------------|
| postt2r | GE | Media | 4,70 |
| | | Mediana | 4,50 |
| | | Desviación estándar | 2,473 |
| | GC | Media | 4,70 |
| | | Mediana | 5,00 |
| | | Desviación estándar | 1,809 |

Análisis prueba post-test2

1. A partir de los resultados de la prueba post-test2, se concluye que no existen diferencias significativas entre grupos, sin embargo en algunos resultados, se evidencian ventajas del GE con respecto al GC como por ejemplo en el aumento de los puntajes en el nivel superior.
2. Al comparar los resultados obtenidos por habilidades en la prueba post-test2, se presentan diferencias muy leves entre GE y GC en cuanto a la orientación, visualización y rotación espacial, las pruebas realizadas ratifican que dichas diferencias no son significativas para ninguna de ellas.

Comparación pruebas pre-test, post-test1 y post-test2 entre grupos

Para finalizar la descripción de hallazgos del instrumento Test OVR-E, se presentan los resultados de los tres momentos de su aplicación: las pruebas pre-test, post-test1 y post-test2 con los grupos GE y GC. La Figura 18, muestra los niveles según la escala de niveles por puntaje propuesta (**Tabla 10**), los porcentajes obtenidos en las tres pruebas y se logran visualizar las variaciones de cada grupo al realizar cada prueba. Puede verse, que el GC presenta variaciones inconstantes, es decir, ascensos y descensos en los porcentajes de los niveles muy bajo y bajo, poca variación en el nivel alto y un leve ascenso en los niveles medio y superior. Por otro lado, el

GE, presenta cambios más estables, descensos en los niveles bajo y medio y ascensos en los niveles alto y superior, demostrando un incremento constante a medida que pasa cada prueba.

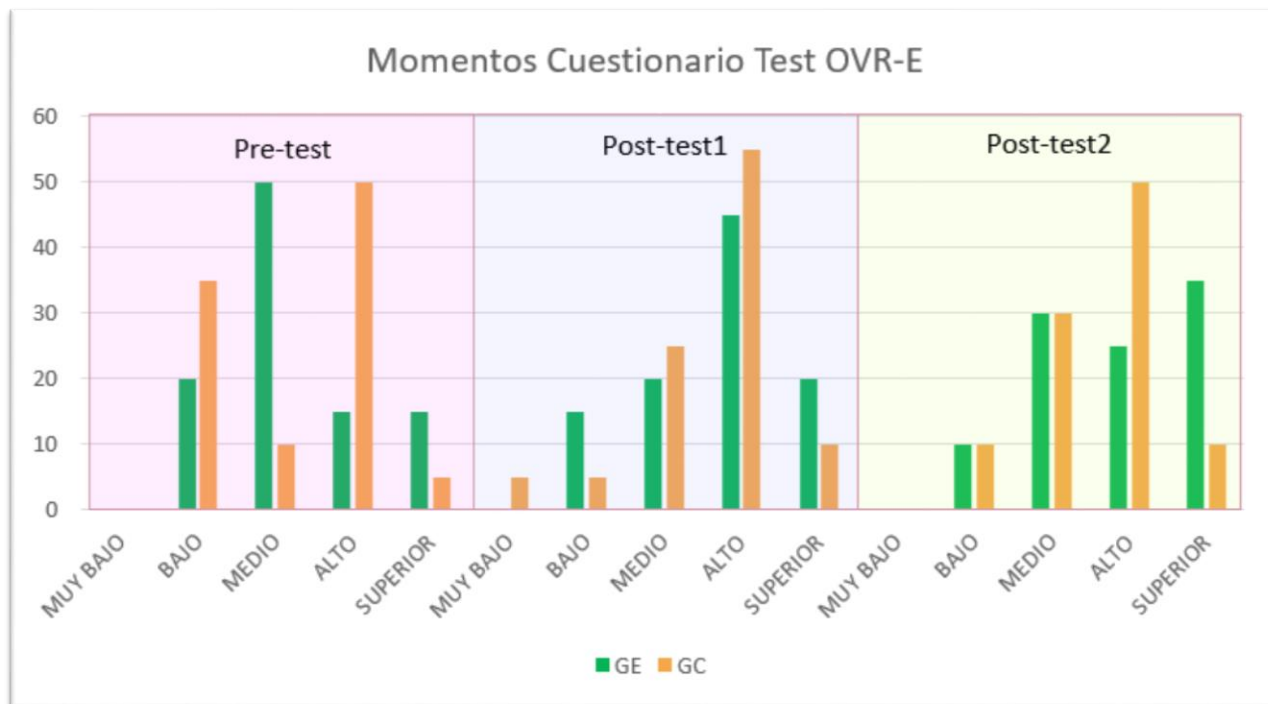


Figura 18. Comparación pre-test, post-test1 y post-test2 por grupos, según escala de niveles por puntaje

Lista de chequeo – puntajes REDA – PIRE.

Los resultados obtenidos de la lista de chequeo, presentan los puntajes alcanzados solamente por los estudiantes del Grupo Experimental en las dos sesiones de implementación con el Recurso Educativo Digital Adaptativo PIRE, recordando que el Grupo Control no participó de éstas sesiones. Este análisis sirve como indicador del desempeño de los estudiantes del GE en el juego en cada una de las sesiones.

Primera y segunda implementación – segunda y cuarta fase

Primera y segunda implementación – análisis general puntajes PIRE

En la tabla de estadísticos (**Tabla 23**), se observa el promedio de puntajes obtenidos en las implementaciones 1 y 2 por el GE, demostrando que en la segunda implementación el GE obtuvo puntajes superiores. De la misma forma, observando los puntajes mínimos y máximos obtenidos, se aprecia la misma tendencia, pues los dos valores son mayores en la segunda implementación con el recurso.

Tabla 23.

Estadísticos PIRE puntajes generales - implementaciones

| Estadísticos | | imp1 | imp2 |
|---------------------|--------|-----------|------------|
| N | Válido | 20 | 20 |
| Media | | 345130 | 384060 |
| Mediana | | 329300 | 377200 |
| Desviación estándar | | 47231,213 | 40019,4479 |
| Mínimo | | 266000 | 319000 |
| Máximo | | 442400 | 476700 |

Para verificar si la diferencia es significativa, primero se realiza la prueba de normalidad y se evidencia que las distribuciones son normales ($\text{sig} > 0,05$), por esta razón es viable realizar la prueba T de Student y así saber si en realidad la diferencia es significativa, se comprueba entonces que las diferencias entre los puntajes de PIRE en las sesiones de implementación son significativas (Ver Anexo 28).

Primera y segunda implementación – análisis puntajes por niveles PIRE

Este análisis permite conocer en cuál de los niveles del juego según las sesiones de implementación, los estudiantes del GE tuvieron mejor desempeño, es conveniente recordar que cada nivel de PIRE está directamente relacionado con las habilidades espaciales, nivel 1 – orientación, nivel 2 – visualización y nivel 3 – rotación.

Nivel 1 – Orientación. La **Tabla 24**, muestra los promedios de los puntajes obtenidos en el nivel 1 de PIRE correspondiente a la orientación espacial, se observa que aunque hubo un aumento en la segunda implementación, los puntajes estuvieron muy semejantes, sin embargo para conocer si esta diferencia es significativa o no, se realiza prueba de normalidad. Las pruebas presentan una distribución normal ($\text{sig} > 0,05$), por lo tanto se hace conveniente realizar la prueba T de Student (Anexo 29). Se concluye entonces que las diferencias de puntajes de PIRE en el nivel 1 correspondiente a orientación espacial, no son estadísticamente significativas.

Tabla 24.
Estadísticos PIRE nivel 1 - Orientación

| Estadísticos | | imp1o | imp2o |
|---------------------|--------|----------|-----------|
| N | Válido | 20 | 20 |
| Media | | 18790 | 18860 |
| Mediana | | 18450 | 19050 |
| Desviación estándar | | 3731,079 | 2745,2159 |
| Mínimo | | 10800 | 13800 |
| Máximo | | 26700 | 23700 |

Nivel 2 – Visualización. En la **Tabla 25** de estadísticos se observa que el promedio de puntajes obtenidos en el nivel 2 de PIRE correspondiente a la visualización espacial, son mayores en la segunda implementación, de la misma forma se observan aumentos en los puntajes mínimos y máximos en la segunda implementación con respecto a la primera. Es necesario conocer si dichas diferencias son significativas, por lo tanto se procede a realizar primero la prueba de normalidad y luego, según su resultado, la prueba de significancia adecuada.

Tabla 25.
Estadísticos PIRE nivel 2 - Visualización

| Estadísticos | | imp1v | imp2v |
|---------------------|--------|-----------|------------|
| N | Válido | 20 | 20 |
| Media | | 217555 | 242230 |
| Mediana | | 211350 | 240050 |
| Desviación estándar | | 25323,725 | 26547,3381 |
| Mínimo | | 178300 | 208600 |
| Máximo | | 268200 | 303400 |

La prueba Shapiro-Wilk indica que las distribuciones son normales, pues la significancia es mayor de 0,05. Se procede a realizar la prueba T de Student (Anexo 30) y se comprueba que las diferencias entre los puntajes obtenidos en las dos implementaciones de PIRE en el nivel 2 correspondiente a la visualización espacial, son significativas.

Nivel 3 – Rotación. Se observa en la **Tabla 26** una diferencia entre los promedios de puntaje obtenidos en el nivel 3 de rotación espacial, esta diferencia está determinada por los puntajes superiores correspondientes a la segunda implementación, de la misma forma, el puntaje mínimo de la misma sesión es mayor que el de la primera, sin embargo, el puntaje máximo en el nivel 3 de rotación, se obtuvo durante la primera sesión de implementación. Para poder determinar si dicha diferencia es significativa, primero hay que conocer si las distribuciones son normales con la prueba Shapiro-Wilk. (Anexo 31)

Tabla 26.
Estadísticos PIRE nivel 3 - Rotación

| Estadísticos | | imp1r | imp2r |
|---------------------|--------|-----------|------------|
| N | Válido | 20 | 20 |
| Media | | 108785 | 122970 |
| Mediana | | 103500 | 129400 |
| Desviación estándar | | 33040,108 | 24947,8846 |
| Mínimo | | 51900 | 79800 |
| Máximo | | 191300 | 164100 |

Como los resultados de la prueba de normalidad indican que las distribuciones son normales, entonces se comprueba la significancia con la prueba T de Student (Anexo 31). Sus resultados permiten concluir que la diferencia entre los puntajes en el nivel 3 de rotación de PIRE, durante las sesiones de implementación, no son significativos.

Primera y segunda implementación – análisis de tiempos PIRE

El análisis de tiempo correspondiente a las dos sesiones de implementación, se realiza con la intención de determinar en cuál de las sesiones, a los estudiantes del grupo experimental les tomo menor tiempo terminar el juego.

Teniendo en cuenta la **Tabla 27**, se observa que el promedio de tiempo correspondiente a la segunda implementación con PIRE, es menor que el promedio de tiempo de la primera, sin embargo falta comprobar si la diferencia es significativa. Cabe recordar que la unidad de tiempo visualizada son segundos, por ejemplo, la segunda implementación presenta un promedio de 518,850 segundos que serían unos 8 minutos con 6 segundos, un tiempo corto para terminar los niveles de PIRE. También es posible observar que el menor tiempo utilizado para terminar el juego, se logró en la segunda implementación, pero el mayor tiempo en la primera.

Tabla 27.

Estadísticos implementaciones PIRE - tiempos

| Estadísticos | | imp1time | imp2time |
|---------------------|--------|----------|----------|
| N | Válido | 20 | 20 |
| Media | | 617 | 518,850 |
| Mediana | | 604,50 | 524 |
| Desviación estándar | | 102,858 | 88,8418 |
| Mínimo | | 449 | 336 |
| Máximo | | 789 | 731 |

Para comparar los rangos de tiempo logrados en cada implementación, se observa la **Tabla 28**, en donde se muestra que hubo 15 estudiantes de los 20 en total que lograron pasar el juego en menor tiempo que la primera vez que lo jugaron, y solo 5 estudiantes se tomaron más tiempo para terminarlo la segunda vez.

Tabla 28.*Tabla de rangos de tiempos implementaciones PIRE*

| | | N | Rango promedio | Suma de rangos |
|---------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|
| imp2time - imp1time | Rangos negativos | 15 ^a | 11,87 | 178,00 |
| | Rangos positivos | 5 ^b | 6,40 | 32,00 |
| | Empates | 0 ^c | | |
| | Total | 20 | | |

Nota: a. $\text{imp2time} < \text{imp1time}$ - b. $\text{imp2time} > \text{imp1time}$ - c. $\text{imp2time} = \text{imp1time}$

Para determinar si las diferencias son significativas, se realiza en primer lugar, la prueba Shapiro-Wilk comprobándose que las distribuciones son normales, por ende es posible realizar la prueba T de Student (Anexo 32). Se demuestra que las diferencias entre los tiempos logrados durante la segunda implementación, son significativamente menores que los utilizados en la primera sesión con PIRE.

Comparación de casos puntajes – tiempo

Este análisis se realiza como indicador de la adaptatividad del recurso, pues se pretende observar en algunos casos particulares, los tiempos y puntajes obtenidos para determinar que PIRE es flexible a cada jugador sin importar el tiempo que demore en terminar los niveles del juego, ni el puntaje que obtenga a partir de la validez de sus respuestas. Estos casos se eligieron observando los puntajes y tiempos muy altos y muy bajos, teniendo en cuenta las múltiples variaciones que pueden haber en la relación de estas variables.

A continuación se muestra la **Tabla 29** con puntajes y tiempos obtenidos por los estudiantes 4, 8, 9 y 18, durante la primera implementación.

