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

MED Evolución

Un camino al Pensamiento Computacional

Mauricio Javier Rico Lugo

UNIVERSIDAD DE LA SABANA

CENTRO DE TECNOLOGÍAS PARA LA ACADEMIA

MAESTRÍA EN INFORMÁTICA EDUCATIVA

CHÍA, 2016

MED Evolución

Un camino al Pensamiento Computacional

Presentado por:

Mauricio Javier Rico Lugo

Asesora:

Mg. Sonia Calderón D´Martino

Trabajo presentado como requisito para optar al título de

Magíster en Informática Educativa

UNIVERSIDAD DE LA SABANA

CENTRO DE TECNOLOGÍAS PARA LA ACADEMIA

MAESTRÍA EN INFORMÁTICA EDUCATIVA

CHÍA, 2016

Tabla de Contenido

Lista de Tablas 7

Lista de Figuras 8

Resumen 12

Abstract 13

Introducción 14

Justificación 17

Planteamiento del Problema 21

Contexto educativo 21

Contexto institucional 23

Pregunta de Investigación 29

Objetivo General 29

Objetivos específicos 30

Marco Teórico Referencial 31

Estado del Arte 31

Marco Teórico 41

Referente Pedagógico. 41

Referente Disciplinar. 48

Lógica. 48

El sentido numérico. 49

Algoritmo. 53

Pensamiento algorítmico. 53

Pensamiento computacional. 57

El pensamiento computacional y su relación con otras formas de pensamiento. 64

El pensamiento computacional y el pensamiento crítico 65

El pensamiento computacional y el pensamiento matemático. 67

Referente tecnológico. 69

Tecnologías de la Información y la Comunicación. 69

Materiales Educativos Digitales. 76

Material Educativo Digital “Evolución” 86

Descripción del MED “Evolución” 86

Objetivos del MED “Evolución” 86

Objetivo general. 86

Objetivos especifico 86

Objetivos de enseñanza. 87

Meta del MED “Evolución” 87

Diseño del material educativo digital 87

Estructura del MED 88

Interfaz del MED Evolución. 92

Esquema general del MED “Evolución”. 96

Retos del MED “Evolución”. 97

Reto 1 - Nivel Célula. 98

Reto 2 - Nivel pluricelular. 99

Reto 3 - Nivel Anfibio. 101

Reto 4 - Nivel Marsupial. 102

Reto 5 - Nivel Orangután. 103

Reto 6 - Nivel hombre de las cavernas. 104

Reto 7 - Nivel Hombre Recolector. 105

Prueba piloto del MED “Evolución”. 110

Acceso. 111

Retos. 111

Marco Metodológico 116

Sustento epistemológico 116

Enfoque de la investigación 118

Diseño de la investigación 120

Alcance de la investigación 121

Fases de la Investigación 122

Población 122

Muestra 122

Consideraciones éticas 123

Técnicas de recolección de datos 124
Instrumentos de recolección. 124
Categorías de Análisis 126
Uso de herramientas en el aprendizaje. 128
Experiencia de aprendizaje. 128
Habilidades asociadas al pensamiento computacional. 128
Habilidad para encontrar patrones. 128
Sentido numérico. 129
Interpretación/análisis. 129
Situaciones especiales. 129
Experiencia de uso del MED. 129
Prueba piloto 130
Fase de Implementación 132
Resultados 139
Análisis individual de los casos. 146
Estudiante 1 146
Estudiante 2. 147
Estudiante 3. 148
Estudiante 5. 150
Estudiante 6 151

Estudiante 7 153

Estudiante 9. 155

Estudiante 10. 158

Análisis de los datos de desempeño en interactividad de cada estudiante con el MED "Evolución" 159

Desempeño estudiante 1. 160

Desempeño estudiante 2. 162

Desempeño estudiante 3. 163

Desempeño estudiante 5 164

Desempeño estudiante 6. 166

Desempeño estudiante 7. 167

Desempeño estudiante 9. 168

Desempeño estudiante 10. 170

Análisis de los datos reportados en cuestionario y grupo focal sobre interactividad con el MED "Evolución" 171

Reporte de resultados según categorías de análisis 179

Experiencia de uso de recursos TIC en el aula y frente al área de matemáticas. 180

Desempeño de los estudiantes durante el uso del MED Evolución. 180

Desempeño de los estudiantes según habilidades de pensamiento. 189

Comparación de los casos. 189

Situaciones especiales.....193

Experiencia de uso del MED Evolución.....193

Conclusiones.....197

Aportes del estudio.....210

Prospectiva.....211

Aprendizajes.....214

Referencias.....216

Anexos.....229

Lista de Tablas

Tabla 1. Clasificación de los materiales educativos digitales según uso 77

Tabla 2. Principios en el diseño y desarrollo de materiales educativos digitales según Cabero y Gisbert 78

Tabla 3. Tipo de materiales educativos según Galvis 80

Tabla 4. Características de un juego digital según Proactive 81

Tabla 5. Ficha descriptiva de los retos del MED Evolución 106

Tabla 6. Consolidado de respuestas a las preguntas sobre uso del MED.....113

Tabla 7. Características de la muestra seleccionada 123

Tabla 8. Técnicas e instrumentos de registro de información 126

Tabla 9. Categorías de análisis e instrumentos de registro que las abordan.....126

Tabla 10. Características del curso participante de la prueba piloto.....130

Tabla 11. Registro de los principales momentos de desarrollo de la fase de pilotaje.....131

Tabla 12. Indicadores de desempeño según habilidad de pensamiento observada.....144

Tabla 13.Tipo de situaciones especiales detectadas durante la implementación del MED…….....193

Lista de Figuras

Figura 1. Relación del pensamiento algorítmico, crítico y matemático con el pensamiento computacional. 65

Figura 2. Fase de análisis en la metodología para selección o desarrollo de MECs según Galvis (1992).....83

Figura 3. Preguntas en torno al diseño del material educativo MED. 84

Figura 4. Interrogantes asociados al aprendizaje. 85

Figura 5. Línea de tiempo del diseño del MED "Evolución". 88

Figura 6. Diseño de página web del MED "Evolución". 89

Figura 7. Página descripción del MED Evolución. 89

Figura 8. Página de objetivos del MED Evolución. 90

Figura 9. Página de contenido del MED Evolución. 90

Figura 10. Página de uso del MED Evolución. 91

Figura 11. Momentos del video de introducción al material.. 92

Figura 12. Página de entrada al material. 92

Figura 13. Diseño de Interfaz de Bienvenida al MED y de registro/inicio de sesión. 93

Figura 14. Pantalla de inicio de sesión. 94

Figura 15. Interfaz de instrucciones e inicio del juego. 95

Figura 16. Pantalla de inicio del juego. 96

Figura 17. Esquema general del MED "Evolución". 97

Figura 18. Interfaz de pantalla de reto. 98

Figura 19. Ventanas del reto 1. 99

Figura 20. Ventanas del reto 2. 100

Figura 21. Ventanas del reto 3. 101

Figura 22. Ventanas del reto 4. 102

Figura 23. Ventanas del reto 5. 103

Figura 24. Ventanas del reto 6. 104

Figura 25. Ventanas del reto 7. 105

Figura 26. Ventanas de felicitación tras superar el reto 7. 106

Figura 27. Ventana de puntajes para cada jugador. 108

Figura 28. Momentos de revisión realizados al MED. 109

Figura 29. Registro fotográfico de la fase de pilotaje del MED Evolución. 112

Figura 30. Estudiantes realizando la prueba de entrada. 133

Figura 31. Pregunta del reto 2. 135

Figura 32. Estudiante siendo ayudado por su compañero en el reto 3. 135

Figura 33. Estudiante realizando operaciones matemáticas escritas en el reto 5. 136

Figura 34. Estudiante realizando el reto 7. 137

Figura 35. Estudiantes realizando la prueba de salida. 138

Figura 36. Desarrollo de la fase de implementación del MED Evolución. 138

Figura 37. Rúbrica de análisis de los cuestionarios de entrada y salida. 145

Figura 38. Ejemplo de falla de interpretación de un problema según habilidad de pensamiento crítico.. 146

Figura 39. Error de planteamiento del algoritmo.. 147

Figura 40. Planteamiento de abstracción de patrones. 148

Figura 41. Operaciones matemáticas sin objetivo. 149

Figura 42. Planteamiento en forma gráfica de un algoritmo. 149

Figura 43. Planteamiento acertado de un algoritmo sin respuesta acertada.. 150

Figura 44. Error de planteamiento de un algoritmo. 151

Figura 45. Operaciones matemáticas sin ningún propósito.. 152

Figura 46. Planteamiento y resolución acertada de un algoritmo.. 153

Figura 47. Error por operaciones matemáticas sin objetivo e incorrecta realización.. 154

Figura 48. Intento de planteamiento de un algoritmo. 154

Figura 49. Error de interpretación de un problema. 155

Figura 50. Desacierto en habilidad de análisis. 156

Figura 51. Planteamiento incorrecto de un algoritmo. 156

Figura 52. Error en planteamiento de algoritmo por dificultad en interpretación. 156

Figura 53. Planteamiento incorrecto del algoritmo pregunta 3, estudiante 9. 157

Figura 54. Planteamiento incorrecto por dificultad en abstracción de patrones. 158

Figura 55. Error de planteamiento de un algoritmo por incongruencia entre los pasos planteados. 158

Figura 56. Rúbrica de análisis del estudiante 1, interacción con el MED “Evolución”. 161

Figura 57. División del estudiante 1 en el reto 5.. 162

Figura 58. Rúbrica de análisis del estudiante 2, interacción con el MED “Evolución”. 163

Figura 59. Rúbrica de análisis del estudiante 3, interacción con el MED “Evolución”. 164

Figura 60. Rubrica de análisis del estudiante 5, interacción con el MED “Evolución”. 166

Figura 61. Rúbrica de análisis del estudiante 6, interacción con el MED “Evolución”. 167

Figura 62. Rúbrica de análisis del estudiante 7, interacción con el MED “Evolución”. 168

Figura 63. Rúbrica de análisis del estudiante 9, interacción con el MED “Evolución”. 170

Figura 64. Rúbrica de análisis del estudiante 10, interacción con el MED “Evolución”.....171

Figura 65. Número de intentos para retos sobre pensamiento matemático. 181

Figura 66. Operaciones y resultados visibles. 182

Figura 67. Operaciones matemáticas escritas. 183

Figura 68. Número de intentos para retos sobre pensamiento algorítmico. 184

Figura 69. Error común reto 3. 185

Figura 70. Búsqueda de solución en youtube.com. 185

Figura 71. Intentos según retos asociados a pensamiento crítico. 186

Figura 72. Error reiterativo en el reto 7. 187

Figura 73. Error reiterativo en el reto 3. 188

Figura 74. Número de intentos realizados por cada estudiante para cada reto 189

Figura 75. Gráfica comparativa habilidades matemáticas. 190

Figura 76. Gráfica comparativa del desempeño de los casos. 191

Figura 77. Ejemplo de operación mal planteada. 192

Resumen

La presente investigación tiene como propósito establecer cómo un material educativo digital (MED), aporta a mejorar las habilidades en el desarrollo de algoritmos con problemas matemáticos, pertenecientes a una parte operativa del pensamiento computacional, en estudiantes de primer semestre de la materia lógica de programación del Instituto Colombiano de Aprendizaje "INCAP". Para el estudio se diseñó e implemento el MED "Evolución," conformado por retos aritméticos y algorítmicos. Mediante la metodología de estudio de caso, se evidencia que los participantes no cuentan con suficientes bases matemáticas y/o pensamiento algorítmico necesarios para solucionar los retos planteados. Se encontró que al ejecutar reiterativamente un reto, los participantes no solo apropian las operaciones matemáticas básicas, sino que además logran dar solución a los algoritmos utilizados en el MED, ratificando la potencialidad de las TIC como herramientas mediadoras que permiten motivar y mejorar el aprendizaje.