Tabla 29.*Tabla de puntajes y tiempos por casos particulares*

| Estudiante | Puntaje imp1 | Tiempo imp1 |
|------------|--------------|-------------|
| GEE4 | 442400 | 690 |
| GEE8 | 320400 | 556 |
| GEE9 | 292700 | 673 |
| GEE18 | 320400 | 678 |

Por ejemplo, comparando el puntaje y el tiempo de GEE4 con los de GEE9, se logra evidenciar que aunque los tiempos son próximos, los puntajes obtenidos, distan considerablemente uno del otro, de la misma manera, al comparar GEE8 con GEE18, se observa que aunque los puntajes son exactamente iguales, los tiempos presentan una diferencia de 122 segundos, es decir más de 2 minutos. Lo anterior refleja que el puntaje es flexible al tiempo y por tanto PIRE es un recurso que se adapta a los ritmos de juego de cada estudiante, permitiéndoles terminar el juego en un tiempo prolongado o corto con un puntaje bajo, medio o alto, según sus habilidades.

Análisis implementaciones - PIRE

1. El promedio de los puntajes obtenidos por el grupo experimental en la segunda implementación con el Recurso Educativo Digital Adaptativo – PIRE, fue significativamente mayor que el promedio de puntajes obtenido en la primera implementación.
2. Los puntajes obtenidos en cada uno de los niveles de PIRE durante las sesiones de implementación, muestran que los niveles 1 (orientación) y 3 (rotación), no presentan diferencias significativas de puntaje, sin embargo, el nivel 2 (visualización), indica que hubo un aumento estadísticamente significativo entre los puntajes de la primera y segunda implementación con el recurso en el GE.

3. Los tiempos utilizados por los estudiantes del grupo experimental, son significativamente menores a los tiempos que lograron en la primera sesión de implementación con el Recurso Educativo Digital Adaptativo PIRE.
4. Se evidencia la adaptatividad del recurso PIRE, teniendo en cuenta la flexibilidad del tiempo con respecto a los ritmos de respuesta de cada estudiante, y a la validez de las mismas, dando como resultado puntajes y tiempos diversos, por ejemplo, es posible obtener puntajes altos o bajos con tiempos mayores o menores y de todas maneras poder terminar el juego.

Efecto del REDA - PIRE sobre las habilidades espaciales - HE

Para iniciar, es necesario recordar que se presentan solamente los resultados del grupo experimental (GE), pues fue el único que utilizó el Recurso. Teniendo en cuenta que la variable independiente corresponde al Recurso Educativo Digital Adaptativo– PIRE y la variable dependiente a las habilidades espaciales (HE) de orientación, visualización y rotación de los estudiantes, se realizan comparaciones entre las tres pruebas realizadas con el Test OVR-E al GE y posteriormente, comparaciones entre los resultados de cada una de las pruebas en cuanto a las habilidades espaciales para poder determinar cuál de ellas tuvo mayores cambios a raíz de la aplicación del recurso.

Comparación entre pruebas pre-test, post-test1 y post-test2 – en el GE

Este análisis pretende contrastar los resultados obtenidos en el Test OVR-E como indicador de medida de las HE de los estudiantes, antes y después de las sesiones de

implementación con el recurso, determinar si existen diferencias y si dichas diferencias entre las tres pruebas son significativas.

Observando en la **Tabla 30** los promedios obtenidos por los estudiantes del GE en cada una de las pruebas, se ve un aumento progresivo en cada prueba, es decir, la prueba pre-test presenta promedio de 17,10, la prueba post-test1 presenta promedio de 18,55 y la prueba post-test2 tiene un promedio de 19,95. Inicialmente estos resultados indicarían que los puntajes del Test OVR-E subieron progresivamente luego de cada implementación con el recurso, sin embargo, para comprobar si estas diferencias son significativas, en primer lugar se debe corroborar si las distribuciones de los datos son normales y se utiliza la prueba Shapiro-Wilk (Anexo 33).

Tabla 30.

Estadísticas de muestras emparejadas pruebas pre-test, post-test1 y post-test2

| | | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
|-------|-----------|-------|---------------------|-------------------------|
| Par 1 | pretest | 17,10 | 5,251 | 1,174 |
| | posttest1 | 18,55 | 6,074 | 1,358 |
| Par 2 | pretest | 17,10 | 5,251 | 1,174 |
| | posttest2 | 19,95 | 5,907 | 1,321 |
| Par 3 | posttest1 | 18,55 | 6,074 | 1,358 |
| | posttest2 | 19,95 | 5,907 | 1,321 |

La prueba de normalidad, indica que la distribución de los datos obtenidos es normal para las tres pruebas pues $\text{sig} > 0,05$, por ello es preciso realizar la prueba T de Student y comprobar que las diferencias si son significativas. Finalmente, es posible comprobar que las diferencias no son significativas entre el pre-test y el pos-test1 y tampoco entre el post-test1 y el post-test2 ($\text{sig} > 0,05$), sin embargo, las diferencias entre los promedios obtenidos entre la prueba pre-test y post-test2 si son estadísticamente significativas. (Anexo 33)

Comparación entre pruebas pre-test y post-test2 – HE en GE

Teniendo en cuenta que no hubo diferencias significativas entre la prueba pre-test y la prueba post-test1 realizadas por el GE, este análisis se efectúa a partir de las diferencias que fueron significativas luego de la segunda implementación con el Recurso Educativo Digital Adaptativo – PIRE, es decir, entre la prueba pre-test y la prueba post-test2 para observar las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación por separado y finalmente poder determinar en cuál de ellas hubo mayores avances de acuerdo a los resultados obtenidos en el Test OVR-E.

Habilidad Espacial – Orientación. En la **Tabla 31** se observan diferencias con resultados superiores en la prueba post-test2 luego de dos implementaciones con el REDA, por ejemplo la media es mayor, al igual que la mediana y el puntaje mínimo obtenido pasó de 1 a 3 sin presentarse descenso en el puntaje máximo. Sin embargo debe corroborarse que dichas diferencias son significativas, por ello se procede a realizar la prueba Shapiro-Wilk para comprobar que presentan distribución normal y según sus resultados proceder con la prueba adecuada.

Tabla 31.
Descriptivos pruebas pre-test y post-test2 - Orientación

| | | Estadístico | Error estándar |
|--------|---------------------|-------------|----------------|
| preto | Media | 6,30 | ,641 |
| | Mediana | 6,50 | |
| | Desviación estándar | 2,867 | |
| | Mínimo | 1 | |
| | Máximo | 10 | |
| post2o | Media | 7,70 | ,508 |
| | Mediana | 8,00 | |
| | Desviación estándar | 2,273 | |
| | Mínimo | 3 | |
| | Máximo | 10 | |

En el Anexo 34, se muestra la prueba Shapiro-Wilk, donde se observa que la prueba pre-test de orientación presenta distribución normal, sin embargo, la prueba post-test2 de orientación,

no tiene distribución normal, por ello se realiza la prueba de Wilcoxon, que comprueba que sí hubo diferencias estadísticamente significativas a favor de la prueba post-test2 correspondiente a la habilidad espacial de orientación.

Con el fin de dar más soporte a las diferencias halladas, se realiza una tabla de rangos (**Tabla 32**) en la cual se especifica cuantos estudiantes presentaron aumentos, disminuciones o desempeños iguales entre las pruebas. Hubo 5 casos en los que se presentaron mayores puntajes en la prueba pre-test que en la post-test2, 3 casos de puntajes iguales y 12 casos en los que la prueba post-test2 supero la prueba pre-test.

Tabla 32.

Tabla de rangos pruebas pre-test y post-test2 – Orientación

| | | N | Rango promedio | Suma de rangos |
|-----------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|
| postt2o - preto | Rangos negativos | 5 ^a | 6,00 | 30,00 |
| | Rangos positivos | 12 ^b | 10,25 | 123,00 |
| | Empates | 3 ^c | | |
| | Total | 20 | | |

a. postt2o < preto b. postt2o > preto c. postt2o = preto

Habilidad Espacial – Visualización. En la tabla de descriptivos (**Tabla 33**), se muestra una diferencia entre los promedios de la prueba pre-test y post-test2 donde la prueba post-test2 es mayor, también sube la mediana y los mínimos y máximos no variaron mucho, sin embargo, se debe comprobar si las diferencias son significativas o no. Se realiza en primer lugar la prueba Shapiro-Wilk para determinar la normalidad.

Tabla 33.

Descriptivos pruebas pre-test y post-tes2 - Visualización

| | | Estadístico | Error estándar |
|-------|---------------------|-------------|----------------|
| pretv | Media | 6,35 | ,514 |
| | Mediana | 6,50 | |
| | Desviación estándar | 2,300 | |

| | | | |
|---------|---------------------|-------|------|
| | Mínimo | 2 | |
| | Máximo | 10 | |
| postt2v | Media | 7,55 | ,535 |
| | Mediana | 8,00 | |
| | Desviación estándar | 2,395 | |
| | Mínimo | 3 | |
| | Máximo | 10 | |

En la prueba de normalidad (ver Anexo 35) se refleja que la prueba pre-test tiene distribución normal mientras que la prueba post-test2 no lo es, por esta razón se realiza la prueba de Wilcoxon para comprobar la significancia de las mismas y permite confirmar que las diferencias entre la prueba pre-test y la prueba post-test2 correspondientes a la visualización espacial, son estadísticamente significativas, es decir, hubo un aumento en los puntajes del Test OVR-E, en la segunda parte correspondiente a la visualización espacial.

Se muestra la tabla de rangos para visualizar y soportar las diferencias anteriores. Se especifica la cantidad de estudiantes que tuvieron mayor, menor e igual desempeño en las pruebas, en 3 casos la prueba post-test2 fue menor que la prueba pre-test, en 4 casos los resultados fueron iguales y en 13 casos la prueba de post-test2 tuvo mejor desempeño que la prueba pre-test (**Tabla 34**).

Tabla 34.
Tabla de rangos pruebas pre-test y post-test2 – Visualización

| | | N | Rango promedio | Suma de rangos |
|-----------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|
| postt2v - pretv | Rangos negativos | 3 ^a | 6,83 | 20,50 |
| | Rangos positivos | 13 ^b | 8,88 | 115,50 |
| | Empates | 4 ^c | | |
| | Total | 20 | | |

a. postt2v < pretv b. postt2v > pretv c. postt2v = pretv

Habilidad Espacial – Rotación. Al igual que las pruebas de orientación y visualización, en la prueba de rotación espacial, se aprecia un aumento entre los promedios de las dos pruebas y

entre los mínimos y máximos alcanzados, sin embargo, la mediana queda igual y es probable que estas diferencias no sean significativas. (**Tabla 35**)

Tabla 35.
Descriptivos pruebas pre-test y post-test2 - Rotación

| | | Estadístico | Error estándar |
|--------|---------------------|-------------|----------------|
| pretr | Media | 4,45 | ,531 |
| | Mediana | 4,50 | |
| | Desviación estándar | 2,373 | |
| | Mínimo | 0 | |
| | Máximo | 9 | |
| post2r | Media | 4,70 | ,553 |
| | Mediana | 4,50 | |
| | Desviación estándar | 2,473 | |
| | Mínimo | 2 | |
| | Máximo | 10 | |

Se procede a realizar la prueba de normalidad, dando como resultado la distribución normal en las dos pruebas, por ello se hace conveniente realizar la prueba T de Student. Se concluye que las diferencias no son significativas entre las pruebas pre-test y post-test2 correspondientes a la rotación espacial (Anexo 36), por esta razón no se hace necesario realizar la prueba de rangos.

Análisis comparativo entre pruebas pre-test, post-test1 y post-test2

1. Los resultados generales del Test OVR-E en cada una de las sesiones (pre-test, post-test1 y post-test2), indican que hubo diferencias significativas entre la prueba pre-test anterior a la implementación con el Recurso Educativo Digital Adaptativo - PIRE y la segunda prueba post-test realizada luego de dos implementaciones con el recurso. Sin embargo, aunque se observa un aumento en el promedio de la prueba post-test1 con respecto a la prueba pre-test, esta diferencia no es estadísticamente significativa. Esto indica que PIRE

no afecta significativamente las habilidades espaciales de los estudiantes luego de una aplicación, pero sí causa un efecto positivo significativo luego de dos aplicaciones.

2. Ciñéndose a los resultados, puede decirse que la prueba pre-test anterior a las implementaciones con el REDA y la prueba post-test² posterior a la segunda implementación con el mismo, en lo que concierne a las habilidades espaciales por separado, presentan diferencias significativas en cuanto a la orientación y visualización espacial, sin embargo, la prueba de rotación espacial no presenta cambios significativos entre ellas. Se concluye entonces que el Recurso Educativo Digital – PIRE, presenta efectos positivos estadísticamente significativos en los puntajes del Test OVR-E como indicador de medida de las habilidades espaciales de orientación y visualización espacial en los estudiantes, pero presenta efectos positivos no significativos en la rotación espacial.

Conclusiones

Al iniciar este trabajo investigativo existían muchas inquietudes y a través de su desarrollo iban surgiendo algunas más, sin embargo, hubo que enfocarse y plantear tanto la pregunta de investigación y los objetivos, como el diseño metodológico, en el que se diseñaron los instrumentos y técnicas que recogerían todos los datos para poder cumplirlos, por esta razón, se hace viable presentar este capítulo, abordando los objetivos y enlazando el problema educativo hallado en el contexto respecto a las falencias en el desarrollo de las habilidades espaciales de los estudiantes, a partir de los resultados obtenidos y que se describen puntualmente en el capítulo correspondiente.

Siguiendo el mismo orden en que fueron planteados los objetivos, se inicia estableciendo las diferencias entre las Habilidades Espaciales de los estudiantes antes y después del uso del REDA (GE) y en su ausencia (GC), es conveniente aclarar que no fue posible determinar si las variables intervinientes (formación previa en dibujo técnico y uso de videojuegos) incidían en las habilidades espaciales de los estudiantes, debido a que la muestra de estudiantes no fue representativa en ninguno de los casos, es decir, la muestra de estudiantes que no usa videojuegos y que ha tenido formación previa en dibujo técnico, fue demasiado pequeña y por tanto no permitía generalizar resultados. Por otro lado, las diferencias descritas en las habilidades espaciales de los estudiantes antes y después del uso del REDA corresponden al grupo experimental siendo el único que hizo uso del recurso, así mismo, las diferencias en las habilidades espaciales en ausencia del recurso corresponden al grupo control quienes no hicieron uso del recurso y por ende no participaron en las implementaciones con el mismo.

En este sentido, fue posible determinar que antes del uso del REDA, no hubo diferencias significativas entre los dos grupos (sin intervención) según los resultados generales obtenidos en el Test OVR-E como indicador de medida de la variable dependiente (habilidades espaciales), por lo tanto, se asume que al presentar la prueba pre-test el nivel de desarrollo de las habilidades espaciales de los dos grupos era el mismo, acorde con lo esperado siendo estudiantes del mismo nivel educativo y con edades similares. Así mismo, al realizar comparaciones entre grupos por habilidades espaciales, se concluye que no hubo diferencias significativas en ninguna de las habilidades de orientación, visualización y rotación en la prueba pre-test, ratificando los resultados generales de la prueba y el equilibrio entre los grupos. Teniendo en cuenta esta homogeneidad de los grupos, puede decirse que los estudiantes de grado noveno del Colegio Castilla I.E.D., presentaron un nivel medio en el desarrollo de sus habilidades espaciales antes de cualquier intervención, según la escala de niveles propuesta para este trabajo y que puntualmente, la prueba de rotación espacial obtuvo puntajes más bajos que la de orientación y visualización, reflejando así las dificultades en este sentido para rotar mentalmente objetos sobre uno de los ejes. Este tipo de tarea específica, es una de las más complejas, la rotación mental, ha sido investigada durante años en psicología, se han estudiado sus diferencias en género, en sujetos con daños cerebrales y en personas del común (Herreros, D. L. 2004), presenta una serie de sub-procesos que implican tener un grado de desarrollo de otras habilidades y en este caso específico, resultaría lógico si se considera que la prueba (Test OVR-E) presenta una serie de ejercicios en la que aumenta el grado de dificultad y van desde la orientación, la visualización hasta la rotación espacial en su orden.

Por otra parte, luego de la primera implementación con el REDA, se pudo determinar que existió un incremento en los puntajes obtenidos por el grupo experimental y que sobrepasa los

obtenidos por el grupo control, sin embargo, estadísticamente, estas diferencias no llegan a ser significativas a pesar de que el grupo experimental hizo uso del REDA y el grupo control no, de la misma forma, las diferencias entre grupos tampoco fueron estadísticamente significativas en ninguna de las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial luego de esta primera implementación con el REDA. De todas formas, es conveniente tener en cuenta que los puntajes mínimos y máximos del grupo experimental obtenidos en la primera prueba post-test son superiores a los del grupo control, es decir, que en el grupo experimental los estudiantes que más bajo desempeño tuvieron en la prueba, estuvieron por encima de los puntajes más bajos de los del grupo control y los puntajes más altos fueron obtenidos en el grupo experimental. En este caso, es posible que el REDA haya contribuido en este incremento de puntajes, teniendo en cuenta que el grupo control está por debajo en varios aspectos y no en uno específicamente, por ejemplo, en el GC los puntajes generales son superiores, la puntuación mínima es menor y la máxima es superior.

Con respecto a la segunda prueba post-test, realizada luego de la segunda implementación con el REDA, se confirmó que también existió un aumento de puntajes en el nivel superior de la escala en el grupo experimental luego de haber usado el REDA por segunda vez, indicando así, un número mayor de estudiantes que lograron aumentar sus resultados, sin embargo, entre los grupos no existieron diferencias significativas ni en los puntajes generales ni en las pruebas específicas de orientación, visualización y rotación espacial.

Teniendo en cuenta lo anterior, es complejo demostrar que los incrementos en los puntajes del grupo experimental hayan sido producidos por el uso de un Recurso Educativo Digital Adaptativo, dado que no hay diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de estudiantes que lo utilizó y el grupo de estudiantes que no lo hizo. Retomando el control de

variables, en este caso, el REDA sería indiferente al desarrollo de las habilidades espaciales, hecho que podría explicarse si se tiene en cuenta que se usó la misma prueba para medir las habilidades espaciales en tres momentos diferentes, pudo producirse un efecto “memoria” si los estudiantes lograron en alguna medida familiarizarse con la prueba y finalmente afectar los resultados. De hecho, existe una teoría que asegura que puede variar el rendimiento si por efecto de la práctica, el individuo cambia de estrategia de resolución de la tarea (Glück et al, 2002). Es importante, destacar que de todas formas hubo incremento en los puntajes del test como indicador de desarrollo de las habilidades espaciales, se pudo producir un entrenamiento de las habilidades espaciales y ello podría explicar el por qué los dos grupos aumentan los resultados cada vez. En general, esta situación desde la perspectiva del docente y para el desarrollo de su práctica, se considera muy positiva y conveniente para el contexto en cuestión.

Otra parte importante que se debe destacar, es que al realizar la comparación antes y después del uso del REDA tomando como base los resultados del grupo experimental solamente, se ratifican los aumentos leves en los resultados obtenidos en el primer post-test con respecto a los de la prueba pre-test, de la misma forma, los incrementos en los puntajes obtenidos en el segundo post-test con respecto a la prueba anterior (primer post-test), que aunque no alcanzan a ser significativos, demuestran un progreso entre una y otra prueba. Sin embargo, los hallazgos verdaderamente valiosos, radican en que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los resultados generales obtenidos en el grupo experimental antes de la intervención con el REDA (prueba pre-test) y los resultados obtenidos luego de haber utilizado el recurso dos veces (segunda prueba post-test). Esto quiere decir que hubo aumentos importantes en los resultados obtenidos en el test desde la primera prueba, en conjunto, el porcentaje de estudiantes en nivel superior de la escala de niveles por puntaje en cada una de las pruebas

aumentó, en la prueba pre-test fue de un 15%, en la primera prueba post-test de un 20% y en la segunda prueba post-test se alcanzó un 35%, logrando un aumento de 20% de estudiantes que mejoraron sus puntajes. Otro punto a favor radica en el cambio de nivel que presentaron los estudiantes según la escala de niveles por puntaje, al iniciar el proceso se encontraban en Nivel Medio con una media de 17,10 y al finalizar el proceso con la última prueba, ascendieron a Nivel Alto con una media de 19,95. De la misma forma, las habilidades espaciales de orientación y visualización en los estudiantes del grupo experimental, presentaron diferencias significativas entre estas dos pruebas (pre-test – post-test²). La rotación espacial, aunque presenta un leve incremento, no alcanza a ser estadísticamente significativo.

Se puede decir entonces, que el Recurso Educativo Digital Adaptativo PIRE, produce un efecto positivo significativo en las habilidades espaciales de los estudiantes del Colegio Castilla I.E.D., a partir de su segunda aplicación, siendo las habilidades de orientación y visualización, las habilidades que obtienen mayores beneficios. Lo anterior, puede justificarse apoyándose en las diferentes investigaciones que aseguran que las habilidades espaciales mejoran con su entrenamiento (Potter, 1991; Saorín, 2006; Martin, 2010). En consecuencia, PIRE logra fortalecer y entrenar las habilidades espaciales si se utiliza regularmente, en este caso, hubo un espacio de 4 meses entre una y otra aplicación. En este caso y según el control de variables, el Recurso Educativo Digital Adaptativo –PIRE favorece el desarrollo de habilidades espaciales y puede acogerse la hipótesis de la investigación, advirtiendo que se cumple a partir de dos aplicaciones.

Atendiendo al segundo objetivo específico de la investigación y poder conocer de qué manera el Recurso puede contribuir al fortalecimiento de las habilidades espaciales de los estudiantes, se tuvieron en cuenta criterios como: los resultados obtenidos en los puntajes del

juego en cada implementación y los resultados obtenidos en las pruebas con el Test OVR-E luego de haber jugado. Los resultados entre los puntajes obtenidos en las implementaciones del juego, indican que sí hubo diferencias significativas que sugieren aumentos importantes en los puntajes logrados en la segunda implementación, por ello y teniendo en cuenta que el tiempo y la cantidad de respuestas correctas son determinantes para la puntuación final del juego, se verifica que durante el uso del juego, los estudiantes mejoraron en las respuestas de los retos. Por otra parte, atendiendo a los puntajes por niveles y que cada nivel determina una habilidad espacial, se concluye que en el nivel correspondiente a la visualización espacial, hubo aumentos significativos de puntajes obtenidos en la segunda implementación con PIRE, sin embargo, aunque hubo aumentos en los puntajes correspondientes a los niveles de orientación y rotación espacial con respecto a la primera implementación, estos no fueron estadísticamente significativos aunque sí se incrementaron. En este sentido, la mayoría de estudiantes obtuvieron mejores puntajes en menor tiempo en la segunda implementación con PIRE, indicando que lograron mayor cantidad de respuestas correctas en los retos y para ello necesitaron menor tiempo de observación y decisión, demostrando mayor habilidad para responder y optimización del tiempo.

Finalmente, a raíz de los resultados de las pruebas con el test (pre-post1 y 2) y de los aumentos significativos en los puntajes en el juego, puede decirse que el Recurso Educativo Digital Adaptativo PIRE, puede contribuir a las habilidades espaciales de los estudiantes del Colegio Castilla, en los siguientes aspectos:

a) Mejorando los resultados generales del Test OVR-E como indicador de medida de las habilidades espaciales y específicamente los resultados de las pruebas específicas de orientación y visualización espacial.

- b) Posibilitando a los estudiantes, mejorar los puntajes del juego por cantidad de respuestas correctas optimizando el tiempo.
- c) Siendo flexible en el desarrollo de habilidades espaciales de los estudiantes, al permitirles superar los diferentes retos y finalizar el juego sin importar el nivel que presenten.
- d) Adaptándose a las respuestas de los estudiantes según su nivel de desarrollo de habilidades espaciales, presentando retos con mayor o menor dificultad, es decir, adaptándose a su propio ritmo.
- e) Presentando realimentación a los estudiantes en cada reto, permitiéndoles superar sus dificultades y estimulando los procesos mentales inherentes a las habilidades espaciales.
- f) Ayudando a asimilar tareas propias del desarrollo de habilidades espaciales como mejorar la capacidad de relacionar información bidimensional y tridimensional, mejorar la capacidad para interpretar información tridimensional y entrenar las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación mediante su uso regular.

Finalmente y apuntando al tercer objetivo específico para poder identificar el tipo de habilidades espaciales en el que PIRE puede tener mayor efecto, se concluye que el REDA PIRE presenta efectos positivos en los estudiantes en cuanto a la orientación y visualización espacial, y en una medida menor a la rotación. Esto indica un acierto en el planteamiento del nivel 1 del juego correspondiente a la orientación espacial, desarrollado a través de laberintos, confirmando la teoría de Cladellas (2008), quien explica que el uso de laberintos desarrolla este tipo de habilidad indispensable en muchos campos y actividades. Entre los efectos favorables alcanzados por PIRE directamente ligados a la operacionalización de la variable dependiente, se pueden especificar mejoras en dimensiones como: poder orientarse en el espacio con relación a otros

objetos, tener conciencia del punto de vista del observador, reconocer y relacionar objetos en dos y tres dimensiones, rotar mentalmente objetos en el espacio para relacionar correctamente sus caras y/o vistas y poder reconocer vistas de objetos según su representación tridimensional.

En definitiva, es posible rechazar la hipótesis nula y acoger la hipótesis de investigación: el uso de un REDA tiene un efecto positivo y favorece el desarrollo de las habilidades espaciales de los estudiantes de grado noveno del Colegio Castilla I.E.D., aclarando que para que esto sea posible, deben realizarse con los estudiantes mínimo 2 sesiones de utilización del recurso, de esta manera, PIRE puede utilizarse en el aula regularmente para ayudar a superar las dificultades presentadas en las habilidades espaciales en estudiantes de educación básica y media y así evitar que lleguen a la universidad con estas falencias, como lo afirman Trujillo C., Tabares S., & otro (2009), investigadores en este campo en el contexto colombiano refiriéndose al área de dibujo técnico

...en algunas instituciones de educación media no se han preocupado por impartir conocimientos en ésta área, lo cual repercute en que se deba impartir este conocimiento en las primeras horas de clase del primer semestre y de una forma tan rápida que el estudiante, muchas veces, no es capaz de asimilar el manejo de las 3 dimensiones. p. 61.

Por otra parte, es posible lograr cambios positivos a través de un Recurso Educativo Digital Adaptativo, lograr potenciar el desarrollo de determinadas habilidades con una inclusión efectiva de las TIC en el aula, y resulta muy conveniente hacerlo con un recurso de tipo videojuego educativo. En este sentido, los videojuegos representan una herramienta útil, esencial en el aula (Frasca, 2008, 2012, 2016) y que aún falta por explorar, que presentada en el

momento preciso y bajo la guía adecuada, puede mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este caso, aún más efectiva si se diseña específicamente para mediar actividades relacionadas con las habilidades espaciales y por ende en aspectos específicos de la inteligencia espacial, como lo apoyan investigaciones al respecto (Saorín, 2006; Llorca, 2009; Martín, 2010), sin embargo, existen limitaciones de contexto, por ejemplo, contar con infraestructura, recursos y preferiblemente con conexión a la red y además, debe tenerse presente que es necesario que exista un mínimo reconocimiento del espacio tridimensional en un plano bidimensional que en este caso es la pantalla de un computador (Martín, 2010). El videojuego educativo propuesto en este trabajo, se basa principalmente en un modelo constructivista donde el estudiante construye su proceso a medida que avanza, y se potencializa con una estrategia adaptativa. Se presenta una gran posibilidad educativa si se es cuidadoso en el desarrollo de un material, recurso, ambiente, etc., que procure fusionar efectivamente estos dos aspectos.