Palabras claves: Pensamiento Computacional, Educación para el trabajo y el Desarrollo Humano, Material Educativo Digital, Sentido Numérico, Pensamiento Algorítmico, Lógica.

Abstract

The purpose of the following research is to establish how a digital educational material (DEM), it contributes to improve skills in the development of algorithms with mathematical problems, which belong to an operating system of the computational thinking, in first semester students of the subject Logic programming in Instituto Colombiano de Aprendizaje "INCAP". For this research it was designed and implemented the (DEM) called 'Evolution', formed by arithmetic and algorithmic challenges. By using a Case Study methodology, it was demonstrated that the participating students do not have enough mathematical basis and/or algorithmic thinking required to solve the given challenging problems.

It was found that when executing repeatedly a challenge, the participating students are not just fluent in mathematics basic operations, but also they are able to solve algorithms used in the (DEM), ratifying the potentiality of the Information and Communications Technology (ICT) as mediator resources for improving students' motivation and learning.

Key Words: Computational Thinking, Career and Technical Education and Human Development, digital educational materials, Numerical Sense, Algorithmic Thinking, Logic.

Introducción

Pensar parece algo común: Todos comparamos, clasificamos, ordenamos, extrapolamos, interpretamos, juzgamos, usamos analogías y elaboramos conclusiones (Lizárraga, Baquedano, 2005). Gracias al desarrollo y a la existencia de nuevas herramientas tecnológicas, esta facultad inherente del ser humano está sujeta a fortalecerse y evolucionar según las exigencias de un mundo cada más sistematizado. Es así como los avances en las nuevas tecnologías, son identificables al facilitar las tareas diarias y al incidir en numerosos procesos (matemáticos, de almacenamiento, comunicativos) que hacen que la forma de razonar cambien.

En ésta nueva era de las tecnologías y la comunicación, se exige que habilidades propias de diferentes formas de pensamiento (crítico, matemático, algorítmico, entre otros), se combinen y den lugar a una nueva forma de razonar: El pensamiento computacional; esta nueva forma de pensamiento es definida por Cuny, Snyder, and Wing (2010) como "los procesos de pensamiento involucrados en formular problemas y encontrar sus soluciones, de manera que las soluciones estén representadas de forma tal, que puedan llevarse a cabo efectivamente por un agente que procesa información" (p. 1).

Aunque la presente investigación se desarrolla con estudiantes de la asignatura Lógica de Programación, es importante aclarar que el pensamiento computacional no es un bien particular de quienes se especializan en las Ciencias de la Computación. Es una forma de razonamiento que se debe fomentar, como herramienta que permite hallar más de una solución a un problema o una situación en particular; evaluar entre múltiples posibilidades cuál sería la solución más adecuada, poder proponerla y sustentarla. El reto entonces es cómo fomentar este tipo de pensamiento desde el aula de clase.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

La misma tecnología pone a disposición tanto de maestros como de estudiantes, una serie de recursos educativos entre los que se encuentran los Materiales Educativos Digitales (MED) los cuales son recursos facilitadores que permiten la integración de la tecnología con los procesos de enseñanza (Red.es, 2005). En la presente investigación se diseñó e implemento un material educativo digital, para establecer su aporte en algunas habilidades relacionadas con el pensamiento computacional, en estudiantes de primer semestre de la materia Lógica de Programación del instituto INCAP en la ciudad de Bogotá.

Para el desarrollo de la investigación, se consideró la pertinencia de un abordaje de la información derivada de los diferentes momentos del proceso, mediante tres aspectos fundamentales en el entendimiento del fenómeno objeto de estudio.

El primer aspecto es el *eje pedagógico*, por el cual es posible indicar la importancia de un aprendizaje significativo y desde la óptica construccionista según los aportes de Ausubel (1967) y Papert (1987).

El segundo aspecto o *eje disciplinar*, permite identificar habilidades y operaciones propias del pensamiento computacional y su relación con otras formas de pensamiento a la luz de autores prominentes como Jeannette Wing (2006) y la Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación ISTE (2011).

El *eje TIC*, que busca aportar a los dos anteriores mediante la comprensión de las innumerables posibilidades de las Tecnologías de la Información y la Comunicación según autores como Cabero (2007), así como la necesidad de un riguroso trasfondo de diseño, según lo propuesto por Galvis (1992).

El propósito de esta investigación, es entonces dirigir la mirada a una forma de razonamiento emergente según el avance de este siglo. Así mismo, reconocer su importancia y

proponer alternativas de desarrollo y fortalecimiento, en este caso, mediante el diseño e implementación de un material educativo digital.

Justificación

Se vive en un mundo donde la tecnología está presente en la mayoría de las actividades diarias. Los diferentes tipos de dispositivos tecnológicos digitales (p.e. computadores, celulares, Internet, electrodomésticos, cámaras,…etc.) surgen para dar respuesta a una necesidad; detrás de cada invención tecnológica existe entonces una persona que identifica tal necesidad y se encamina a diseñar y programar cada producto, Basalla (1991) en su libro *La evolución de la tecnología* argumenta que la necesidad es la madre del ingenio y es uno de los factores que permite la constante evolución de la tecnología. Es aquí donde la programación de software se reconoce como una herramienta esencial que permite satisfacer las necesidades de este mundo digital; gracias a ella son posibles procesos cotidianos y antes inimaginables como recibir una llamada en el celular o navegar en Internet.

Al considerarla como una herramienta valiosa que permite el desarrollo del pensamiento, el informático y empresario fundador de Apple, Steve Jobs, considera que todas las personas deberían contar con la habilidad de programar. Es así como se replantea la concepción de que esta habilidad propia del pensamiento computacional, no es sólo indispensable para quienes estudian carreras afines a las Ciencias de la Computación.

Al hablar de pensamiento computacional, se hace alusión a la habilidad de resolución de problemas, el diseño de sistemas y la comprensión del comportamiento humano, haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática (Wing, 2006).

Esta forma de pensamiento se evidencia en las actividades diarias y en los procesos comunes que las desarrollan: desde leer, realizar algún cálculo matemático y hasta dar solución a un problema. Uno de los procesos operativos del pensamiento computacional incluye la

formulación de problemas que se puedan representar mediante instrucciones y algoritmos (The Royal Society, 2012).

Es por esta razón que en la mayoría de centros educativos de España y de Latinoamérica que imparten carreras relacionadas con la informática, se dicta una asignatura de introducción o iniciación a la programación. El nombre de la asignatura puede variar pero su contenido es similar; en este curso se enseñan los conceptos básicos de algoritmos (Aguilar, 2000), definidos como pasos finitos y ordenados para resolver un problema cualquiera o cotidiano donde se incluyen procesos matemáticos básicos.

El Instituto Colombiano de Aprendizaje "INCAP", en su portafolio de carreras técnicas laborales ofrece una línea dedicada a la programación y bases de datos. La materia de Lógica de Programación es la primera que abordan los estudiantes y corresponde al área de desarrollo de software. Ésta asignatura es prerrequisito para inscribir la siguiente materia en la cual se enseña un lenguaje de programación, siendo la base fundamental de asignaturas de la carrera como programación para Windows, Programación Web y Mercadeo Informático entre otras (Aguilar, 2000).

Una de las mayores dificultades encontradas en los estudiantes de esta asignatura, es el bajo desempeño en matemáticas, que como bien lo refiere el Ministerio de Educación Nacional, es el área que junto con comprensión lectora presenta un alto porcentaje (70%) de reprobación en las pruebas de Estado (El País, 2014). En el informe del ICFES (2013) sobre los resultados de las pruebas PISA del 2012 se evidencia que en el área de matemáticas solo 2 de cada diez estudiantes pueden realizar interpretaciones literales de problemas matemáticos que contienen algoritmos básicos, formulas y procedimientos para resolver problemas de números enteros. Estos bajos resultados en las habilidades matemáticas prevalecen según informe del ICFES de la

pruebas saber del primer semestre del 2016, donde el promedio general de todo el país de los estudiantes que presentaron esta prueba fue del 57% en problemática matemática. Linares (2013), explica que esta dificultad de los recién ingresados a la educación superior, también afecta a los profesores que tienen que enfrentarla, porque deben comenzar a retomar conceptos matemáticos, como la regla de los signos, reforzar operaciones como las divisiones y los módulos que se debieron adquirir en la etapa escolar, afectando el cumplimiento de todos los temas que se deben desarrollar en las diferentes materias que involucran conceptos matemáticos.

Adicionalmente, se encuentra que gran parte de los problemas que incluyen operaciones matemáticas y algoritmos suelen plantearse en forma escrita, algo que no resulta motivante para el estudiante, porque no sabe si la operación o el procedimiento que escribió está bien realizado, debe esperar hasta que el profesor confirme sí sus planteamientos son correctos; Bolan (2010) menciona varias condiciones para que se desarrolle el aprendizaje de las cuales se destacan la posibilidad de retroalimentarse, la interacción, la repetición, entre otras. Como forma de enfrentar dichas dificultades y mejorar las condiciones de aprendizaje Bolan (2010) propone la integración de la tecnología en los procesos pedagógicos. Para ello es pertinente considerar las ventajas de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y su impacto en la educación, según lo argumenta Domínguez (2009):

> Con la mediación pedagógica de la tecnología en el ámbito educativo es posible acceder a nuevos escenarios y posibilidades generadas por un medio electrónico y representacional, que permite crear condiciones para que el individuo se apropie de nuevos conocimientos, de nuevas experiencias y se enfrente a situaciones didácticas que le generen procesos de análisis, reflexión y construcción de conocimientos (p.3).