Prospectivas

Para futuros trabajos, pueden abrirse líneas de investigación desde diferentes perspectivas relacionadas con el desarrollo de habilidades espaciales, algunas de ellas son:

- Realizar actividades de entrenamiento de habilidades espaciales en un esfuerzo para mejorarlas desde la educación primaria, básica secundaria y media.
- Utilizar tecnologías de la información y la comunicación TIC en el aula que conlleven procesos de desarrollo de las habilidades espaciales en diferentes áreas y/o asignaturas de formación de niños, niñas y jóvenes.
- Explorar y aplicar herramientas informáticas, videojuegos educativos que despierten interés en los estudiantes y que a la vez propicien el desarrollo de las habilidades espaciales.
- Desarrollar nuevas herramientas y recursos educativos digitales adaptativos que permitan desarrollar no solo las habilidades espaciales sino otras habilidades y competencias en los estudiantes.
- Realizar mediciones regulares de las habilidades espaciales utilizando el Test OVR-E u otro que se adapte al contexto y edad de los estudiantes y poder determinar acciones que permitan mejorarlas.
- Realizar una investigación que permita establecer en el contexto educativo colombiano, si el uso de videojuegos y formación en dibujo técnico mejoran las habilidades espaciales de los estudiantes de educación básica y media.

En este sentido y teniendo en cuenta la individualización del aprendizaje y la enseñanza, la adaptatividad en el aula, traza un camino pertinente a seguir y que aún falta explorar, por ello se hace necesario que se sigan realizando estudios desde diferentes perspectivas que permitan:

- Conocer nuevas formas de adaptar procesos, metodologías, estrategias y recursos a los estudiantes y a sus diversas formas de adquisición de conocimiento.
- Determinar la efectividad de los procesos, metodologías, estrategias y recursos adaptativos existentes en el aprendizaje de los estudiantes.
- Trazar nuevos caminos que le indiquen al docente cómo identificar los ritmos de aprendizaje de sus estudiantes y cómo adaptar sus procesos de enseñanza a ellos.
- Desarrollar herramientas educativas adaptativas que optimicen el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Por otra parte, existen unas cuestiones que no son objeto del presente trabajo, pero que sería interesante explorar, referido al tipo de estudio, invitaría a realizar un estudio de tipo cualitativo que permita conocer de una forma cercana las reacciones de los estudiantes ante los recursos educativos digitales, por ejemplo:

- Investigar específicamente acerca del interés y la motivación que el uso de recursos educativos digitales despierta en los estudiantes.
- Indagar si el uso de los recursos educativos digitales, promueve el interés y la motivación al logro de objetivos de aprendizaje en los estudiantes.

Por otro lado, en lo que concierne al Recurso Educativo Digital Adaptativo REDA - PIRE como uno de los productos del presente trabajo, se realizan las siguientes recomendaciones:

- Utilizar PIRE regularmente como herramienta que permite fortalecer y entrenar la orientación y la visualización espacial en los estudiantes.
- Realizar mayor cantidad de implementaciones con el REDA – PIRE, y comprobar si puede llegar a entrenar y contribuir significativamente al fortalecimiento de la rotación espacial.
- Utilizar PIRE como complemento o recurso educativo dentro de un ambiente de aprendizaje en las clases de tecnología e informática, diseño, expresión gráfica, matemáticas y en otras asignaturas relacionadas.
- Complementar la adaptatividad en PIRE con otras características que permitan al jugador, por ejemplo, elegir un avatar de acuerdo a sus propias características y gustos, elegir el tipo de retos que quiere jugar, por dónde quiere empezar, guardar la partida con su nombre, obtener un listado de su puntaje con respecto a otros, etc.
- Realizar algunos ajustes de programación a PIRE que permitan optimizarlo, por ejemplo, variación de la música del juego, programar la presentación de la ruta de juego para que el personaje tenga movimiento, perfeccionar la programación del juego para que funcione como aplicación en sistema Android, aumentar la cantidad de sólidos en los retos para que exista mayor variedad, reprogramar los laberintos del nivel 1 para que se hagan los recorridos en 3 dimensiones y la ayuda se vea en 2 dimensiones y finalmente desarrollar nuevos retos que propicien procesos específicos en la rotación espacial.

Finalmente, se recomienda revisar un trabajo de investigación realizado por Cerón, M. (2013), publicado en la Revista de Investigaciones de la Universidad del Quindío, titulado

“Influencia de un Software Educativo en el mejoramiento del manejo de la perspectiva mediante la representación geométrica de sólidos y figuras, como elemento del desarrollo del pensamiento espacial”, se destaca por la similitud con la presente investigación en lo que se refiere al diseño metodológico, el tema que aborda y al contexto colombiano; a pesar que no presenta relación alguna con la adaptatividad en el aula, se convierte en una referencia para tener en cuenta. No fue incluido en el estado del arte, debido a que fue encontrado en la fase final del presente trabajo cuando ya había sido corregido y aceptado.

Aprendizajes

Un trabajo investigativo de maestría necesita un proceso riguroso que trae múltiples aprendizajes y beneficios personales. En las siguientes líneas, trataré de argumentar la mayoría de ellos.

En cuanto a los aprendizajes a mi proceso de formación, logré desarrollar y afianzar competencias en torno a la investigación científica, el diseño de investigación, la búsqueda, selección, clasificación y análisis de la información, realizar procesos de lectura y escritura rigurosos, desarrollar aún más el pensamiento crítico-reflexivo y llegar a tener la capacidad de desarrollar un discurso académico coherente, en conjunto, estos procesos, dieron como resultado este trabajo que pretende aportar un granito de arena a la comunidad académica en los temas centrales de la investigación como son la adaptatividad y el uso de recursos educativos digitales en el desarrollo de habilidades espaciales.

En relación con lo anterior, se hizo una reflexión centrada en la necesidad de innovar en el aula con el uso de la Tecnologías de la Información y Comunicación TIC, su impacto en la sociedad y en los procesos educativos actuales inherentes a mi profesión a través del diseño y construcción de un recurso educativo digital adaptativo que produjo una serie de reflexiones y aprendizajes que es responsable compartir. El diseño y creación de cada reto en un videojuego educativo, de su secuencia, implican una reflexión profunda de lo que se quiere lograr y de cómo lograrlo, proceso que debe ir a la par con las posibilidades de programación y un diseño atractivo, por ello el proceso general de diseño y producción del recurso, aparte de ser un proceso complejo, que necesita tiempo y dedicación, puede optimizarse si se mejora la comunicación e

interacción entre el equipo de trabajo, esto es clave para llegar a lograr un buen producto y ahorrar tiempo de elaboración.

Al mismo tiempo, el proceso de diseño hizo que reafirmara la necesidad de trabajar en pro de la mejora de habilidades espaciales, pues hizo que interactuara con profesionales a quienes se les dificultaba un poco la comprensión y resolución de los retos de visualización y rotación espacial inmersos en el juego.

En cuanto a la adaptatividad específicamente, es necesario expresar que es un proceso muy conveniente en el aula para propiciar y mejorar el aprendizaje, apoya la idea misma de una enseñanza personalizada que implica mayor atención a cada estudiante por parte del docente, la reflexión es más una invitación a nuestros gobernantes para que planeen estrategias que faciliten este proceso a los docentes y replanteen el número de estudiantes por aula, se torpedea la educación adaptativa y aumenta la carga laboral a los docentes perjudicando la calidad de la educación.

Finalmente, el hecho de ser estudiante de la Universidad de la Sabana, me permitió:

- Reconocer y respetar diferentes posturas ideológicas, acordes a los principios y saberes de cada persona.
- Formarme como docente – investigador en mi área de conocimiento para poder aportar en la comunidad académica.
- Actualizarme profesionalmente e integrar los conocimientos adquiridos en el desarrollo de mi profesión como docente, con los conocimientos adquiridos durante mi formación de maestría.

Referencias

- Alvarez, A. (2003). *Los medios de comunicación y la sociedad educadora. ¿Ya no es necesaria la escuela?*. Bogotá: Editorial Magisterio, Grupo de Historia de las Prácticas Pedagógicas.
- American Psychological Association. (2010). *Manual de Publicaciones*. (Tercera Edición traducida de la sexta en inglés). Bogotá D.C.: Manual Moderno.
- Ardila, R. (2011). Inteligencia. ¿Qué sabemos y qué nos falta por investigar?. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(134), 97-103.
Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v35n134/v35n134a09.pdf>
- Baquero, M., (2012). Instructivo para la presentación de trabajos. *Universidad de La Sabana*.
Recuperado de:
http://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Documentos/Pedagogia_Infantil/INSTRUCTIVO_LPI_2012.pdf
- Berlanga Flores, A. J., & García Peñalvo, F. J. (2004). *Sistemas Hipermedia Adaptativos en el ámbito de la Educación*. Recuperado de:
<http://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/21743/1/DPTOIA-IT-2004-001.pdf>
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación* (3era. edición). México: Pearson, Prentice Hall.

- Baggio, M. N., Vázquez, S. M., & García, S. M. (2011). *Componentes de la competencia espacial: exploración en ingresantes a la facultad de arquitectura, diseño y urbanismo*. Revista de orientación educacional, (47), 95-112. Recuperado de:
- Briones, G. (1996). *Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales*, ICFES. Bogotá: ARFO editores.
- Carro, R. M., Breda, A. M., Castillo, G., & Bajuelos, A. L. (2002). Generación de juegos educativos adaptativos. In *III Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador* (pp. 164-171).
- Cladellas Pros, R. (2008). *Un programa informático de habilidades visuoespaciales como recurso educativo*. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, (31) 155-162. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36803112>
- Colectivo de Autores. (2004). *Pedagogía*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. (p.p.182-301)
- Colegio Castilla I.E.D. (2012). *Manual de convivencia*.
- Contreras, L., Trisancho, J. & Vargas, L. (2013). *Evaluación de factores de entorno que afectan el desarrollo de habilidades espaciales en estudiantes de primer semestre en Ingeniería Industrial*. Revista Academia y Virtualidad. (p.p. 17-32).
- Chamorro, C., Marulanda, J.J. (2014). Seminario de Investigación. *Instituto de Estudios Ambientales IDEA*. Recuperado de:
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/IDEA/2007219/index.html>

- D'Ancona, M. A. C., & Ángeles, M. (1996). *Metodología cuantitativa: estrategias y técnicas de investigación social*. Recuperado de:
<http://metodos-avanzados.sociales.uba.ar/files/2014/03/Cea-D-Ancona-Cap-3-4-5-9-10.pdf>
- De Luca, S. L. (2000). El docente y las inteligencias múltiples. *Revista Iberoamericana de la educación*, (11).
- De Zubiría, J. (2004). ¿Qué modelo pedagógico subyace a su práctica educativa? *Revista Magisterio*, (12), 16-20.
- Díaz, P. (2016). *Surgimiento y evolución del termino: Recursos Educativos Abiertos (REA) / Recursos Educativos Abiertos*. [online] Eva.universidad.edu.uy. Recuperado de:
http://eva.universidad.edu.uy/pluginfile.php/424849/mod_resource/content/1/surgimiento_y_evolucin_del_termino_recursos_educativos_abiertos_rea.html [Accessed 30 Mar. 2016].
- Duque Méndez, N. D. (2009). *Modelo adaptativo multi-agente para la planificación y ejecución de cursos virtuales personalizados*. Universidad Nacional de Colombia (Tesis Doctoral).
- Dünser, A., Steinbügl, K., Kaufmann, H., & Glück, J. (2006). Virtual and augmented reality as spatial ability training tools. In *Proceedings of the 7th ACM SIGCHI New Zealand chapter's international conference on Computer-human interaction: design centered HCI* (pp. 125-132). ACM. Recuperado de: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1152776>
- Durkheim, E., & Debesse, M. (1975). *Educación y sociología* (p. 127). Barcelona; Península.

- Echevarría Meza, A. R. (2015). Determinación de reglas de adaptación en un videojuego educativo adaptativo empleando perfiles de jugador y aprendizaje. Recuperado de: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/669266/Echeverria_Meza_Renato_tfm.pdf?sequence=1
- Fabregat, R. (2012). Combinando la realidad aumentada con las plataformas de e-learning adaptativas. *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 9 (2), 69-78. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/823/82323417005.pdf>
- García Campo, F., (2014). *Componente adaptativo para equilibrar estilos de aprendizaje visual verbal, utilizando estrategias de aprendizaje en la plataforma Moodle*. Universidad de Cartagena (Tesis Magistral).
- García, M. G., & Martínez, B. A. (2008). La formación de competencias docentes para incorporar estrategias adaptativas en el aula. *Revista Complutense De Educación*, 19(2), 253-274.
- Gardner, H. (1994). Estructuras de la mente. *La teoría de las inteligencias múltiples*, 2.
- Gonzato, M., & Godino, J. D. (s.f.). *Habilidades de orientación espacial: de la Cartografía al GPS*. Universidad de Granada. España. Recuperado de: <http://www.ugr.es/~jmcontreras/thales/1/ComunicacionesPDF/HabilidadesOrientacion.pdf>
- Gómez, C., & Coll, C. (1994). *De qué hablamos cuando hablamos de constructivismo*. Revista Cuadernos de Pedagogía. Recuperado de: https://scholar.google.es/scholar?cluster=13800032877568787335&hl=es&as_sdt=0,5

Graells, P. M. (2012). *Impacto de las TIC en educación: funciones y limitaciones*. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, UAB. Recuperado de:

<http://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/01/impacto-de-las-tic.pdf>

Granell, C., & Salvador, C. C. (1994). *De qué hablamos cuando hablamos de constructivismo*. Cuadernos De Pedagogía, 221, 8-10.