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

A partir de lo anteriormente mencionado, este estudio pretende: a) evidenciar la importancia del pensamiento computacional como un conjunto de habilidades cada vez más necesarias en todas las personas al permitirles no solo ser consumidores de tecnología sino también ser generadoras de la misma; b) aprovechar el potencial de las tecnologías de la información y la comunicación, como herramientas que medien y motiven el aprendizaje de los conceptos básicos de algoritmos y operaciones matemáticas, y con esto fortalecer el desarrollo del pensamiento computacional; c) aportar en el diseño e implementación de un recurso o material educativo digital (MED), que contribuya a una didáctica que facilite la adquisición y fortalecimiento de los conocimientos del estudiante según dificultades identificadas, y que sea generadora de procesos de pensamiento.

Planteamiento del Problema

El estudio se desarrolló en el Instituto Colombiano de Aprendizaje "INCAP" sede Chapinero. A continuación se presenta el contexto educativo de la institución y las dificultades que motivaron el estudio planteado.

Contexto educativo

La educación en Colombia se clasifica en dos modalidades: educación formal y no formal; la primera es la que tiene una serie de ciclos de formación con grados desde el preescolar, básica primaria, secundaria, media y superior. Este tipo de educación está regulado entre otras normas por la Ley 115 de 1994, la Ley 30 de 1992 y el Decreto 1860 de 1994.

La denominación de educación no formal fue reemplazada por: Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano, por el Art. 1 de la Ley 1064 de 2006, la cual se ofrece con el objeto de complementar, actualizar, suplir conocimientos y formar, en aspectos académicos o laborales, con currículos flexibles los cuales conducen a la obtención de certificados de aptitud ocupacional.

En el Decreto 2020 de 2006 del Ministerio de la Protección Social se define la educación para el trabajo como: "(…) el proceso educativo formativo, organizado y sistemático, mediante el cual las personas adquieren y desarrollan a lo largo de su vida competencias laborales, específicas o transversales, relacionadas con uno o varios campos ocupacionales referidos en la Clasificación Nacional de Ocupaciones, que le permiten ejercer una actividad productiva como empleado o emprendedor de forma individual o colectiva" (p. 7). Este tipo de educación está liderado por el Servicio Nacional de Aprendizaje "SENA", el cual es un establecimiento público del orden nacional, adscrito al Ministerio del Trabajo de Colombia, ofrece formación gratuita,

con programas técnicos, tecnológicos y complementarios (Ministerio de Educación Nacional, 2006)

Los objetivos fundamentales de la Educación Para el Trabajo y el Desarrollo Humano propuestos por el Ministerio de Educación (2016) son:

> Promover la formación en la práctica del trabajo mediante el desarrollo de conocimientos técnicos y habilidades, así como la capacitación para el desempeño artesanal, artístico, recreacional y ocupacional, la protección y aprovechamiento de los recursos naturales y la participación ciudadana y comunitaria para el desarrollo de competencias específicas.
>
> Contribuir al proceso de formación integral y permanente de las personas complementando, actualizando y formando en aspectos académicos o laborales, mediante la oferta de programas flexibles y coherentes con las necesidades y expectativas de la persona, la sociedad, las demandas del mercado laboral, del sector productivo y las características de la cultura y el entorno (párrafo 4 y 5).

Para este tipo de educación se presentan dos tipos de programas de formación: Laboral y académica.

Los programas de formación laboral tienen como principal objetivo preparar a las personas en áreas específicas de los sectores productivos para desarrollar las competencias laborales necesarias con las áreas de desempeño según la clasificación nacional de ocupaciones. Los programas de formación laboral deben cumplir con un mínimo con 600 horas de formación de las cuales al menos el 50% debe ser de formación práctica tanto en metodologías presenciales como a distancia.

Los programas de formación académica tienen por objetivo la adquisición de conocimientos y habilidades en diversos temas como lo son las ciencias, las matemáticas, la tecnología idiomas entre otros estos programas tienen una duración mínima de 160 horas.

Contexto institucional

Como reposa en página web institucional, el Instituto Colombiano de Aprendizaje "INCAP" nace en el mes de junio de 1986 en la ciudad de Ibagué, cuando un grupo de ex instructores del SENA que habían laborado para ésta y otras instituciones especializadas en educación para el trabajo, decidieron crear una institución con una nueva propuesta educativa, apuntándole a la calidad de la formación y excelencia en el servicio prestado.

En 1998 el instituto inicia actividades en Bogotá y se dio comienzo a un periodo de transformación y desarrollo para el INCAP, en el 2010 fue premiada por el Ministerio de Educación Nacional como la mejor institución para el trabajo y el desarrollo humano, convirtiéndose en una de las instituciones con este tipo de educación más reconocidas de Colombia[1], a pesar de sus pocos años de existencia.

Geográficamente se encuentra ubicado en Bogotá en dos 2 sedes así: Sede del Centro Cra. 5 N° 20 – 08 y Sede de Chapinero Av. Caracas N° 63 – 66. Actualmente, más de 10.000 metros cuadrados de construcción albergan cerca de 15.000 estudiantes, en cuatro edificios especialmente diseñados para las actividades académicas y dotadas con tecnología de punta, con amplios espacios de esparcimiento y salones de clase.

Como aparece en la página web de la institución[2] la misión de la institución es formar integralmente técnicos laborales por competencias con excelencia y calidad, complementando a aquellos ya vinculados laboralmente que desean actualizar sus conocimientos, afianzar a quienes

[1] http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-258350.html
[2] www.incap.edu.co

han adquirido su aprendizaje de manera empírica a través de su trabajo y generar acciones de formación laboral que permitan la inserción laboral pertinente, con un enfoque hacia la globalización y nuevas tendencias tecnológicas, talento humano idóneo, ambientes de aprendizaje y metodologías de formación adecuadas e instalaciones óptimas, contribuyendo así al desarrollo económico y social del país.

La visión corporativa de INCAP está fundamentada en la excelencia y la calidad de sus productos y servicios siendo consecuencia evidente el posicionamiento como empresa de educación privada para el trabajo y desarrollo humano líder a nivel nacional, contribuyendo así al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos (INCAP, 2016).

INCAP se basa en la formación por competencias con los lineamentos del Servicio Nacional de Aprendizaje "SENA", con un método instructivo general para todos sus programas, el cual se imparte en cuatro fases. En la primera fase se motiva al estudiante para despertar su interés, se identifican los conocimientos iniciales (preconceptos) y se presentan los objetivos de la clase. En la segunda fase se realizan las demostraciones por parte del instructor y se fundamenta el porqué de cada paso. En la tercera fase el estudiante ensaya y prueba, facilitándole de esta forma la autonomía y creatividad para que contextualice el conocimiento adquirido, reconociendo sus logros. En la cuarta fase se deja trabajar al estudiante autónomamente para que construya su aprendizaje y así evaluar los logros adquiridos.

INCAP cuenta con 20 programas certificados divididos en seis escuelas de formación, uno de estos programas es el de Operación de Sistemas Informáticos y Bases de datos, el cual pertenece a la escuela de Diseño, Tecnología e Innovación, en esta carrera se dicta la asignatura de lógica de programación, la cual es el primer acercamiento de los estudiantes al desarrollo de software.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Una de las dificultades de la mayoría de los estudiantes que ingresan a primer semestre de todas las carreras del instituto INCAP, tiene que ver con las competencias básicas matemáticas; esto se evidencio en los resultados de las pruebas realizadas por la institución en el semestre A de 2016, los cuales fueron socializados a los formadores por la Dirección académica de la institución, donde más del 50% de los estudiantes no alcanzaron a superar la prueba de competencias básicas que incluye matemáticas y comprensión de lectura.

Además de esta prueba general realizada por el instituto INCAP a todos los estudiantes de primer semestre, el área de sistemas diseñó una prueba de matemática básica solo para alumnos de la materia de Lógica de programación; donde se abordaban problemas cotidianos usando las operaciones básicas como suma, resta, multiplicación y división. Esta prueba se aplicó a 95 estudiantes de todas las jornadas del INCAP regional Chapinero. Los resultados mostraron que más del 60% de los estudiantes tenían bajo conocimiento en matemática básicas y en análisis de problemas básicos cotidianos.

Tanto las pruebas realizadas por la Dirección académica y por los formadores del área de sistemas del instituto INCAP, contienen una serie de problemas y preguntas muy parecidas a las realizadas por el ICFES en las prueba saber noveno, ya que este es el grado mínimo para el ingreso de los estudiantes al instituto.

Problemas como estos donde se incluye la matemática con una narración según Meyer (1986), presentan cierta complejidad y requieren de ciertos conocimientos en lingüística, semántica, esquemática, estrategia y operatividad; esto último de acuerdo con Montealegre (2007), es entendido como un algoritmo o secuencia de pasos para llevar a cabo la tarea.

Indagando aún más sobre el problema, profesores[3] expertos en el tema y pertenecientes a la institución educativa, coinciden en su mayoría en que los conocimientos de los estudiantes en el área de las matemáticas son deficientes. En particular las operaciones matemáticas básicas, análisis de problemas y lógica; otro aspecto débil es la falta de hábitos de lectura. Esta percepción de los profesores del área de sistemas es evidenciada en los resultados de la pruebas PISA 2012 y en las del ICFES 2016.

Los formadores también consideran que las operaciones básicas matemáticas son fundamentales para el avance y entendimiento de la materia lógica de programación. La mayoría afirma que las operaciones matemáticas básicas (sumas, restas, multiplicaciones, divisiones, etc.), son necesarias para el planteamiento de los problemas de la materia, pero una de las dificultades identificadas sobre este aspecto es que los estudiantes no encuentran fácilmente el camino mental para plantear una solución matemática, no ejercitan la mente y la memoria en la solución de ejercicios y optan por el uso de calculadora.

Además consideran que como forma que permita la comprensión del tema sobre algoritmos, es útil el uso de ejemplos cotidianos que permitan a los estudiantes plantear los pasos para resolver situaciones comunes. Estos ejemplos han de incluir operaciones matemáticas, como por ejemplo, hacer la analogía con las recetas de preparación de alimentos.

Por otra parte, opinan que la programación es fundamental para adquirir habilidades de pensamiento como ser racional, analítico y organizado, además que permite solucionar problemas en cualquier contexto. Hay quien opina que la programación debería ser una materia obligatoria.

[3] Profesores de la materia de lógica de programación con una experiencia en promedio de 18 años en educación, algunos de ellos coordinadores de las sedes Chapinero y Centro de INCAP Bogotá.

Parte de los elementos o recursos TIC utilizados para abordar los temas y las propuestas para mejorar la enseñanza de los conceptos de lógica de programación, son los juegos que incluyan algoritmos, matemáticas y lógica son una herramienta de apoyo para la enseñanza. A su vez consideran que indudablemente se requiere de una mejor preparación previa en el área de matemáticas, así como contar con buen grado de motivación y tiempo de dedicación a la materia.

Se evidencia entonces que los estudiantes de la materia lógica de programación llegan con insuficientes bases matemáticas y de pensamiento analítico. Al enfrentarse a problemas de lógica y matemáticas donde deben crear sus propios algoritmos, éstos no son comprendidos ni argumentados de una forma coherente, dando como resultado un bajo rendimiento académico y la desmotivación por la carrera.

Como forma de búsqueda de alternativas que permitan superar estas debilidades, se plantea la importancia de lo mencionado por la Unesco (2013), en su informe *Educación en América Latina*, el cual se enfoca en la relevancia de la tecnología en la educación y el llamado a que los sistemas educativos enfrenten los cambios acelerados por el apoyo de las TIC.

Es así que se deben considerar las tecnologías como instrumento fundamental en las nuevas prácticas educativas, generando espacios de experimentación (Unesco, 2004). Los nuevos métodos pedagógicos también suponen nuevos materiales didácticos, que permitan la apropiación de conocimientos por parte de los estudiantes (Unesco, 2013). Éstos métodos involucran las TIC como herramientas que permiten mejorar el intercambio de información de los estudiantes, motivándolos a generar nuevas ideas y con esto construir nuevo conocimiento (Domínguez, 2009).

Este nuevo conocimiento está de una u otra forma dependiente del desarrollo de mejores habilidades de pensamiento, éste último vinculado al lenguaje tal como lo refiere Vygotsky, en

sus funciones de “comunicación, expresión y de producción de significados” (Rickenmann[4], 2006, p.5). Desde edad temprana existe la necesidad de tener habilidades comunicativas en la propia lengua -esto independientemente de si se tiene la intención de convertirse en escritor de profesión, un reconocido erudito o redactor de un periódico- sino por el solo hecho de reconocer que son requeridas estas habilidades del lenguaje como herramientas del pensamiento que dan significado.

Debido a que actualmente las TIC están presentes en cada uno de los espacios de la vida de una persona, se requiere de una serie de habilidades tan importantes, como las comunicativas en la propia lengua, las cuales se aprenden desde temprana edad. Resnick (2014), afirma que a futuro se espera que todas las personas tengan la habilidad de programar un computador o un dispositivo electrónico, con el fin de que les permita crear tecnología y no ser simplemente consumidores de ella.

Es bajo esta expectativa que el pensamiento computacional cobra importancia como objeto de estudio, más allá de ser una habilidad necesaria en estudiantes de Ciencias de la Computación. Según la Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación (ISTE) (2011), “el potencial de la computación para innovar y crear nuevos diseños, es ilimitada. La promesa del Pensamiento Computacional es que puede mejorar la solución de problemas y el pensamiento crítico, aprovechando todo el potencial que ofrece la computación” (p.9).

Considerando lo anteriormente expuesto, la labor docente tal y como lo refiere la Unesco (2004), ha de ser coordinar “métodos, procesos y materiales mediante la aplicación de las nuevas tecnologías” (p. 34), en este caso encaminadas a superar las dificultades identificadas. Algunos de los recursos innovadores dentro de las posibilidades que ofrecen las TIC, son los materiales

[4]Doctor en Ciencias de la Educación de la Universidad de Ginebra, Suiza.

educativos digitales MED, los cuales se diseñan bajo un propósito educativo y orientado hacia una necesidad específica. Estos materiales son recursos facilitadores de la enseñanza/ aprendizaje, en formato digital y bajo criterios pedagógicos, que permiten a los estudiantes interactuar con recursos tecnológicos desarrollados para motivar y mejorar su rendimiento académico (Pianucci, Chiarani, Tapia, 2009).

Pregunta de Investigación

Las posibilidades de los materiales educativos digitales (MED), según lo planteado por Pianucci, Chiarani, Tapia (2009) y la necesidad de probar nuevas y pertinentes metodologías que favorezcan la enseñanza-aprendizaje en estudiantes de la materia Lógica de Programación, específicamente en la introducción a los algoritmos con problemas matemáticos, permite plantear la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo aporta un MED en el desarrollo del pensamiento computacional, en estudiantes de primer semestre de la materia lógica de programación, en el Instituto Colombiano de Aprendizaje "INCAP"?

Para dar respuesta a la pregunta de investigación se establecen los siguientes objetivos:

Objetivo General

Identificar como un MED aporta en la habilidad de resolución de problemas algorítmicos asociados al pensamiento computacional, en estudiantes de primer semestre de la materia Lógica de Programación en el Instituto Colombiano de Aprendizaje "INCAP".

Objetivos específicos

- Diseñar un MED orientado a fortalecer el pensamiento computacional mediante la resolución de problemas algorítmicos, en estudiantes de primer semestre de la materia Lógica de Programación.
- Implementar el MED en estudiantes de primer semestre de la materia Lógica de Programación en el Instituto Colombiano de Aprendizaje INCAP.
- Analizar el aporte del MED diseñado e implementado en el desarrollo del Pensamiento Computacional, específicamente en la habilidad de resolución de problemas algorítmicos en estudiantes de la materia de Lógica de Programación.
- Evidenciar el aporte del MED diseñado e implementado, en el desarrollo del Pensamiento Computacional, específicamente en la habilidad de resolución de problemas algorítmicos en estudiantes de la materia de Lógica de Programación.

Marco Teórico Referencial

En este capítulo se busca establecer las experiencias más recientes que aporten al tema de investigación, así como los fundamentos teóricos que soportan el presente estudio.

Estado del Arte

Con el fin de identificar experiencias investigativas sobre pensamiento computacional y algorítmico con estudiantes de 16 años en adelante, por ser éste el contexto de desarrollo de la investigación, se realizó un rastreo de información de documentos en su mayoría publicados durante los últimos 10 años.

Una primera aproximación al tema sobre Pensamiento Computacional es ofrecida por la *European Schoolnet* en su reporte del año 2014. En él presenta los países que tienen planes de incorporación de este tipo de pensamiento en sus currículos escolares, así como los que ya lo están implementando. Adicionalmente, presenta los reportes que tienen mayor relevancia sobre investigación en el tema, según la edad de la población y los métodos de enseñanza para el Pensamiento Computacional.

Dentro de los países que incorporaron la programación en sus currículos se cuentan España, Bulgaria, Chipre y Portugal. En España, para el nivel de secundaria, se busca fomentar las habilidades que permitan el desarrollo de habilidades en programación computacional, todo esto mediante el uso de programas como Scratch y Logo. Estas competencias son: abstracción, lógica, estructuras condicionales o de control, interactividad del usuario, representación de datos, paralelismo, sincronismo, habilidades para resolver problemas, simulaciones, etc.

En Bulgaria por su parte, se cuenta con una asignatura conformada por las materias de Informática y TIC, obligatoria en grado 9 y con una intensidad de 2 horas de clase semanal. El

curso aborda conocimientos básicos de conceptos en ciencias de la computación y matemática, programación, solución de problemas algorítmicos y representación de la información a través abstracciones, como por ejemplo, modelos y simulaciones.

En Chipre, el pensamiento y la programación algorítmica son parte de la ciencia especializada y obligatoria en todos los niveles de secundaria. En los dos últimos niveles superiores (estudiantes entre 17-18 años), se ofrece como curso electivo o de profundización. Por otra parte, hay cursos en la tarde que se ofrecen a estudiantes que deseen desarrollar sus conocimientos y habilidades en esta área.

El pensamiento algorítmico en este país es visto como la capacidad de resolver problemas a partir de lo simple, utilizando el ciclo de desarrollo de una aplicación. Inicialmente, "arrastrar y soltar" mediante programación gráfica de entornos, utilizando programas como Scratch y Alice. Este pensamiento también es asociado a la capacidad para comparar algoritmos basados en su eficacia y eficiencia, así como para identificar patrones comunes de diseño. A los estudiantes también se les enseña a dibujar diagramas de flujo de las soluciones que desarrollan.

En Portugal, la programación es parte del tema de las TIC, asignatura obligatoria en la educación secundaria. Las actividades desarrolladas con los estudiantes comprenden el diseño de proyectos multimedia (texto, imagen, sonido y vídeo), como por ejemplo juegos, animaciones, historias interactivas y simulaciones. Con estas actividades se pretende desarrollar el pensamiento computacional, basado en la descripción y resolución de problemas y la organización lógica de las ideas, los cuales son objetivos curriculares de la asignatura TIC (European Schoolnet, 2014).

The Royal Society (2012) para el contexto de Inglaterra, presenta un informe donde queda clara la necesidad de revisión del plan de estudios en Ciencias de la Computación, según

lo recomiendan los académicos del tema. Los componentes que un nuevo currículo tendría que incluir serían: pensamiento computacional, programación y habilidades tales como resolución de problemas, pensamiento analítico, evaluación, modelado y diseño.

Además de lo anterior, el informe también menciona que la creatividad y la innovación son elementos cruciales para mostrar la diversidad de la materia. Se requeriría de rigor intelectual en la construcción de los contenidos curriculares y a la vez flexibilidad a la hora de evaluar, que evite desalentar a los estudiantes, ya que de ellos depende el desarrollo del conocimiento. Un requisito previo del plan de estudios, tendría que incluir contenido que muestre la diversidad de la materia a través de la historia de la Computación y su impacto en la sociedad.

Por su parte, Estados Unidos busca implementar desde la educación básica primaria una asignatura en Ciencias de la Computación. Actualmente se imparte la materia de Tecnología, donde se enseña cómo utilizarla y adaptarla al entorno en el cual se necesite. El objetivo de las Ciencias de la Computación no es solo utilizar la tecnología, sino crearla y ser parte del proceso, involucrase en los conceptos de programación y desarrollo del software (Code, 2012).

En el contexto Latinoamericano el Pensamiento Computacional es un concepto que ha comenzado a ser estudiado por varios países. Chile, según el Banco Interamericano de Desarrollo (2011), cuenta con unas de las mejores infraestructuras escolares en Latinoamérica, donde nueve de cada 10 colegios tienen salas de computación, pero en la práctica esta infraestructura no ha sido bien aprovechada.

En la revista del departamento de ciencias de la computación de la Universidad de Chile en su edición del primer semestre del 2015, se plantea que una de las metas generales a largo plazo en Chile es pasar de ser un país consumidor a uno productor de tecnología. Para lograr este

propósito se pretende incluir el Pensamiento Computacional en los programas escolares, siendo una de las metas a mediano plazo. Es necesario contar con nuevos docentes y capacitar a los actuales, para que los estudiantes adquieran las competencias específicas desde la escuela. Dentro de los objetivos en el logro de la meta se encuentra:

- Definir las destrezas computacionales que los estudiantes deben tener al graduarse de secundaria.
- Tener un vocabulario técnico específico definido, introducido gradualmente en las etapas escolares cursadas.
- Preparar a los docentes en las competencias del área y crear posgrados para preparar especialistas, así como guías de implementación de la estrategia describiendo las actividades y resultados a corto y mediano plazo.

En Argentina, la Universidad Nacional del Sur creó el Departamento de Ciencias e Ingeniería en Computación, con el cual se quiere mejorar la calidad educativa involucrando la tecnología en la enseñanza. Una de las líneas de investigación del departamento es el desarrollo del pensamiento computacional en el nivel medio, donde se pretende fortalecerlo y extenderlo a la educación primaria, fomentando así la enseñanza de la programación. En los últimos cinco años se han generado gran número de recursos libres para desarrollar el Pensamiento Computacional en la escuela primaria.