Hernández S. (2008). *El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje*. Revista de universidad y sociedad del conocimiento. Vol. 5 n. 2. Recuperado de: <http://www.uoc.edu/rusc/5/2/dt/esp/hernandez.pdf>

Herreros, D. L. (2004). Efecto del movimiento del estímulo sobre la rotación mental. Tesis Doctoral. Recuperado de: https://scholar.google.es/scholar?q=Herreros+Rotaci%C3%B3n+Mental&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5

Hoyos, G. (2008). Filosofía de la educación. *Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía*, 29. (p.158)

Llera, J. B., & Alvarez, J. A. B. (Eds.). (1995). *Psicología de la Educación* (Vol. 18). Marcombo. Recuperado de: <https://books.google.com.co/books?id=AwYIq11wtjIC&pg=PA199&lpg=PA199&dq=pruebas+de+visualizacion+espacial&source=bl&ots=zYxf7eol4p&sig=lb1fp225PHGrEorSFyvJGKOK5mI&hl=es&sa=X&ei=JwQJVff7GpamyASetILIAg&ved=0CE4Q6AEwCTgK#v=onepage&q=pruebas%20de%20visualizacion%20espacial&f=false>

Malagón Ruiz, Y. L., (2015). *Juego Educativo Digital Adaptativo “Reporteros Digitales” para el desarrollo de competencias escritas en estudiantes que se encuentran en riesgo de fracaso escolar*. Universidad de la Sabana. (Tesis Magistral).

Martín Gutiérrez, J. (2010). *Estudio y evaluación de contenidos didácticos en el desarrollo de las habilidades espaciales en el ámbito de la ingeniería*. (Doctoral dissertation).

Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10251/7527>

Mejía Franco, D.N. (2012). *Elementos estructurales de los videojuegos potencialmente educativos para el desarrollo de temáticas escolares relacionadas con el pensamiento espacial en niños y niñas entre ocho y diez años*. Recuperado de:

<http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/alianza-cinde-umz/20130402110830/TesisDivaNellyMejiaFranco.pdf>

Ministerio de Educación Nacional. (2008). *Ser competente en tecnología. Orientaciones generales para la educación en tecnología*. Recuperado de:

http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-160915_archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *Docentes y Directivos de Superior* -. [online]

Colombiaaprende.edu.co. Recuperado de:

<http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-172369.html>

Montero, M. & Gaudioso, E. (2006). Sistemas de Enseñanza Adaptativos: Experiencias de PDinamet en la enseñanza de la Física. *Revista DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, (8), 2. Recuperado de:

<https://ddd.uab.cat/pub/dim/16993748n8/16993748n8a2.pdf>

- Moreno, C. M., Vicente, E. S., & Martínez, C. E. (1998). Revisión histórica del concepto de inteligencia: una aproximación a la inteligencia emocional. *Revista latinoamericana de Psicología*, 30(1), 11-30.
Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/805/80530101.pdf>
- Morales Díaz, Y. C., & Bravo Estévez, M.L. (2014). *Las habilidades espaciales y los procedimientos geométricos desde la enseñanza de la Matemática Superior*. Universidad y Sociedad, 6 (1). pp. 14-24. Recuperado el día 5 de mayo de 2015 de <http://rus.ucf.edu.cu/>
- Newcombe, N. S. (2010). Picture This: Increasing Math and Science Learning by Improving Spatial Thinking. *American Educator*, 34(2), 29.
- Park, O. y Lee, J. (2004). Adaptive instructional systems. *Handbook of Research for Educational Communications and Technology*, 651-685. Recuperado desde: <http://www.etc.edu.cn/eet/articles/cmi/Park,%202003.pdf>
- Potter, C.S. (1991). Charting progress in largescale innovation: Two case studies-part one: A longitudinal evaluation of curriculum development in a pre-university project. *Journal of Educational Evaluation*, 1(1), 30-59.
- Rivas, M. (1991). Diferencias individuales y enseñanza adaptativa. *Cuadernos de pedagogía*, (188), 24-27. Recuperado de: <https://wikiantl1p.wikispaces.com/file/view/Diferencias+individuales+i+ense%C3%B1anza+adaptativa.pdf>

- Rodríguez Tovar, A., (2015). *Enseñanza del sistema bucal mediante un recurso educativo digital bilingüe adaptativo línea de investigación: hacia la comprensión de la adaptabilidad en el aula*. Universidad de la Sabana. (Tesis Magistral).
- Saorín Pérez, J. L. (2008). *Estudio del efecto de la aplicación de tecnologías multimedia y del modelado basado en bocetos en el desarrollo de las habilidades espaciales*. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/10251/1881>
- Sarramona, J. (1989). *Fundamentos de educación* (Vol. 2). Ceac
- Sastre, A. M. C. (1998). Videojuegos: del juego al medio didáctico. *Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, (152), 63-70.
- Savater, F. (1999). *Las preguntas de la vida*. Ariel Barcelona.
- Sierra Salcedo, R. A. (2004). *Modelo teórico para el diseño de una estrategia pedagógica en la educación primaria y secundaria básica*. Material mimeografiado, ISPEJV, La Habana, s.
- Strong, S. & Smith, R. (2002). *Spatial visualization: fundamentals and trends in engineering graphics*. *Journal of Industrial Technology*, 18 (1), 1-5.
- Sureda Nadal, N. (2015). Elaboración de un juego electrónico educativo adaptativo en forma de laberinto digital para el área de Física y Química de 2º de ESO. Recuperado de: http://repositori.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/1814/MFPR_SuredaNadalNeus.pdf?sequence=1

Trujillo C., Tabares S., & Parra H. (2009). *Modelo básico para la visualización en 3d del dibujo técnico de ingeniería*. *Scientia et Technica* Año XV, No. 43, 61-65. Recuperado de: <http://148.215.2.11/articulo.oa?id=84917310011>

Universidad de La Sabana. (2014). *Protocolo para presentación en trabajos académicos en Educación*. Recuperado de: <https://docs.google.com/file/d/0BzeT62BfRqVIR0pXcEZEMzQ4UWM/edit>

UNESCO, (2015). *Guía Básica de Recursos Educativos Abiertos (REA)*. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002329/232986s.pdf>

Valiente Barderas, A., & Galdeano Bienzobas, C. (2014). *Habilidades espaciales y competencias en Ingeniería Química*. *Educación Química*, 25(2). Recuperado de: http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?f=10&pident_articulo=90371011&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=78&ty=76&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=78v25n02a90371011pdf001.pdf

Vázquez, S. M., & Noriega Biggio, M. (2011). Razonamiento espacial y rendimiento académico. *Interdisciplinaria*, 28(1), 145-158. Recuperado de: <http://www.scielo.org.ar/pdf/interd/v28n1/v28n1a09.pdf>

Yela, M. (1996). Los tests. *Psicothema*, 8 (Suplemento), 249-263. Recuperado de: <http://www.unioviedo.es/reunido/index.php/PST/article/view/7336/7200>

Yun, R., Xi, H., & Li, Y. (2006). The experiment of improving students' spatial ability by using VGLS. In *Advances in artificial reality and tele-existence* (pp. 467-473). Springer Berlin Heidelberg. Recuperado de: http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F11941354_47

Zapata, M. (2016). *Recursos educativos digitales: Conceptos básicos*. [online]

Aprendeonline.udea.edu.co. Recuperado de:

<http://aprendeonline.udea.edu.co/boa/contenidos.php/d211b52ee1441a30b59ae008e2d31386/845/estilo/aHR0cDovL2FwcmVuZGVlbnVhLnVkZWEuZWRR1LmNvL2VzdGlsb3MvYXp1bF9jb3Jwb3JhdGl2by5jc3M=/1/contenido/>

Zuluaga, O.L., (2007). *Ciencias de la Educación*. Cienciágora. Recuperado de:

http://cienciagora.com.co/galeria_de_cientificos/ciencias-de-la-educacion-154/olga-zuluaga/315/pedagogia-y-didactica/page-3.html

Anexos

Anexo 1. Carta Autorización Institucional

Bogotá D.C., Abril 13 de 2015

Señora:

VIVIANA ORTIZ

Docente de Tecnología e Informática J.T.

Colegio Castilla I.E.D.

E.S.M.

De acuerdo a su solicitud del día jueves 9 de abril sobre la autorización para realizar su investigación en el Colegio Castilla con estudiantes de grado noveno de la jornada de la tarde, me permito informarle que como Rector de Colegio Castilla I.E.D. doy mi consentimiento y autorización para realizarla siguiendo los protocolos y parámetros éticos necesarios para el correcto desarrollo de la misma.

Agradezco su atención.

Atentamente,



EMILSON ORTIZ
Rector Colegio Castilla I.E.D.

Anexo 2. Consentimiento Informado

COLEGIO CASTILLA I.E.D.



Bogotá D.C., Abril 14 de 2015

Señores Padres de Familia y/o Acudientes:

Reciban un cordial saludo. El presente comunicado tiene como fin informar a ustedes (según Resolución 8430 de 1993) sobre el estudio que se realizará con estudiantes del grado 90___ de la jornada de la tarde enmarcado en un proyecto de investigación para el fortalecimiento de habilidades espaciales mediante la utilización de un Recurso Educativo Digital Adaptativo- REDA y en el cual algunos de sus hijos tendrán la oportunidad de participar (previa autorización).

La investigación será realizada por la Lic. Viviana Ortiz Jaramillo, optante al título de Magister en Informática Educativa de la Universidad de la Sabana. El proyecto cuenta con aprobación de la Secretaría de Educación Distrital y de las Directivas del Colegio Castilla I.E.D. y con el apoyo de la Universidad de la Sabana.

Cabe aclarar que la participación en dicho proyecto, es de carácter voluntario tanto de los acudientes como de los estudiantes y que se realizará utilizando los tiempos normales dentro de la jornada escolar y sus correspondientes responsabilidades académicas. Los datos obtenidos serán confidenciales, no se usarán para ningún otro propósito fuera de esta investigación y no afectará de ninguna manera la integridad de los estudiantes. Así mismo si usted decide no autorizar la participación de su hijo (a) en el proyecto, no habrá ningún tipo de represalias ni cambios en el proceso escolar normal.

Durante el desarrollo de dicha investigación se pueden tomar fotografías, videos, llenar encuestas, responder entrevistas, realizar test, jugar videojuegos educativos y se podrán solicitar algunos datos personales de carácter básico.

Señor padre de familia y/o acudiente, tenga en cuenta que el objetivo de la investigación al fortalecer las habilidades espaciales en sus hijos puede traer muchos beneficios y que será una oportunidad para mejorar en su proceso académico.

Atentamente,

EMILSON ORTIZ

Rector Colegio Castilla I.E.D.

VIVIANA ORTIZ JARAMILLO

Docente de Tecnología e Informática J.T. Colegio Castilla I.E.D.

NOTA: POR FAVOR DEVOLVER FIRMADO EL PRESENTE COMUNICADO AUTORIZANDO O NO LA PARTICIPACIÓN DE SU HIJO(A) EN EL PROYECTO.

NOMBRE DEL PADRE DE FAMILIA O ACUDIENTE: _____

Acepto voluntariamente que mi hijo (a) participe en esta investigación dirigida por la Lic. Viviana Ortiz Jaramillo y que he sido informado(a) de los fines de la misma. SI ___ NO ___ FIRMA: _____

C.C. No. _____ de _____

NOMBRE COMPLETO DEL ESTUDIANTE: _____

Acepto voluntariamente participar activa y responsablemente en esta investigación dirigida por la Lic. Viviana Ortiz Jaramillo y que he sido informado(a) de los fines de la misma. SI ___ NO ___ FIRMA: _____

Documento No. _____ de _____

Anexo 4. Test OVR-E.

Por favor haga click sobre el enlace para ver el test.

<https://drive.google.com/file/d/0B0OjBKo4bTbcmY5d1ozOWRPelU/view?usp=sharing>

Anexo 5. Formato de validación por expertos

Página 1 de 3

| FORMATO DE VALIDACIÓN POR EXPERTOS | |
|---|------------------------------|
| TEST OVR-E | |
| <p>Respetado profesional, usted ha sido seleccionado para realizar la evaluación del Test de Orientación, Visualización y Rotación Espacial (Test OVR-E) que tiene como objetivo medir las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial en estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria del Colegio Castilla I.E.D., y que hace parte de la investigación titulada "Efecto de un Recurso Educativo Digital Adaptativo (REDA) – Video Juego "PIRE", en las habilidades espaciales en estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria del Colegio Castilla I.E.D.". Tenga en cuenta que el proceso de validación es de gran importancia dentro de la investigación y que además de aumentar su eficacia con sus valiosas observaciones, aporta validez a los resultados del mismo. Agradezco su valiosa colaboración.</p> | |
| DATOS GENERALES DEL EXPERTO | |
| NOMBRE COMPLETO: _____ | EDAD: _____ OCUPACIÓN: _____ |
| TÍTULO DE PREGRADO: _____ | UNIVERSIDAD: _____ |
| TÍTULO DE POSGRADO: _____ | UNIVERSIDAD: _____ |
| OTROS ESTUDIOS: _____ | INSTITUCIÓN: _____ |
| <p>Aunque existen aún discrepancias entre los expertos para establecer un mismo término y una definición de éstos que puedan ser aceptados por todos respecto a las habilidades espaciales y sus componentes, para los fines de esta investigación se tomarán algunos que están estrechamente relacionados entre sí y apoyan los fines de la misma:</p> | |
| <p>HABILIDADES ESPACIALES: Saorín (2006) "La habilidad de manipular mentalmente los objetos y sus partes en un espacio bidimensional y tridimensional"</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • ORIENTACIÓN ESPACIAL: Maier (1998), "Es la capacidad de orientarse física o mentalmente en el espacio", y según Potter & Van der Merwe (2003). "Es considerada como la capacidad de orientarse en el espacio con relación a otros los objetos y la conciencia de donde se encuentra el observador" • VISUALIZACIÓN ESPACIAL: French (1951) "Habilidad de manipular mentalmente objetos tridimensionales", Maier (1998) "Es la capacidad de manipular mentalmente, las imágenes visuales. Esto puede implicar imaginar las rotaciones de objetos en el espacio" y Pellegrino, Alderton, & Shute, (1984) y Olkun, (2003) "Es la habilidad de reconocer objetos tridimensionales mediante el plegado y desplegado de sus caras" • ROTACIÓN ESPACIAL: Maier (1998), "Se refiere a la capacidad de rotar mentalmente imágenes visuales. Estas imágenes pueden ser bidimensional o tridimensional" Y Carroll (1993) "Es definida como la velocidad mental para girar formas simples y reconocerlas en otra posición" | |

Anexo 5. Formato de validación por expertos

Página 2 de 3

A continuación encontrará una tabla en la que se muestran los números de los ítems del Test OVR-E. Por favor marque con una X en la casilla de aprobación según el caso y en frente realice la observación que a su juicio sea necesaria realizar.

| SECCIÓN | PRUEBA | ÍTE M | APROBADO | | | OBSERVACIONES |
|--------------------------------|--------|----------|----------|----|---------|---------------|
| | | | SI | NO | AJUSTAR | |
| DATOS GENERALES | --- | 1 | | | | |
| | --- | 2 | | | | |
| | --- | 3 | | | | |
| PRIMERA PARTE ORIENTACIÓN | 1 | 1 | | | | |
| | | 2 | | | | |
| | | 3 | | | | |
| | | 4 | | | | |
| | | 5 | | | | |
| | 2 | 1 | | | | |
| | | 2 | | | | |
| | | 3 | | | | |
| | | 4 | | | | |
| | | 5 | | | | |
| SEGUNDA PARTE VISUALIZACIÓN | 1 | 1 | | | | |
| | | 2 | | | | |
| | | 3 | | | | |
| | | 4 | | | | |
| | | 5 | | | | |
| | 2 | 1 | | | | |

Anexo 5. Formato de validación por expertos

Página 3 de 3

| | | | | | | |
|---------------------------|---|---|--|--|--|--|
| TERCERA PARTE ROTACIÓN | 1 | 2 | | | | |
| | | 3 | | | | |
| | | 4 | | | | |
| | | 5 | | | | |
| | | 1 | | | | |
| | 2 | 2 | | | | |
| | | 3 | | | | |
| | | 4 | | | | |
| | | 5 | | | | |
| | | 1 | | | | |

OBSERVACIONES GENERALES: _____

FIRMA: _____

Anexo 6. Formato de validación por expertos (muestra diligenciada)

Página 1 de 3

| FORMATO DE VALIDACIÓN POR EXPERTOS TEST OVR-E | |
|--|--|
| <p>Respetado profesional, usted ha sido seleccionado para realizar la evaluación del Test de Orientación, Visualización y Rotación Espacial (Test OVR-E) que tiene como objetivo medir las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación espacial en estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria del Colegio Castilla I.E.D., y que hace parte de la investigación titulada "Efecto de un Recurso Educativo Digital Adaptativo (REDA) – Video Juego "PIRE", en las habilidades espaciales en estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria del Colegio Castilla I.E.D.". Tenga en cuenta que el proceso de validación es de gran importancia dentro de la investigación y que además de aumentar su eficacia con sus valiosas observaciones, aporta validez a los resultados del mismo. Agradezco su valiosa colaboración.</p> | |
| <p>DATOS GENERALES DEL EXPERTO</p> | |
| NOMBRE COMPLETO: <u>NANCY ALEJANDRO ECORRALPZ</u> | EDAD: <u>43</u> OCUPACIÓN: <u>DOCENTE</u> |
| TÍTULO DE PREGRADO: <u>LIC. MECÁNICA Y DIBUJO TÉCNICO</u> | UNIVERSIDAD: <u>PEDAGÓGICA NACIONAL DE COLOMBIA</u> |
| TÍTULO DE POSGRADO: <u>ESP. DIDÁCTICA DEL ARTE</u> | UNIVERSIDAD: <u>FUND. UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES</u> |
| OTROS ESTUDIOS: <u>INGENIERIA INDUSTRIAL</u> | INSTITUCIÓN: <u>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA</u> |
| <p>Aunque existen aún discrepancias entre los expertos para establecer un mismo término y una definición de éstos que puedan ser aceptados por todos respecto a las habilidades espaciales y sus componentes, para los fines de esta investigación se tomarán algunos que están estrechamente relacionados entre sí y apoyan los fines de la misma:</p> | |
| <p>HABILIDADES ESPACIALES: Saorín (2006) "La habilidad de manipular mentalmente los objetos y sus partes en un espacio bidimensional y tridimensional"</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • ORIENTACIÓN ESPACIAL: Maier (1998), "Es la capacidad de orientarse física o mentalmente en el espacio", y según Potter & Van der Merwe (2003). "Es considerada como la capacidad de orientarse en el espacio con relación a otros los objetos y la conciencia de donde se encuentra el observador" • VISUALIZACIÓN ESPACIAL: French (1951) "Habilidad de manipular mentalmente objetos tridimensionales", Maier (1998) "Es la capacidad de manipular mentalmente, las imágenes visuales. Esto puede implicar imaginar las rotaciones de objetos en el espacio" y Pellegrino, Alderton, & Shute, (1984) y Olkun, (2003) "Es la habilidad de reconocer objetos tridimensionales mediante el plegado y desplegado de sus caras" • ROTACIÓN ESPACIAL: Maier (1998), "Se refiere a la capacidad de rotar mentalmente imágenes visuales. Estas imágenes pueden ser bidimensional o tridimensional" y Carroll (1993) "Es definida como la velocidad mental para girar formas simples y reconocerlas en otra posición" | |

Anexo 6. Formato de validación por expertos (muestra diligenciada)



Página 2 de 3

A continuación encontrará una tabla en la que se muestran los números de los ítems del Test OVR-E. Por favor marque con una X en la casilla de aprobación según el caso y en frente realice la observación que a su juicio sea necesaria realizar.

| SECCIÓN | PRUEBA | ÍTE M | APROBADO | | | OBSERVACIONES |
|--------------------------------|--------|----------|----------|----|---------|--|
| | | | SI | NO | AJUSTAR | |
| DATOS GENERALES | --- | 1 | | | | |
| | --- | 2 | | | | |
| | --- | 3 | | | ✓ | 3. USO DE DISPOSITIVOS MÓVILES. |
| PRIMERA PARTE ORIENTACIÓN | 1 | 1 | ✓ | | ✓ | PASOS POR ESPACIOS. (CAMBIAR LA PALABRA) |
| | | 2 | ✓ | | | |
| | | 3 | ✓ | | | |
| | | 4 | ✓ | | | |
| | | 5 | ✓ | | | |
| | 2 | 1 | ✓ | | ✓ | EN LA GRÁFICA LOS PUNTOS DE CADA ESPACIO (PASOS) COINCIDEN |
| | | 2 | ✓ | | | CON EL DOBLER DEL PLANO, POR LO CUAL SE PUEDE CONFUN |
| | | 3 | ✓ | | | DIR SI EL PUNTO ES DE UN PLANO O DE OTRO. |
| | | 4 | ✓ | | | |
| | | 5 | ✓ | | | |
| SEGUNDA PARTE VISUALIZACIÓN | 1 | 1 | ✓ | | | |
| | | 2 | ✓ | | | |
| | | 3 | ✓ | | | |
| | | 4 | ✓ | | | |
| | | 5 | ✓ | | | |
| | 2 | 1 | ✓ | | | |

Anexo 6. Formato de validación por expertos (muestra diligenciada)

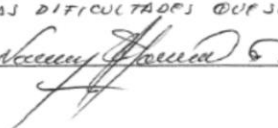
Página 3 de 3:

| | | | | | |
|---------------------------|---|---|---|--|--|
| TERCERA PARTE ROTACIÓN | 1 | 2 | ✓ | | |
| | | 3 | ✓ | | |
| | | 4 | ✓ | | |
| | | 5 | ✓ | | |
| | | 1 | | x | EN LA PRUEBA 2 DE LA PRIMERA PARTE LOS OJOS ESTAN |
| | 2 | | x | UBICADOS  ; PERO EN LA PRUEBA 1 DE LA TERCERA | |
| | 3 | | x | PORTE ESTA UBICADOS  , POR LO CUAL SE PUEDE | |
| | 4 | | x | PRESTAR PARA CONFUSIÓN, SERIA PREFERIBLE QUE SE | |
| | 5 | | x | MANTENGA LA MISMA CODIFICACIÓN (PREFERIBLE LA 1 ^{ER}) | |
| | 2 | 1 | ✓ | ✓ | AL COLOCAR LA FLECHA EN LA VISTA PEDIDA ANTES DE ROTAR, SE |
| 2 | 2 | ✓ | | PUEDE INDUCIR A QUE MUESTRE LA VISTA QUE SEÑALA, NO LA QUE | |
| 3 | 3 | ✓ | | QUEDA DESPUES DE LA ROTACIÓN | |
| 4 | 4 | ✓ | | | |
| 5 | 5 | ✓ | | | |

OBSERVACIONES GENERALES:

- EL INSTRUMENTO ES CLARO Y PERTINENTE PARA LOS ESTUDIANTES DE GRADO 9°. LOS CAMBIOS SUGERIDOS SON DE FORMA, NO DE FONDO.

AL SER UN INSTRUMENTO DINAMICO PERMITE OBSERVAR FACILMENTE LAS HABILIDADES ESPACIALES, Y LAS DIFICULTADES QUE SE PRESENTAN EN SU DESARROLLO.


FIRMA: 

Anexo 7. Constancia de Juicio de Expertos:

| CONSTANCIA DE JUICIO DE EXPERTO | |
|--|----------------------------|
| NOMBRE COMPLETO DEL EXPERTO: _____ | |
| TÍTULO DE PRE-GRADO: _____ | UNIVERSIDAD: _____ |
| TÍTULO DE POSGRADO: _____ | UNIVERSIDAD: _____ |
| OTROS TÍTULOS: _____ | INSTITUCIÓN: _____ |
| PUBLICACIONES: _____ | |
| _____ | |
| CARGO ACTUAL: _____ | ÁREA: _____ COLEGIO: _____ |
| <p>Yo, _____, por medio del presente documento, hago constar que realicé la revisión del Test OVR-E que tiene como objetivo medir las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, elaborado por la estudiante de Maestría en Informática Educativa de la Universidad de la Sabana Martha Viviana Ortiz Jaramillo, quien está realizando un trabajo de investigación titulado "Fortalecimiento de habilidades espaciales en estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria a través de un Recurso Educativo Digital Adaptativo (REDA) – Videojuego "PIRE" y que una vez indicadas las observaciones pertinentes al mismo y su posterior corrección y ajuste, considero que el Test OVR-E es válido para su aplicación.</p> | |
| <p>En constancia firmo a los _____ (____) días del mes de Mayo del año 2015 en la ciudad de Bogotá D.C.</p> | |
| Firma: _____ | |
| C.C. No. _____ de _____ | |

Anexo 8. Constancia de juicio de experto 1 (diligenciada)

Experto 1.

| | |
|--|---|
| CONSTANCIA DE JUICIO DE EXPERTO | |
| NOMBRE COMPLETO DEL EXPERTO: <u>RODRIGO HERNANDEZ POVEDA</u> | |
| TÍTULO DE PRE-GRADO: <u>PSICOLOGO</u> | UNIVERSIDAD: <u>INCCA</u> |
| CARGO ACTUAL: <u>ORIENTADOR</u> ÁREA: <u>ORIENTACION</u> COLEGIO: <u>CASTILLA IED</u> | |
| <p>Yo, <u>RODRIGO HERNANDEZ POVEDA</u>, por medio del presente documento, hago constar que realicé la revisión del Test OVR-E que tiene como objetivo medir las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, elaborado por la estudiante de Maestría en Informática Educativa de la Universidad de la Sabana Martha Viviana Ortiz Jaramillo, quien está realizando un trabajo de investigación titulado "Fortalecimiento de habilidades espaciales en estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria a través de un Recurso Educativo Digital Adaptativo (REDA) – Videojuego "PIRE" y que una vez indicadas las observaciones pertinentes al mismo y su posterior corrección y ajuste, considero que el Test OVR-E es válido para su aplicación.</p> | |
| En constancia firmo a los <u>TRECE</u> (<u>13</u>) días del mes de Mayo del año 2015 en la ciudad de Bogotá D.C. | |
| Firma: |  |
| C.C. No. | <u>80149202</u> de <u>BOGOTA</u> |

Anexo 9.

Anexo 8. Constancia de juicio de experto 1 (diligenciada)

Experto 2.

CONSTANCIA DE JUICIO DE EXPERTO

NOMBRE COMPLETO DEL EXPERTO: **NANCY FABIOLA MORENO GONZALEZ**

TÍTULO DE PRE-GRADO: Licenciada en Mecánica y Dibujo Técnico UNIVERSIDAD: Pedagógica Nacional de Colombia

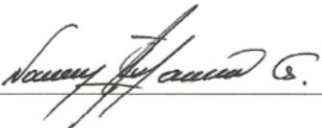
TÍTULO DE POSGRADO: Especialista en Didáctica del Arte UNIVERSIDAD: Fundación Universitaria los Libertadores.

OTROS TÍTULOS: Ingeniera Industrial INSTITUCIÓN: Universidad Católica de Colombia

CARGO ACTUAL: Docente ÁREA: Tecnología e informática. COLEGIO: Castilla IED.