Este país cuenta además con el proyecto ‘Programamos’, donde se pretende no solo cambiar la idea meramente instrumental o de simple uso de la tecnología, sino también invitar a intervenir en su diseño, creación o modificación, tal como se cita a continuación:

> Debemos concienciar a nuestro alumnado de que los ordenadores no son máquinas que vienen de fábricas ya hechas y simplemente podemos usarlas, sino que se pueden tocar y

alterar para modificar su comportamiento de manera que realicen las tareas que queramos en la forma en que deseemos (Programamos, 2014, p. 1).

Puntualmente en Colombia, la Fundación Gabriel Piedrahita Uribe de la ciudad de Cali, con el apoyo de Motorola y la ONG Give to Colombia, está implementando el proyecto *Scratch* para desarrollar habilidades del siglo XXI. Esta fundación junto con la Universidad Icesi de Cali otorgan premios a los maestros que utilicen el software Scratch en sus clases, no solo con el fin de vincular las TIC en el currículo, sino de crear ideas innovadoras (Edukatic, 2015).

En el país también se crea Eduteka, proyecto que hace parte de la fundación Gabriel Piedrahita Uribe. Este portal de Internet contiene recursos educativos libres para la implementación de las TIC y la programación con Scratch en los procesos de enseñanza en primaria y bachillerato.

De manera más general, investigaciones recientes proponen algunas de las habilidades que la educación debe fomentar para que los estudiantes tengan éxito en un mundo digital y globalizado. El Consorcio de Habilidades Indispensables para el Siglo XXl en su documento *21st Century Skills, Education & Competitiveness* (2008), considera que algunas de estas habilidades son la creatividad e innovación, competencias en el pensamiento crítico y solución de problemas, competencias de comunicación y colaboración y competencias en manejo de información y TIC. El pensamiento computacional constituye una alternativa para involucrar estas habilidades como un todo y no como nodos separados.

Esta alternativa manifiesta en el aprendizaje de la programación, es de considerable importancia para Luis de Marcos (2013)[5], Doctor del Área de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Alcalá (UAH), quien expone que “la programación

[5]Entrevista realizada por Maya Velásquez disponible en Internet https://www.goconqr.com/es/examtime/blog/aprender-a-programar-desde-jovenes/.

nos aporta una serie de herramientas para resolver problemas que resultan indudablemente útiles dado que tienen una aplicación en multitud de campos".

Según Londoño y Paz (2007), la programación se puede utilizar para muchos procesos como resolver problemas matemáticos, gestionar información, animar imágenes, crear juegos. Se podría decir que la mayoría de nuestras actividades tienen algún software asociado y para crear este software se requieren los mismos principios básicos de programación.

López (2013), presenta un artículo donde explica cómo los estudiantes deben aprender a programar computadoras. Aunque el estudio se centra en la programación orientada a objetos, se considera la recomendación del autor:

> … deben aprender la metodología de la programación, usando técnicas de diseño algorítmicas o pseudo-lenguajes, y después, deben aprender cómo implementarla usando un lenguaje de programación, pero antes de usar cualquier estructura algorítmica, el estudiante deberá desarrollar la lógica básica para lograr sus objetivos a nivel profesional (p. 1).

La lógica básica a la que se refiere López (2013), corresponde a la lógica cotidiana empleada en la toma de decisiones sobre tareas comunes o procedimientos dela vida diaria. Es ese algo que parece natural de la razón, pero que frente a una situación dada, en algunos pareciera no operar de manera acertada o representar dificultad a la hora de encontrar soluciones a un problema, mientras para otros la respuesta es obvia o evidente. Es importante entonces tener en cuenta que antes de enseñar un lenguaje de programación, se deben enseñar las bases lógicas para programar independientemente del lenguaje.

Hasta este punto es evidente la fuerte relación de la programación con el lenguaje de las matemáticas. Palma y Sarmiento (2015), a partir de una recopilación de estudios basados en la

utilización de la programación en la enseñanza de las matemáticas, evidencian nuevamente el deterioro de esta disciplina en Colombia. Mencionan que la tecnología podría ser una herramienta que contribuyera en la mejora de esta competencia en niños y jóvenes, y que además de utilizarse se debería aprender a crearla. Según Grove (2009), esto sería posible mediante la apropiación de los conceptos de programación, los cuales incluyen la lógica y fases secuenciales de operaciones o pensamiento algorítmico. Este último definido en el 2010 como pensamiento computacional por la *International Society for Technology in Education (ISTE)*.

En un estudio desarrollado por Abid, Farooq y Farooq (2015), sobre cómo incluir la programación de computadores en la secundaria, se plantea que la programación y las matemáticas son temas interrelacionados, pero éstas no son muy bien aceptadas por los estudiantes. Explican que las habilidades de programación se mejoran con los conceptos matemáticos, de aquí que se deben desarrollar nuevas herramientas para mejorar la comprensión de estos conceptos en los estudiantes.

Dos de los objetivos de la investigación de Abid et al (2015), fueron a) introducir la programación de computadores en las escuelas de secundaria para aumentar el desarrollo de software y b) facilitar el aprendizaje de los conceptos matemáticos con la ayuda de un material digital basado en imágenes, para facilitar el aprendizaje y la retención de dichos conceptos.

Algunas de las conclusiones obtenidas en este estudio, el cual conto con una metodología de estudio de caso y que se consideran en esta investigación son:

- La programación de computadores ayuda a adquirir los conceptos matemáticos básicos.
- Con la programación se adquieren habilidades para resolver problemas.
- Las matemáticas y la programación son herramientas esenciales para el futuro.

Para Repenning y Ioannidou (2008), lo anterior plantearía entonces que uno de los retos de la enseñanza de la programación, es decir, la motivación mediante nuevos materiales con fundamentos educativos bien estructurados.

En un estudio realizado por Londoño y Paz (2007), con adolescentes de grados 10 y 11 consideran que se está perdiendo el interés por la programación, ya que esta parece complicada y poco motivadora. Se plantea que es necesario que se convierta en algo más gráfico y divertido para los estudiantes, quienes simplemente se han convertido en usuarios de software desconociendo el poder de la programación.

Saiz (2012) permite hacer una reflexión al respecto: El sumar o restar exige esfuerzo y dedicación, que puede serlo menos, si al niño se le enseñan trucos para realizar mejor esos cálculos. Y, si además, esos trucos se envuelven en una buena historia o en un buen acertijo, todavía conseguiremos una mayor pericia de su parte.

Según Durall, Gros, Maina, Johnson y Adams (2012), los juegos digitales al integrarlos en el aprendizaje, demostraron ser herramientas beneficiosas para el desarrollo cognitivo. La mayoría de los juegos que se utilizan en varias disciplinas, comparten cualidades similares y tienen un objetivo determinado.

Cisneros y Collazo (2009) presentan un estudio en el cual involucran los juegos como apoyo a la enseñanza de la algoritmia, con estudiantes del programa de formación en Sistemas e Informática. Se evidencia que la población llega con debilidades relacionadas con fundamentos de algoritmia. Se formuló entonces una propuesta para la realización de un juego educativo para reforzar los conocimientos de la materia de introducción a la programación.

Dentro de las debilidades de los estudiantes al cursar la materia de introducción a la programación se mencionan: dificultad para relacionar contenidos teóricos con el planteamiento

de algoritmos y dificultades para estructurar los pasos que dan solución a un problema planteado (Cisneros y Collazo, 2009).

En el estudio concretamente se implementó un juego digital, en el cual se abordaban los conceptos de algoritmos y se buscaba plantearlos en un problema cotidiano. Algunos de los retos buscaban la organización de pasos y la respuesta a preguntas de conceptos de la materia. Este juego se implementó con 12 estudiantes de la materia Introducción a la programación y desarrollo de software pertenecientes al Programa Nacional de Formación en Sistemas e Informática de Venezuela. Algunos de los resultados mostraron que el video juego fue atractivo y útil para los estudiantes en la comprensión de los conceptos teóricos del tema de algoritmos.

En un análisis regional del Informe Horizon del NMC y la UOC titulado *Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017,* se hace mención a los juegos como entornos interactivos, motivadores para que los estudiantes experimenten y aprendan; facilitan la pérdida del miedo a cometer errores, favorecen competencias de análisis, resolución de problemas y colaboración. Estas estrategias de aprendizaje basadas en juegos se pueden utilizar en diferentes entornos y así promover el aprendizaje (Durall et al., 2012).

Lo anterior permite referir que se requiere entonces de experiencias eficaces e interactivas que motiven y activen el proceso de aprendizaje. Es aquí donde el aprendizaje basado en juegos entra a formar parte de una nueva forma de aprender un contenido. En este tipo de aprendizaje se trabaja hacia una meta, se pueden realizar acciones y experimentar consecuencias de esas acciones, a través de juegos o simulaciones. Es posible cometer errores en un entorno libre de riesgos. Si es bien sabido que todos los juegos no son iguales, es importante estructurarlos de acuerdo al aprendizaje que se quiera lograr, porque en vez de motivar podría ser aburrido y frustrante (Trybus, 2014).

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

A partir de toda la revisión sobre experiencias ya referidas, es posible concluir los siguientes aspectos:

Son muchos los países que presentan avances frente al abordaje del pensamiento computacional, involucrando diferentes estrategias para que este sea parte de los procesos educativos de los estudiantes, desde edades tempranas hasta el nivel secundario. Se evidencia que temas como la algoritmación y la resolución de problemas están presentes en los contenidos curriculares, los cuales son temas relevantes en esta investigación.

El Pensamiento Computacional es la suma de muchos pensamientos, todos involucrados para fortalecerse en una sinergia de conocimientos. Éste no se limita a ser una habilidad exclusiva de las Ciencias de la Computación, sino que se aplica en la mayoría de circunstancias de la vida diaria. Aquí las competencias matemáticas básicas aportan y fortalecen este tipo de pensamiento y son ciencias interrelacionadas.

La tecnología ofrece posibilidades de desarrollo de materiales que permitan potenciar este pensamiento. Dentro de las posibilidades se cuentan los juegos y los materiales digitales, diseñados con un fin pedagógico que contribuyen al desarrollo de las habilidades en diferentes áreas del conocimiento; facilitando el aprendizaje y motivando al estudiante a adquirir conocimientos, gracias a que pueden experimentar errores y aprender de ellos tanto en situaciones simuladas como en retos diseñados para mejorar los conceptos de algún tema en particular.

Los estudios encontrados comparten similitudes en cuanto a temas referentes a la solución de algoritmos, pero se enfocan en mejorar la habilidad de secuencia de pasos lógicos de los estudiantes y no a reforzar los conocimientos en operaciones matemáticas básicas, ni a la utilización de repeticiones de algoritmos basados en juegos, para que el estudiante mediante

ensayo-error encuentre los pasos lógicos para resolver un problema planteado. Surge entonces la necesidad de diseñar y crear nuevas herramientas TIC con un sentido pedagógico bien estructurado, que permita incluir las diferentes habilidades del pensamiento computacional en los estudiantes, ya que hasta el momento no se hallaron reportes de estudios que permitan un acercamiento al pensamiento computacional en estudiantes que inician sus estudios en las carreras afines a las ciencias de la computación.

Marco Teórico

Al hacer una revisión de la teoría que permita comprender los aspectos fundamentales que sustentan el desarrollo de la presente investigación, se considera relevante presentar los aportes de diferentes autores frente al aspecto pedagógico, disciplinar y TIC en educación. El primer referente permite hacer una aproximación a la teoría y modelo de aprendizaje según el contexto de enseñanza-aprendizaje de la población objetivo. El aspecto disciplinar por su parte permite delimitar conceptos importantes sobre lógica de programación y aquellos que fundamentan el Pensamiento Computacional. El referente TIC en educación, permite identificar la pertinencia de los recursos tecnológicos en los procesos de enseñanza aprendizaje, en particular los materiales educativos digitales.

Referente Pedagógico. Como ya se refirió en la contextualización de esta investigación, el instituto INCAP adoptó y adaptó un método inductivo-activo o de cuatro fases propuesto por el SENA. Este método se fundamenta en varios modelos de aprendizaje, siendo el aprendizaje significativo el más relevante, pero teniendo mucha relación con el construccionismo.

Teniendo en cuenta lo planteado por Ausubel (1976), el aprendizaje significativo ocurre cuando existe un conocimiento previo o relevante, el cual denominó (subsumidor), que se

conecta con un nuevo conocimiento. Este conocimiento ya existente se enriquece con el nuevo, creando relación entre ideas y dando lugar el aprendizaje significativo.

Una de las características más importantes de este aprendizaje para el autor, es que se va más allá de una simple asociación, donde los conocimientos más importantes son enriquecidos con la nueva información de una forma no arbitraria y sustancial, favoreciendo la evolución de los conceptos previos y dando un sentido significativo al nuevo aprendizaje, que a futuro será otro subsumidor.

Moreira (2005), en un intento por hacer una aproximación sobre este modelo, considera que el aprendizaje significativo:

> (…) se caracteriza por la interacción entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo. En este proceso que es no literal y no arbitrario, el nuevo conocimiento adquiere significados para el aprendiz y el conocimiento previo que más rico, más diferenciado, más elaborado en relación con los significados ya presentes (Moreira, 2005, p. 4).

Al considerar la aproximación de Moreira frente a la propuesta de Ausebel (1976), se entiende que el aprendizaje significativo se da a partir de un componente conocido como saber previo (de algún tema), el cual se debe indagar en los estudiantes, para realizar la asociación y anclaje permanente de los nuevos conocimientos. Sin embargo, Ausubel (1976), deja claro que también existe un aprendizaje *mecánico*, ocasionado cuando no hay un saber previo relevante; de tal forma que la nueva información es almacenada arbitrariamente sin interactuar con los conocimientos pre-existentes.

Para Pozo (1989), este aprendizaje está relacionado con lo memorístico y la repetición, careciendo de significado para el aprendiz. Para Ausubel (1976), este aprendizaje es necesario

cuando no se tiene conocimiento o conceptos relevantes sobre algún tema en particular, ya que a futuro este aprendizaje arbitrario puede ser enriquecido y convertirse en un subsumidor.

Ausubel (1976), refiere que el aprendizaje exige la existencia de estructuras cognitivas que facilitarían la asociación de la nueva información, logrando así un aprendizaje significativo. Cuando no existen estos conocimientos iniciales, es necesario adquirirlos ya sea de forma receptiva o por descubrimiento.

Según Palomino (1996), en la vida diaria algunos aprendizajes se producen inconscientemente, al realizar asociaciones o comparaciones, sacando una conclusión y dando un valor significativo a estos aprendizajes. Este tipo de aprendizaje es por *descubrimiento*, el cual implica que el estudiante deba integrar la información y ordenarla, generando así la estructura cognitiva.

Cuando no hay interacción o no se cuenta con el entorno apropiado que facilite este tipo de aprendizaje, se da lugar a un aprendizaje *receptivo*, el cual es recuperado cuando se necesite en un momento determinado; este es un aprendizaje mecánico sin valor significativo.

Intermedio a estas dos formas de aprendizaje, existe también un aprendizaje por ensayo y error, que estaría relacionado a un aprendizaje por descubrimiento (como por ejemplo, el ensamblaje de un rompecabezas), pero el resultado sería un aprendizaje mecánico.

Para Ausubel (1976), existen tres tipos de aprendizaje significativo: a) aprendizaje de representaciones, el cual se da en las primeras etapas del crecimiento y donde se integran conceptos de elementos del mundo real, dándoles un valor conceptual tanto a nivel de lenguaje como de representación; b) aprendizaje de conceptos, los conceptos son representaciones basadas en símbolos o signos, los cuales se aprenden en procesos de formación y asimilación, presentándose también en las primeras etapas de crecimiento por experiencia directa; c)

aprendizaje de proposiciones, que implica la representación de varias palabras cada una de ellas como un único referente, luego se combinan adquiriendo un nuevo significado, el cual se transforma en algo relevante y significativo con estructura cognitiva.

Según Moreira (2005), se requiere de dos condiciones para que suceda un aprendizaje significativo. La primera se refiere a los elementos externos que intervienen en el aprendizaje y la segunda, a la actitud que tiene el estudiante para apropiar estos conceptos de forma significativa.

La primera condición requiere del uso de materiales (como por ejemplo, libros, guías, software…) que tengan un significado lógico y que se puedan asociar con los conocimientos previos del aprendiz, permitiendo el anclaje de estos conceptos con los nuevos involucrados en el material.

La segunda condición y más compleja, es la actitud que tiene el aprendiz por alcanzar el aprendizaje, ya que es él quien le da el significado al material. Es necesario contar con un material diseñado bajo criterios apropiados según los objetivos de aprendizaje planteados, pero se debe contar también con la actitud del aprendiz en el cumplimiento de estos objetivos. Una aclaración que hace al respecto Moreira (2005), es que esta actitud no se refiere únicamente a la motivación del estudiante, sino también a la capacidad de relacionar los conceptos anteriores con los nuevos.

Al considerar estas dos condiciones, se concluye que el aprendiz es quien le da significado al material cualquiera que este sea. Para Falbel (1993), esto exige un compromiso frente a su proceso de aprendizaje y la necesidad de conexión de los nuevos conocimientos mediante su aplicación en tareas.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Actualmente la tecnología se ha convertido en un puente que facilita ambas condiciones: motivar y enriquecer el aprendizaje. Asociado al uso de los recursos tecnológicos en el ámbito educativo, muy cercano a los principios de la teoría cognitiva y del aprendizaje significativo, se encuentra el enfoque construccionista. Para Solórzano (2009), "la premisa básica del aprendizaje desde el enfoque construccionista, supone la existencia de una habilidad natural en los seres humanos para aprender a través de la experiencia, y para crear estructuras mentales que organicen y sinteticen la información" (p. 4).

Para Seymour Papert, discípulo de Piaget y padre del construccionismo, el uso de las Tecnologías de la información, comunicación y conocimiento (TIC), se centra en el uso de la computadora como medio para que el estudiante tenga un rol activo, revirtiendo la pasividad de la educación tradicional donde el estudiante es solo un receptor.

El enfoque de Papert no se centra solo en el estudiante sino también en el rol del docente, quien debe permitir y fortalecer los espacios y los recursos para que se pueda construir el conocimiento. Entre más diversos sean los materiales, más complejo será el conocimiento que se logre. En el proceso de construcción, el autor menciona que no se debe censurar los errores, ya que es posible aprender a partir del ensayo y del error. Expresa que "los errores nos benefician porque nos llevan a estudiar lo que sucedió, a comprender lo que anduvo mal y, a través de comprenderlo, a corregirlo" (Papert, 1987, p 136). Para Ruiz y Sánchez (2007), en este sentido al corregir el error se realiza un aprendizaje significativo, Sasso (2015) también resalta que para que el estudiante aprenda de los errores, debe contar con un docente que le genere nuevos interrogantes a partir de estos, no es solo corregirlos sino generar inquietudes para formular nuevas preguntas.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Papert describe tres conceptos que darían al estudiante mejores oportunidades de construcción del aprendizaje: Objetos para pensar, entidades públicas y micro-mundos. Los *objetos para pensar*, son objetos que permiten pensar en otras cosas. En particular refiere objetos físicos, ya que se logra un mayor entendimiento al crearlos, modificarlos, analizarlos y observar cómo funcionan, convirtiéndose en engranajes que despiertan la curiosidad.

Las *entidades públicas*, se refieren al involucramiento del aprendiz en el ámbito social. Se puede decir que va de la mano de los objetos que construye o analiza, muestra, discute o propone, y pueden ser compartidos para lograr un valor significativo al aprendizaje.

Los *micro mundos*, son el resultado de las entidades públicas que utilizan objetos para pensar. Los aprendices para aprender algo necesitan una experiencia directa para poder conceptualizar y construir el conocimiento; estos micro mundos los podemos considerar como un ambiente de aprendizaje (Badilla y Chacón. 2004).

Para Papert el computador es un aliado o amigo con el cual se puede establecer diferentes interacciones. De ahí la importancia de orientar en las posibilidades de su uso, más que la mera imposición de su uso que como resultado puede generar resistencias hacia la máquina (Obaya, 2003).

El rol del educador en este proceso de aprendizaje, es importante dentro del enfoque construccionista, asignándole responsabilidades concretas como la planeación de la actividad y el suministro de los recursos necesarios para que esta se pueda llevar a cabo. Si bien esta postura considera fundamental el uso del computador como herramienta en la construcción del conocimiento, éste no es resultado exclusivo de la interacción hombre-máquina, sino también de las actividades que promuevan la experimentación y el descubrimiento por parte del alumno, donde el papel del educador es fomentar este tipo de actividades. Parte de la responsabilidad del

educador es cuidar que las herramientas tecnológicas realmente faciliten la exploración y socialización con fines de desarrollo personal y de conocimiento (Obaya, 2003).

Es indispensable entonces que previamente antes iniciar un proceso de enseñanza-aprendizaje se definan los objetivos a alcanzar y el material a mostrar. Este debe ser presentado de una manera lógica, para conseguir los objetivos propuestos. Es así como se aprovecha un uso de las tecnologías que aparte de motivar, facilite la creación de nuevas situaciones de aprendizaje con criterios de calidad.

Algunos ejercicios que el educador puede llevar a cabo con sus estudiantes bajo el modelo de enseñanza asistida por computador, son presentados por Obaya (2003). Para el autor, se pueden realizar ejercicios rutinarios, tutoriales y juegos.