Yo, **NANCY FABIOLA MORENO GONZALEZ**, por medio del presente documento, hago constar que realicé la revisión del Test OVR-E que tiene como objetivo medir las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, elaborado por la estudiante de Maestría en Informática Educativa de la Universidad de la Sabana Martha Viviana Ortiz Jaramillo, quien está realizando un trabajo de investigación titulado "Fortalecimiento de habilidades espaciales en estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria a través de un Recurso Educativo Digital Adaptativo (REDA) – Videojuego "PIRE" y que una vez indicadas las observaciones pertinentes al mismo y su posterior corrección y ajuste, considero que el Test OVR-E es válido para su aplicación.

En constancia firmo a los Seis_ (6) días del mes de Mayo del año 2015 en la ciudad de Bogotá D.C.

Firma: 

C.C. No 51 794 764 de Bogotá

Anexo 10.

Anexo 8. Constancia de juicio de experto 1 (diligenciada)

Experto 3.

CONSTANCIA DE JUICIO DE EXPERTO

NOMBRE COMPLETO DEL EXPERTO: Cristian Alberto Bedoya Laguna
 TÍTULO DE PRE-GRADO: Licenciado en Diseño Tecnológico UNIVERSIDAD: Universidad Pedagógica Nacional
 CARGO ACTUAL: Docente AREA: Tecnología e Informática COLEGIO: I.E.D. Gustavo Restrepo

Yo, Cristian Alberto Bedoya Laguna, por medio del presente documento, hago constar que realicé la revisión del Test OVR-E que tiene como objetivo medir las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, elaborado por la estudiante de Maestría en Informática Educativa de la Universidad de la Sabana Martha Viviana Ortiz Jaramillo, quien está realizando un trabajo de investigación titulado "Fortalecimiento de habilidades espaciales en estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria a través de un Recurso Educativo Digital Adaptativo (REDA) – Videojuego "PIRE" y que una vez indicadas las observaciones pertinentes al mismo y su posterior corrección y ajuste, considero que el Test OVR-E es válido para su aplicación.

En constancia firmo a los veintinueve (29) días del mes de Mayo del año 2015 en la ciudad de Bogotá D.C.

Firma: Cristian Alberto Bedoya Laguna
 C.C. No. 80013851 de Bogotá.

Anexo 11. Constancia de juicio de experto 4 (muestra diligenciada)

Experto 4.

CONSTANCIA DE JUICIO DE EXPERTO

NOMBRE COMPLETO DEL EXPERTO:
David Armando Osorio Méndez

TÍTULO DE PRE-GRADO: Lic. Diseño Tecnológico UNIVERSIDAD:
Pedagógica Nacional

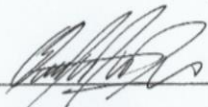
TÍTULO DE POSGRADO: Mg. TICs en Educación UNIVERSIDAD: Salamanca (España)

OTROS TÍTULOS: _____ INSTITUCIÓN:

CARGO ACTUAL: Docente AREA: Tecnología e Informática COLEGIO: Ins. Técnico Industrial Piloto

Yo, David A. Osorio Méndez, por medio del presente documento, hago constar que realicé la revisión del Test OVR-E que tiene como objetivo medir las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, elaborado por la estudiante de Maestría en Informática Educativa de la Universidad de la Sabana Martha Viviana Ortiz Jaramillo, quien está realizando un trabajo de investigación titulado "Fortalecimiento de habilidades espaciales en estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria a través de un Recurso Educativo Digital Adaptativo (REDA) – Videojuego "PIRE" y que una vez indicadas las observaciones pertinentes al mismo y su posterior corrección y ajuste, considero que el Test OVR-E es válido para su aplicación.

En constancia firmo a los Cuatro (4) días del mes de Mayo del año 2015 en la ciudad de Bogotá D.C.

Firma: 

C.C. No. 80.213.791 de Bogotá

Anexo 12. Constancia de juicio de experto 5 (muestra diligenciada)

Experto 6.

CONSTANCIA DE JUICIO DE EXPERTO

NOMBRE COMPLETO DEL EXPERTO: Henario Pardo

TÍTULO DE PRE-GRADO: Diseño Tecnológico UNIVERSIDAD: Pedagógica Natl.

TÍTULO DE POSGRADO: _____ UNIVERSIDAD: _____

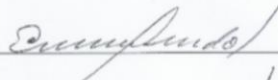
OTROS TÍTULOS: Ing. Electrónico INSTITUCIÓN: Universidad Distrital

PUBLICACIONES: Varias Cartillas de Dibujo Técnico

CARGO ACTUAL: Profesor ÁREA: Dibujo Técnico COLEGIO: Instituto Técnico Industrial Piloto

Yo, Henario Pardo, por medio del presente documento, hago constar que realicé la revisión del Test OVR-E que tiene como objetivo medir las habilidades espaciales de orientación, visualización y rotación, elaborado por la estudiante de Maestría en Informática Educativa de la Universidad de la Sabana Martha Viviana Ortiz Jaramillo, quien está realizando un trabajo de investigación titulado "Fortalecimiento de habilidades espaciales en estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria a través de un Recurso Educativo Digital Adaptativo (REDA) – Videojuego "PIRE" y que una vez indicadas las observaciones pertinentes al mismo y su posterior corrección y ajuste, considero que el Test OVR-E es válido para su aplicación.

En constancia firmo a los Quince (15) días del mes de Mayo del año 2015 en la ciudad de Bogotá D.C.

Firma: 

C.C. No. 5710817 de ptenat(s)

PRUEBA PILOTO R.E.D.A. "PIRE"

FECHA: 17 DE ABRIL DE 2015

HORA DE INICIO: 02:50 pm

HORA FINAL: 03:24 pm

LUGAR: SALA DE INFORMÁTICA COLEGIO CASTILLA I.E.D.

ROL EN EL COLEGIO: Estudiante. Grado 11

| USUARIO | EDAD | MEDIO | | DISEÑO Y PRESENTACIÓN | | | USABILIDAD (Facilidad de navegación) | | ERRORES DETECTADOS | VENTAJAS | ASPECTOS POR MEJORAR | OBSERVACIONES |
|---------|------|-------|--------|-----------------------|--------|--------------|--------------------------------------|---------|---|--|---|--|
| | | PC | Tablet | Agradable | Normal | No Agradable | Fácil | Difícil | | | | |
| 5 | 16 | | X | | X | | | X | Jugabilidad en dispositivos táctiles. El mapa es poco llamativo. No es muy entretenido por la parte del diseño. | desordena tu pensamiento lógico ayuda y facilita el funcionamiento cerebral, es manipulable mediante la retentiva | la jugabilidad del juego es muy buena para dispositivos táctiles debería ser más práctica | El juego es bastante entretenido, despierta la capacidad de razonamiento y capacidad del nivel de reorganizar la figura para crear una imagen nueva de lo que se ve se veía. |

PRUEBA PILOTO R.E.D.A. "PIRE"

FECHA: 17 DE ABRIL DE 2015

HORA DE INICIO: 3:15 pm

HORA FINAL: 3:45 pm

LUGAR: SALA DE INFORMÁTICA COLEGIO CASTILLA I.E.D.

ROL EN EL COLEGIO: Estudiante de 801

| USUARIO | EDAD | MEDIO | | DISEÑO Y PRESENTACIÓN | | | USABILIDAD (Facilidad de navegación) | | ERRORES DETECTADOS | VENTAJAS | ASPECTOS POR MEJORAR | OBSERVACIONES |
|---------|------|-------|--------|-----------------------|--------|--------------|--------------------------------------|---------|--------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------|
| | | PC | Tablet | Agradable | Normal | No Agradable | Fácil | Difícil | | | | |
| 3 | 15 | X | | X | | | | X | No me parece que tenga errores | Me ayuda a desarrollar mi mente y a pensar mucho más rápido. | (Ninguno) Mejorar las Gráficas | Mejorar las Gráficas. |

IMPLEMENTACIÓN "PIRE"

FECHA: _____

NOMBRE DEL JUGADOR: _____ CURSO: _____

NOMBRE DEL SUPERVISOR: _____ CURSO: _____

| NIVEL | TIEMPO | PUNTOS |
|------------------------|--------|--------|
| 1- LABERINTOS | | |
| 2A - FIGURA 10 (10/10) | | |
| 2A – FIGURA 20 (10/10) | | |
| TOTAL NIVEL 2A | | |
| 2B – FIGURA 10 (10/10) | | |
| 2B – FIGURA 20 (10/10) | | |
| TOTAL NIVEL 2B | | |
| 2C – FIGURA 5 (5/5) | | |
| 2C – FIGURA 10 (5/5) | | |
| 2C – FIGURA 15 (5/5) | | |
| 2C – FIGURA 20 (5/5) | | |
| TOTAL NIVEL 2C | | |
| TOTAL NIVEL 2 | | |
| 3A – FIGURA 10 (10/10) | | |
| 3B – FIGURA 10 (10/10) | | |
| 3C – FIGURA 10 (10/10) | | |
| TOTAL NIVEL 3 | | |
| TOTAL PIRE | | |

Anexo 16. Definición de códigos para SPSS

Roles:

| | | |
|------------|---|---|
| GE | = | Grupo Control |
| GC | = | Grupo Experimental |
| GEE1 | = | designa al Estudiante 1 del Grupo Experimental |
| GEE2....20 | = | designa al Estudiante (2, 3, 4...20) del Grupo Experimental |
| GCE1 | = | designa al Estudiante 1 del Grupo Control |
| GCE2....20 | = | designa al Estudiante (2, 3, 4...20) del Grupo Control |

Información demográfica y variables intervinientes:

| | | |
|------------|---|---|
| sexo | = | sexo de cada estudiante (masculino=0, femenino=1) |
| edad | = | edad de cada estudiante (años) |
| estdibtec | = | estudiante con formación en dibujo técnico (no=0, si=1) |
| usovid | = | uso videojuegos (no=0, si=1) |
| frecusovid | = | frecuencia de uso de videojuegos (no juego=1, juego una vez al día=2, juego 2 o 3 veces por semana=3, juego solo los fines de semana=4, juego de vez en cuando=5) |

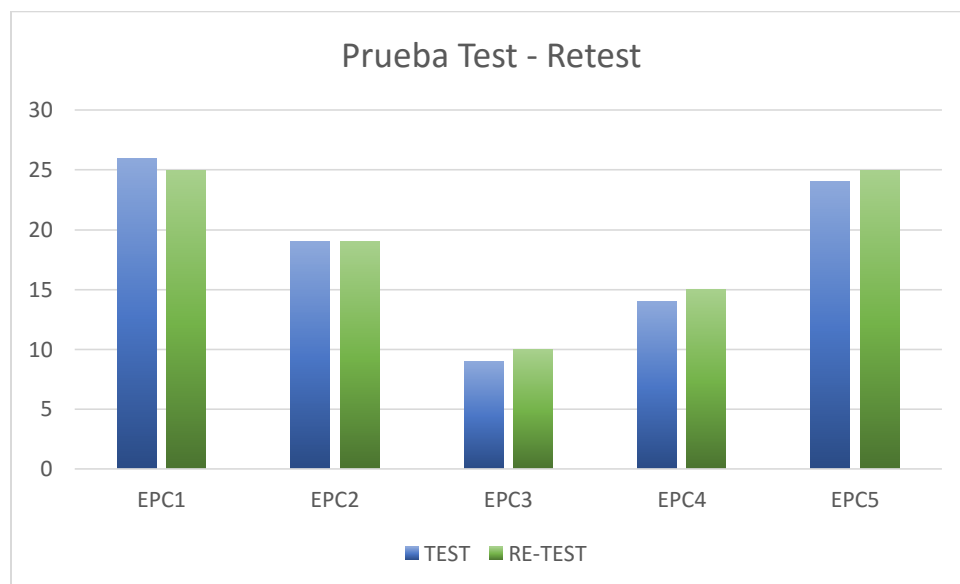
Variables de medición:

| | | |
|------------|---|--|
| Test OVR-E | = | 30 puntos correspondiente a 10 puntos por cada habilidad espacial (respuesta correcta=1, incorrecta=0) Primera parte orientación= 10 puntos Segunda parte visualización= 10 puntos Tercera parte rotación = 10 puntos |
| REDA –PIRE | = | 510.000 (puntuación máxima) Nivel 1 (orientación) = 27.000 puntos máx. Nivel 2 (visualización) = 317.000 puntos máx. Nivel 3 (rotación) = 166.000 puntos máx. |
| pretest | = | puntaje total obtenido del Test OVR-E al iniciar el proceso |
| preto | = | puntaje obtenido en la primera parte correspondiente a “orientación” del Test OVR-E al iniciar el proceso. |
| pretv | = | puntaje obtenido en la sección 2 correspondiente a “visualización” del Test OVR-E al iniciar el proceso. |
| pretr | = | puntaje obtenido en la sección 3 correspondiente a “rotación” del Test OVR-E al iniciar el proceso. |
| impl | = | puntaje total obtenido en el R.E.D.A – PIRE en la primera implementación. |
| impl0 | = | puntaje obtenido en PIRE en el nivel 1 correspondiente a “orientación” en la primera implementación |
| implv | = | puntaje obtenido en PIRE en el nivel 2 correspondiente a “visualización” en la primera implementación |

| | | |
|-----------|---|---|
| imp1r | = | puntaje obtenido en PIRE en el nivel 3 correspondiente a “rotación” en la primera implementación |
| imp1time | = | tiempo total en segundos obtenido en PIRE en la primera implementación. |
| posttest1 | = | puntaje total obtenido del Test OVR-E después de la primera implementación. |
| postt1o | = | puntaje obtenido en la sección 1 correspondiente a “orientación” del Test OVR-E después de la primera Implementación. |
| postt1v | = | puntaje obtenido en la sección 2 correspondiente a “visualización” del Test OVR-E después de la primera Implementación. |
| postt1r | = | puntaje obtenido en la sección 3 correspondiente a “rotación” del Test OVR-E después de la primera Implementación |
| imp2 | = | puntaje total obtenido en el R.E.D.A – PIRE en la segunda implementación. |
| imp2o | = | puntaje obtenido en PIRE en el nivel 1 correspondiente a “orientación” en la segunda implementación |
| imp2v | = | puntaje obtenido en PIRE en el nivel 2 correspondiente a “visualización” en la segunda implementación |
| imp2r | = | puntaje obtenido en PIRE en el nivel 3 correspondiente a “rotación” en la segunda implementación |
| imp1time | = | tiempo total en segundos obtenido en PIRE en la segunda implementación. |
| posttest2 | = | puntaje total obtenido del Test OVR-E después de la segunda implementación. |
| postt2o | = | puntaje obtenido en la sección 1 correspondiente a “orientación” del Test OVR-E después de la segunda Implementación. |
| postt2v | = | puntaje obtenido en la sección 2 correspondiente a “visualización” del Test OVR-E después de la segunda Implementación. |
| postt2r | = | puntaje obtenido en la sección 3 correspondiente a “rotación” del Test OVR-E después de la segunda Implementación. |

Anexo 17. Resultados prueba test-retest para fiabilidad del Test OVR-E

| ESTUDIANTE PRUEBA DE CONFIABILIDAD (EPC) | TEST - O | TEST - V | TEST - R | TEST | RE-TEST - O | RE-TEST - V | RES-TEST - R | RE-TEST |
|---|----------|----------|----------|------|-------------|-------------|--------------|---------|
| EPC1 | 10 | 8 | 8 | 26 | 10 | 9 | 6 | 25 |
| EPC2 | 9 | 8 | 2 | 19 | 9 | 9 | 1 | 19 |
| EPC3 | 3 | 4 | 2 | 9 | 3 | 5 | 2 | 10 |
| EPC4 | 10 | 2 | 2 | 14 | 9 | 3 | 3 | 15 |
| EPC5 | 10 | 8 | 6 | 24 | 10 | 8 | 7 | 25 |



Anexo 18. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk y Prueba no paramétrica de Mann-Whitney - pre-test por grupos

Prueba de normalidad– pre-test GE - GC

| GRUPOS | | Shapiro-Wilk | | |
|---------|----|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| pretest | GE | ,968 | 20 | ,714 |
| | GC | ,843 | 20 | ,004 |

Prueba Mann-Whitney pre-test GE - GC

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|--|---|-------------------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de pretest es la misma entre las categorías de GRUPOS. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,904 ¹ | Conserve la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es 0,5.
¹ Se muestra la significación exacta para esta prueba

Prueba de normalidad pre-test orientación por grupos

| GRUPOS | | Shapiro-Wilk | | |
|--------|----|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| preto | GE | ,934 | 20 | ,188 |
| | GC | ,822 | 20 | ,002 |

Prueba de Wilcoxon pre-test – orientación GE-GC

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|--|---|------|-----------------------------|
| 1 | Las medianas de preto son las mismas entre las categorías de GRUPOS. | Prueba de la mediana para muestras independientes | ,740 | Conserve la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es 0,5.

Anexo 20. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk pre-test - Visualización y Prueba T de Student - por grupos

Prueba de normalidad pre-test por grupos - visualización

| GRUPOS | | Shapiro-Wilk | | |
|--------|----|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| pretv | GE | ,957 | 20 | ,492 |
| | GC | ,941 | 20 | ,248 |

Prueba T de Student pre-test por grupos - visualización

| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
|-------|-----------------------------|---|------|-------------------------------------|----|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| pretv | Se asumen varianzas iguales | ,393 | ,535 | 1,212 | 38 | ,233 | ,950 | ,784 | -,636 | ,233 |

Anexo 21. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk pre-test - Rotación y Prueba T de Student - por grupos

Prueba de normalidad pre-test por grupos - rotación

| GRUPOS | Shapiro-Wilk | | |
|----------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| pretr GE | ,977 | 20 | ,895 |
| GC | ,915 | 20 | ,081 |

Prueba T de Student pre-test por grupos - rotación

| | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | prueba t para la igualdad de medias | | | | |
|-----------------------------------|---|------|-------------------------------------|----|-------------------------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | Inferior | Superior |
| pretr Se asumen varianzas iguales | ,617 | ,437 | ,595 | 38 | ,556 | ,400 | ,673 | -,962 | 1,762 |

Anexo 22. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk y Prueba de Wilcoxon - post-test1 por grupos

Prueba de normalidad post-test1 GE - GC

| GRUPOS | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------|----|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| posttest1 | GE | ,963 | 20 | ,615 |
| | GC | ,854 | 20 | ,006 |

Prueba de Wilcoxon post-test1 por grupos

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|--|---|-------------------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de posttest1 es la misma entre las categorías de GRUPOS. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,904 ¹ | Conserve la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es ,05.

¹Se muestra la significación exacta para esta prueba.

Prueba de normalidad post-test1- HE Orientación

| GRUPOS | | Shapiro-Wilk | | |
|---------|----|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| postt1o | GE | ,871 | 20 | ,012 |
| | GC | ,824 | 20 | ,002 |

Prueba Mann-Whitney post-test1 – orientación GE - GC

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|--|---|-------------------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de postt1o es la misma entre las categorías de GRUPOS. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,602 ¹ | Conserve la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es 0,5.
¹ Se muestra la significación exacta para esta prueba

Anexo 24. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk post-test1 - Visualización y Prueba T de Student - por grupos

Prueba de normalidad post-test1 - visualización GE - GC

| GRUPOS | Shapiro-Wilk | | |
|------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| postt1v GE | ,906 | 20 | ,053 |
| GC | ,930 | 20 | ,155 |

Prueba T de Student post-test1 – visualización GE - GC

| | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
|-------------------------------------|---|------|-------------------------------------|----|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | Inferior | Superior |
| postt1v Se asumen varianzas iguales | ,547 | ,464 | 1,173 | 38 | ,248 | ,900 | ,767 | -,654 | 2,454 |

Anexo 25. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk y Prueba de T de Student - post-test2 por grupos

Prueba de normalidad post-test2 por grupos

| GRUPOS | Shapiro-Wilk | | |
|--------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| posttest2 GE | ,965 | 20 | ,652 |
| GC | ,922 | 20 | ,107 |

Prueba T de Student post-test2

| | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
|---------------------------------------|---|------|-------------------------------------|----|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | Inferior | Superior |
| posttest2 Se asumen varianzas iguales | ,988 | ,327 | ,714 | 38 | ,479 | 1,200 | 1,680 | -2,201 | 4,601 |

Prueba de normalidad post-test2 – visualización GE-GC

| GRUPOS | Shapiro-Wilk | | |
|------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | Gl | Sig. |
| postt2v GE | ,868 | 20 | ,011 |
| GC | ,840 | 20 | ,004 |

Prueba Mann-Whitney post-test2 – visualización GE-GC

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|--|---|-------------------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de postt2v es la misma entre las categorías de GRUPOS. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,056 ¹ | Conserve la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es ,05.

¹Se muestra la significación exacta para esta prueba.

Anexo 27. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk post-test2 – Rotación y Prueba T de Student - por grupos

Prueba de normalidad post-test2 – rotación GE-GC

| GRUPOS | | Shapiro-Wilk | | |
|---------|----|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| postt2r | GE | ,906 | 20 | ,053 |
| | GC | ,962 | 20 | ,574 |

Prueba T de Student post-test2 – rotación GE-GC

| | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
|-------------------------------------|---|------|-------------------------------------|----|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | Inferior | Superior |
| postt2r Se asumen varianzas iguales | 2,535 | ,120 | ,000 | 38 | 1,000 | ,000 | ,685 | -1,387 | 1,387 |

Anexo 28. Prueba de normalidad y Prueba T de Student implementaciones 1 y 2 - PIRE

Prueba de normalidad implementaciones - PIRE

| | Shapiro-Wilk | | |
|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| imp1 | ,962 | 20 | ,575 |
| imp2 | ,975 | 20 | ,848 |

Prueba T de Student implementaciones - PIRE

| | | Diferencias emparejadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
|-------|-------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|--|----------|--------|----|---------------------|
| | | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | | Inferior | Superior | | | |
| Par 1 | imp1 - imp2 | -38930,0 | 35453,2472 | 7927,5871 | -55522,6 | -22337,3 | -4,911 | 19 | ,000 |

Anexo 29. Prueba de normalidad y Prueba T de Student puntajes PIRE nivel 1 - orientación

Prueba de normalidad puntajes PIRE nivel 1 - orientación

| | Shapiro-Wilk | | |
|-------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| imp1o | ,975 | 20 | ,850 |
| imp2o | ,972 | 20 | ,799 |

Prueba T de Student puntajes PIRE nivel 1 - orientación

| | | Diferencias emparejadas | | | | t | gl | Sig. (bilateral) | |
|-------|---------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|---|-----------|-------|---------------------|----------|
| | | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | | Inferior | | | | Superior |
| Par 1 | imp1o - imp2o | -70,00 | 5182,8767 | 1158,9265 | -2495,6609 | 2355,6609 | -,060 | 19 | ,952 |

Anexo 30. Prueba de normalidad y Prueba T de Student puntajes PIRE nivel 2 - visualización

Prueba de normalidad puntajes PIRE nivel 2 - visualización

| | Shapiro-Wilk | | |
|-------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| imp1v | ,939 | 20 | ,233 |
| imp2v | ,923 | 20 | ,115 |

Prueba T de Student puntajes PIRE nivel 2 - visualización

| | Diferencias emparejadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
|---------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|--|-----------|--------|----|---------------------|
| | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | Inferior | Superior | | | |
| Par 1 imp1v - imp2v | -24675,0 | 28583,172 | 6391,391 | -38052,33 | -11297,66 | -3,861 | 19 | ,001 |

Anexo 31. Prueba de normalidad y Prueba T de Student puntajes PIRE nivel 3 - rotación

Prueba de normalidad puntajes PIRE nivel 3 - rotación

| | Shapiro-Wilk | | |
|-------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| imp1r | ,964 | 20 | ,625 |
| imp2r | ,948 | 20 | ,333 |

Prueba T de Student puntajes PIRE nivel 3 - rotación

| | Diferencias emparejadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
|---------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|--|----------|--------|----|---------------------|
| | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | Inferior | Superior | | | |
| Par 1 imp1r - imp2r | -14185,0 | 30812,527 | 6889,89 | -28605,70 | 235,7069 | -2,059 | 19 | ,053 |

Anexo 32. Prueba de normalidad y Prueba T de Student implementaciones PIRE - tiempos

Prueba de normalidad implementaciones PIRE - tiempos

| | Shapiro-Wilk | | |
|----------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| imp1time | ,959 | 20 | ,526 |
| imp2time | ,975 | 20 | ,861 |

Prueba T de Student implementaciones PIRE - tiempos

| | Diferencias emparejadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
|---------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|--|----------|-------|----|---------------------|
| | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | Inferior | Superior | | | |
| Par 1 imp1time - imp2time | 98,1500 | 128,8766 | 28,8177 | 37,8339 | 158,4661 | 3,406 | 19 | ,003 |

Anexo 33. Prueba de normalidad y Prueba T de Student para pre-test, post-test1 y pos-test2

Prueba de normalidad pre-test, post-test1 y post-test2

| GRUPOS | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------|----|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| pretest | GE | ,968 | 20 | ,714 |
| posttest1 | GE | ,963 | 20 | ,615 |
| posttest2 | GE | ,965 | 20 | ,652 |

Prueba T de Student para pre-test, post-test1 y pos-test2

| | | Diferencias emparejadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
|-------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|--|----------|--------|----|---------------------|
| | | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | | Inferior | Superior | | | |
| Par 1 | pretest - posttest1 | -1,450 | 4,148 | ,928 | -3,391 | ,491 | -1,563 | 19 | ,135 |
| Par 2 | pretest - posttest2 | -2,850 | 4,095 | ,916 | -4,766 | -,934 | -3,113 | 19 | ,006 |
| Par 3 | posttest1 - posttest2 | -1,400 | 4,453 | ,996 | -3,484 | ,684 | -1,406 | 19 | ,176 |

Anexo 34. Prueba de normalidad y Prueba de Wilcoxon pre-test y post-test2 - orientación

Prueba de normalidad pre-test y post-test2 - orientación

| GRUPOS | Shapiro-Wilk | | |
|---------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| preto | ,934 | 20 | ,188 |
| postt2o | ,869 | 20 | ,011 |

Prueba de Wilcoxon pre-test y post-test2 - orientación

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|--|--|------|----------------------------|
| 1 | La mediana de las diferencias entraigno de preto y postt2o es igual a 0. | Prueba de rangos con Wilcoxon para muestras relacionadas | ,026 | Rechace la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es ,05.

Anexo 35. Prueba de normalidad y Prueba de Wilcoxon pre-test y post-test2 - visualización

Prueba de normalidad pre-test y post-test2 - visualización

| | Shapiro-Wilk | | |
|---------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| pretv | ,957 | 20 | ,492 |
| postt2v | ,868 | 20 | ,011 |

Prueba de Wilcoxon pre-test y post-test2 - visualización

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|---|--|------|----------------------------|
| 1 | La mediana de las diferencias entre el grupo de pretv y postt2v es igual a 0. | Prueba de rangos con Wilcoxon para muestras relacionadas | ,013 | Rechace la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es ,05.

Anexo 36. Prueba de normalidad y Prueba T de Student pruebas pre-test y post-test2 - rotación

Prueba de normalidad pre-test y post-test2 - rotación

| | Shapiro-Wilk | | |
|---------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| pretr | ,977 | 20 | ,895 |
| postt2r | ,906 | 20 | ,053 |

Prueba T de Student pruebas pre-test y post-test2 - rotación

| | | Diferencias emparejadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
|----------|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|--|----------|-------|----|---------------------|
| | | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | | Inferior | Superior | | | |
| Par 1 | pretr - postt2r | -,250 | 2,593 | ,580 | -1,464 | ,964 | -,431 | 19 | ,671 |