Los *ejercicios rutinarios* además de ser de los más utilizados, son aquellos donde la máquina presenta una serie de problemas, los cuales son evaluados según aciertos y errores; aquí la máquina es algo divertido ya que no es necesario el uso de papel y lápiz, ni se necesita al profesor para confirmar las respuestas. Esto fomenta el aprendizaje individual y se aprende según el ritmo de cada estudiante.

Los *ejercicios tutoriales,* son de uso muy común y actualmente se pueden presentar como un paso a paso en un archivo digital o video; a través de ellos el estudiante adquiere conocimientos ya sea de forma individual (propia de un curso virtual) o para reforzar algún tema visto en clase.

Los *juegos* por su parte son de carácter educativo. Se pueden distinguir entre *juegos de contenido*, diseñados para el aprendizaje de algún tema en particular y *los juegos de procedimientos*, desarrollados para generar estrategias cognitivas de un carácter general.

De lo planteado por Obaya (2015) se destaca el aporte para esta investigación el uso de los ejercicios rutinarios, los cuales se relacionan con la teorías de Papert en la cuales planea que se aprende del ensayo-error, en este caso utilizando la tecnología como aliada tanto del educador como del estudiante. El estudiante al repetir reiterativamente un ejercicio y siendo consiente que ha cometido errores puede encontrar una solución apropiada, es conveniente recordar que no solo al encontrar la solución a un problema o una situación se logra un aprendizaje, es por esto que el reto para los educadores es que este aprendizaje se convierta en significativo para el estudiante y a futuro sean el enlace para apropiar nuevos conocimientos.

Referente Disciplinar. Cuando se aborda la asignatura de Lógica de Programación, es inevitable hacer mención de conceptos propios de la disciplina y que provienen de la matemática básica y la algoritmia. A continuación además de presentar algunas de las definiciones más importantes sobre estos conceptos básicos, se consideran algunas de las aproximaciones que hasta el momento se ofrecen sobre pensamiento computacional y su relación con otras formas de pensamiento.

Lógica. Según Martínez Vidal citado en Alessio (2008), "la lógica y la filosofía han estado unidas desde sus orígenes. La lógica, entendida como la ciencia que estudia la naturaleza del argumentar de cara a la formulación de criterios para la evaluación de argumentos…" (p.19). Se agrega que también existe un enfoque a los conceptos matemáticos, donde "…la lógica es una aplicación de una forma nueva y peculiar de matemática a la expresión de las operaciones de la mente en el razonamiento…" (p. 46).

Para Sáenz, Arrieta y Pardo (2000) en Iriarte y Espeleta (2010), "la lógica es la ciencia que establece las reglas mediante las cuales se elaboran los pensamientos que permiten llegar a la verdad o plantear la solución a un problema. Se puede definir la lógica como "la ciencia y el arte

del buen pensar"" (p. 3). Este concepto se relacionaría en primera instancia con la matemática, según lo propuesto por Russell (1985), cuando afirma que la lógica y la matemática están tan ligadas que "la lógica es la juventud de la matemática y la matemática la madurez de la lógica" (p, 4)

Godino (2003) por su parte, sintetiza la lógica matemática como "la capacidad del ser humano para establecer relaciones entre los objetos o situaciones a partir de la actividad que ejerce sobre los mismos y, muy especialmente, en su capacidad para abstraer y tomar en consideración dichas relaciones en detrimento de otras igualmente presentes" (p. 30).

De los anteriores conceptos, se puede concluir que la lógica desde la concepción filosófica invita a realizar cuestionamientos dependiendo de las situaciones y a evaluar la posible solución de estos. Desde la concepción matemática se enfoca a la solución de problemas estableciendo relaciones entre los objetos utilizando comúnmente símbolos.

Serna y Flores (2013) refieren la importancia de la formación en la lógica y el razonamiento lógico en los estudiantes, desde los primeros niveles de una carrera universitaria. Este proceso se debe iniciar desde la escuela, comenzando con la utilización de relaciones lógicas sencillas que permitan relacionar la lógica con las actividades cotidianas, incrementado la exigencia y la complejidad de los problemas según el nivel de estudios.

El sentido numérico. En un intento por definir este concepto, Tobías Dantzing (1954), menciona: "el ser humano, aun en sus estados primarios de desarrollo, posee una facultad la cual, por no encontrar un nombre mejor, llamaré "sentido numérico". Esta facultad le permite reconocer que algo ha cambiado en una colección pequeña cuando, sin su conocimiento directo, un objeto ha sido eliminado o agregado a la colección" (p. 1).

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

De acuerdo con esta teoría, Dehane (1997), argumenta en su libro "*The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*", que todos los animales poseen un módulo mental, llamado "acumulador", que puede mantener un registro de las diferentes cantidades. El acumulador puede distinguir series de dos, tres, o cuatro sonidos o para calcular adiciones aproximadas de dos cantidades. El mecanismo acumulador funciona en un conjunto de objetos, los cuales pueden ser percibidos tan fácilmente como su color, forma o posición. El sentido numérico proporciona tanto en animales y seres humanos por igual, una intuición directa de lo que significan los números.

Se considera entonces que aunque la matemática se caracteriza por su precisión, la construcción del conocimiento matemático es inseparable de la intuición, las aproximaciones inductivas, de las actividades diarias, los problemas particulares, de la experiencia y las vivencias del mundo real (Godino, Batanero y Font, 2003).

Berch (2005), discute las posturas sobre el sentido numérico, entre las cuales se encuentran las que lo ubican como parte de la genética y las que proponen que se adquiere a través de la experiencia. Plantea una lista de 30 rasgos del sentido numérico, según estudios de cognición como de educación matemática, entre los cuales se resaltan los siguientes:

a) Habilidades elementales o intuiciones acerca de los números y la aritmética.
b) Capacidad para aproximar o su estimación.
c) Capacidad para desarrollar estrategias útiles para resolver problemas complejos.
d) Capacidad para utilizar las relaciones entre las operaciones aritméticas y de entender el sistema de numeración en base 10.
e) Capacidad para utilizar los números y métodos cuantitativos para comunicarse.
f) Procesar e interpretar la información.

g) Un deseo de dar sentido a situaciones numéricas, mediante la búsqueda de vínculos entre nueva información y el conocimiento previamente adquirido.

h) La posesión de los conocimientos de los efectos de las operaciones con números.

i) Comprender múltiples relaciones entre números.

j) Reconocer los números de referencia y patrones de números.

k) Entender los números como referentes para medir las cosas en el mundo real mundo.

l) Desenvolverse sin problemas entre el mundo real de las cantidades y la matemática y el mundo de los números y las expresiones numéricas.

m) Generar una expectativa de que los números son útiles y que las matemáticas tiene una cierta regularidad.

n) Un proceso que se desarrolla y madura con experiencia y conocimiento.

Desde el punto de vista de los autores referidos, el sentido numérico en primera instancia es algo natural, biológico, transmitido por la evolución; es el primer contacto al cálculo mental y al procesamiento de información numérica.

Las matemáticas según Courant y Robbins (1995), son "una expresión de la mente humana, refleja la voluntad activa, la razón contemplativa y el deseo de la perfección estética. Sus elementos básicos son: la lógica e intuición, análisis y construcción, generalidad y particularidad" (p. 16).

Ya en el contexto de enseñanza de las matemáticas, el National Council of Teachers of Mathematics (1989), plantea cinco normas de proceso:

Solución de problemas. Este no es un objetivo de las matemáticas sino un medio para motivar al estudiante a indagar, formular y resolver un caso en particular. Los invita a reflexionar durante este proceso y crear estrategias que pueden utilizar para otros problemas y en otros

contextos. Cuando los estudiantes resuelven problemas matemáticos adquieren un nuevo pensamiento, hábitos de constancia y desarrollan la curiosidad, aportando no solo al contexto matemático sino a otros fuera de él.

Razonamiento y pruebas. Estos dos procesos buscan desarrollar y expresar ideas sobre algún fenómeno en particular; genera el pensamiento analítico, la observación de patrones, estructuras o irregularidades tanto en el mundo real como en procesos matemáticos, explicándolos, comprendiendo que la matemática tiene sentido.

Comunicación. Es la forma de compartir ideas convirtiéndolas en objetos de reflexión, discusión y revisión; cuando los estudiantes comunican sus ideas, aprenden a ser claros, convincentes y a utilizar de forma adecuada el lenguaje matemático. Al escuchar las explicaciones de los demás, los estudiantes desarrollan su propio entendimiento agudizando su pensamiento y realizando conexiones.

Conexiones. Las matemáticas no son elementos separados de leyes o normas, son un sistema integrado. Cuando el estudiante ve esta integración coherente, ve las conexiones matemáticas entre sus intereses y el mundo que lo rodea, dando una utilidad real a las matemáticas.

Representaciones. Las ideas matemáticas se pueden representar con imágenes, materiales, mesas, gráficos, números, letras símbolos, etc. Las representaciones matemáticas son fundamentales para dar uso a esas ideas. Muchas de estas representaciones son los resultados de muchos años de perfeccionamiento. Cuando los estudiantes expresan sus ideas en representaciones matemáticas, adquieren las herramientas necesarias para interpretar y modelar los fenómenos físicos, sociales y matemáticos.

Hasta este punto es más que visible que las matemáticas inciden en la percepción del mundo; ya que permiten analizar diferentes contextos para resolver un problema, motivan en el análisis de posibles soluciones y su comunicación; facilitan la argumentación válida y permiten escuchar los argumentos o ideas de los demás, desarrollando capacidades de pensamiento.

Algoritmo. Un algoritmo es una serie de reglas necesarias para efectuar un cálculo, ya sea manual o mediante el uso de una máquina (Brassard y Bratley, 1997). Este fundamento de la lógica de programación, solo se consigue cuando se incluyen métodos sistemáticos (manuales y mentales), aprendidos desde la escuela; ejemplo de este tipo de métodos son los procesos para resolver operaciones matemáticas básicas. Para López (2008), un algoritmo son instrucciones detalladas y precisas de un procedimiento que asegura una solución correcta a un interrogante en particular; estas instrucciones son finitas y con un orden lógico.

La algoritmia se define como el estudio de los algoritmos, o ciencia que permite evaluar los factores que pueden afectar la solución de un algoritmo, y escoger el que mejor se acomode a una situación o el que sea más eficiente (Brassard & Bratley, 1997). La algoritmia entonces, es pertinente cuando se quiere resolver un problema, ya que pueden existir muchas formas de solucionarlo.

Pensamiento algorítmico. Cuando se habla de algoritmos también se hace mención a este tipo de pensamiento. En reporte del Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos (1999), titulado *Being Fluent with Information Technology*, se define como una serie de operaciones que incluyen "la descomposición funcional, la repetición (iteración y / o recursividad), organizaciones de datos básicos (registro, matriz, lista), la generalización y la parametrización, el algoritmo de comparación de programas, diseño de arriba hacia abajo, y el refinamiento" (p 31).

El reporte también aclara que el pensamiento algorítmico no siempre necesita de unos conocimientos avanzados en matemáticas. Este pensamiento es clave para entender cómo funciona la tecnología, para dar solución a posibles problemas tecnológicos y aplicarlos en un entorno personal (National Research Council, 1999).

Para la European Schoolnet (2014), el pensamiento algorítmico "es la habilidad para proponer una solución de un problema paso a paso (un algoritmo), consiste en un set limitado, claro y definido de pasos simples (definidos, sin ambigüedades) (p 11).

Una de las aproximaciones a este tipo de pensamiento y que se considera en esta investigación, es la proporcionada por Futschek (2006). Para el autor, el pensamiento algorítmico también puede ser entendido como un conjunto de habilidades que permiten la comprensión de los algoritmos. Algunas de estas habilidades son la capacidad para analizar problemas dados, especificar problemas con precisión, creatividad para crear nuevos algoritmos y/o hacerlos más eficientes.

Futscherk (2006) también propone que para enseñar el pensamiento algorítmico, se deben proponer numerosos problemas, que han de ser escogidos de manera que no sean ni tan simples o tan complejos que frustren al estudiante. Se debe empezar con los más básicos y cuidando no involucrar lenguaje de programación, ya que este lenguaje puede ser complejo para los principiantes.

Por otra parte, Zsakó y Szlávi (2012) exponen que el pensamiento algorítmico no trata siempre de una implementación computacional. Los autores citan como ejemplo el algoritmo de Euclides para el máximo común divisor, el cual fue propuesto A.C. y en el cual el agente procesador era el mismo hombre. Así, los algoritmos surgen en la cotidianidad, donde su

planteamiento e implementación se dan de manera natural ante la necesidad de dar respuesta a un problema cotidiano.

Los mismos autores proponen siete competencias para el desarrollo del pensamiento algorítmico:

a. *Reconocimiento y entendimiento del algoritmo.* Es el nivel elemental en el cual se identifica el algoritmo y qué problema se puede resolver con él. También incorpora la capacidad de asociar este algoritmo con uno conocido (existente), o entender uno que no se haya solucionado antes.
b. *Ejecución de algoritmos.* Es la capacidad de implementar un algoritmo no solo entendiendo el proceso, sino verificando cada instrucción asociada a este; poder llegar a percibir fallas y solucionarlas para una óptima ejecución.
c. *Análisis de algoritmos.* Para este análisis se debe tener presente las reglas de construcción de los algoritmos, como lo son: el orden de las instrucciones, elegir un paso básico y ejecutarlo, así como que los pasos básicos se deben ejecutar repetidamente. También el análisis incluye el entendimiento del algoritmo, la capacidad para descomponer el problema en partes o sub tareas más pequeñas.
d. *Construcción de algoritmos.* Se combina la creatividad y la capacidad para solucionar un problema, la descomposición del algoritmo en partes, la capacidad de relacionarlo con alguno existente y adaptarlo. No siempre entender e implementar algoritmos conlleva a la creación de uno nuevo.
e. *Descripción de algoritmos.* La descripción del algoritmo debe ser bien detallada, de tal forma que la pueda ejecutar una máquina. Es aquí donde ya se evidencia el uso de algún lenguaje de programación. Esto recuerda que así cómo es posible la comunicación entre

los seres humanos mediante el lenguaje (ya sea escrito o verbal), también existe una serie de lenguajes que permiten la comunicación entre el humano y la máquina. Esta comunicación se realiza a través de instrucciones llamadas *código*. Se debe ser capaz de realizar las pruebas para tener el control de posibles errores y así llegar a la corrección de estos.

f. *Modificación y cambio de algoritmos.* No es una tarea fácil modificar o cambiar un algoritmo ya que se debe entender cómo se realizó. Es como entrar en el pensamiento de otra persona e identificar su lógica de programación; a veces resulta más complejo que escribir uno nuevo; sin embargo, se debe poder tener un buen análisis y así determinar cuándo un algoritmo debe ser modificado o cambiado.

g. *Diseño de algoritmos complejos.* Cuando se trabaja en desarrollo de software robusto, se debe realizar una planeación y trazar unos objetivos, ya que estos desarrollos requieren la vinculación de varias personas. Los objetivos deben estar bien planteados, y así cada persona involucrada pueda lograr el desarrollo del software según los mismos, y en consecuencia poder llegar a un desarrollo complejo que cumpla con las especificaciones requeridas.

Como forma de clasificar los procedimiento matemáticos aprendidos y que corresponden a algoritmos, Gallardo (2014) explica que la mayoría pertenecen a tres categorías: a) *algoritmos aritméticos*, como los requeridos para sumar, restar, multiplicar y dividir; b) *algoritmos de algebra y calculo*, los cuales incluyen operaciones lineales, fracciones algebraicas, evaluar formulas, etc.; c) *algoritmos de dibujo*, como los empleados para realizar gráficos que representan funciones, realizar construcciones de regla y compas, entre otros.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Para el desarrollo de esta investigación se tienen en cuenta los algoritmos de tipo aritmético, los cuales sustentan sus soluciones mediante la aplicación de operaciones básicas. Bajo esta categoría es indispensable el sentido que tienen los números como corazón y motor del avance tecnológico (Dehane, 1997).

Pensamiento computacional. El término Pensamiento Computacional es relativamente nuevo. Wing (2006), plantea que es un conjunto de habilidades universales, que son para todo el mundo y no solamente para los vinculados con las ciencias de la computación. Se basa en el poder de las computadoras combinado con el pensamiento humano, para solucionar problemas. Esta forma de pensamiento se debe aplicar tanto en la escritura y la aritmética para aumentar la capacidad de análisis de los niños, mediante el uso de conceptos fundamentales de informática.

Si se tiene en cuenta lo planteado por Wing (2006), estas habilidades del pensamiento computacional tienen sus raíces en la teoría construccionista plateada por Seymourt Papert en los años 80, la cual vincula el aprendizaje con la computación.

Blikstein (2013) menciona que si se dibujara una línea entre la teoría de Piaget -en la psicología del desarrollo- hacia las tendencias actuales de tecnología en la educación, esta línea siempre llegaría a Papert. Para Blikstein (2013), Papert ha estado presente en las tres revoluciones educativas: desarrollo infantil, inteligencia artificial y tecnologías computacionales para la educación.

Papert y Solomon (1972), exponen que los computadores se utilizan para muchas cosas como mover motores, medir altitudes y velocidades, torres de control; sin embargo, en las escuelas solo se limitan a realizar procesos matemáticos -como cuadrados de dos números-, o enseñar lo mismo “disfrazado” de otra manera. Todo esto sin generar realmente una interacción con los estudiantes que son los que los manipulan. Los autores proponen la enseñanza de la

programación sin importar la edad o el nivel educativo que se tenga; los conocimientos básicos en informática son suficientes para empezar este proceso educativo.

Papert (1980) en su libro *"Mindstorms",* propone que se debe establecer una comunicación natural con el computador, como cuando se aprende la lengua materna; así se debería enseñar un lenguaje de programación en los niños. Además si se incluyen las matemáticas en dicho lenguaje, se aprenderían como una lengua y sería algo natural.

Como ya se mencionó anteriormente, Papert fue el creador del construccionismo, el cual se valió especialmente del constructivismo. Mientras el constructivismo se fundamenta en la transmisión del conocimiento, para el construccionismo el conocimiento no se transmite, se construye por cada persona. Esto no necesariamente indica que se aprende solo, pues se necesita de la ayuda ya sea de otra persona o de un medio material (particularmente tecnológico).

Papert (1999), creó el lenguaje de programación "LOGO", en el cual los niños podían mediante instrucciones intuitivas y en un lenguaje familiar para ellos, crear figuras o pequeños mundos. Este lenguaje además permitió algo importante de la teoría del construccionismo: la autonomía del estudiante para experimentar, cometer errores y reflexionar sobre ellos. En este proceso se construye el conocimiento.

Se tiene entonces que las computadoras afectarían la forma de pensar y aprender, así como las formas de acceder al conocimiento. Los ordenadores pueden contribuir no solo como instrumento que realiza una tarea predetermina, sino como portador de ideas permitiendo nuevas relaciones con el conocimiento, desafiando las creencias actuales de quién puede entender y a qué edad. La frase "instrucción asistida por computador" podría significar que el computador enseñe al niño, pero para Papert esto significa adquirir un dominio sobre la tecnología más moderna como poderosa, y establecer un contacto con las ciencias matemáticas y del arte.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Además de comprender la relación entre el pensamiento computacional y los principios del modelo construccionista, es importante mencionar otras aproximaciones de lo que significa este tipo de pensamiento. Cuny, Snyder y Wing (2010) en Wing (2011), definen el pensamiento computacional como "los procesos de pensamiento involucrados en la formulación de problemas y que sus soluciones están representadas en una forma que puede ser efectivamente llevado a cabo por un agente de procesamiento de información" (p 1).

Se aclara a su vez que la anterior definición puede comprenderse de una manera informal, como el planteamiento mental de un problema y su solución, que puede llevarse a cabo por un ser humano o una máquina, o por la combinación de ambos (Wing, 2011, p. 1).

Wing (2011) expone que la esencia del pensamiento computacional es la abstracción, siendo esta la capacidad de tomar un elemento, descomponerlo en partes para lograr analizarlo y comprenderlo. Con la abstracción se definen los patrones que pueden intervenir en un algoritmo para hacerlo eficiente; la abstracción permite la escalabilidad para lograr superar la complejidad de un problema.

Además de la aproximación de Wing, se encuentra el aporte de Aho (2012), quien en su artículo *"Computation and Computational Thinking"*, argumenta que el pensamiento computacional "(…) es el proceso que permite formular problemas de forma que sus soluciones pueden ser representadas como secuencias de instrucciones y algoritmos" (p 1). Además explica que dependiendo de la complejidad del problema, no siempre se encontrará una solución y en este caso el pensamiento computacional se convierte en una actividad de investigación.

La Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación (ISTE) y la Asociación de Maestros de Ciencias de la Computación (CSTA), acompañados de líderes de la educación superior, la industria y la educación básica secundaria y media, se reunieron en el año 2011, para

plantear una definición operativa del pensamiento computacional, en la cual proponen que el pensamiento computacional es un proceso de solución de problemas que incluye unas características básicas pero no limitantes. Estas características son:

> Formular problemas de manera que permitan usar computadores y otras herramientas para solucionarlos, organizar datos de manera lógica y analizarlos, representar datos mediante abstracciones, como modelos y simulaciones, automatizar soluciones mediante pensamiento algorítmico, identificar y analizar e implementar posibles soluciones con el objeto de encontrar combinación de pasos y recursos más eficientes, generalizar y transferir ese proceso de solución de problemas a una gran diversidad de estos (ISTE y CSTA, 2011, p. 13).

En este mismo informe se aclara que estas habilidades se lograrán, si existe unas actitudes por parte de la persona como lo son: "confianza en el manejo de la complejidad, persistencia a trabajar con problemas difíciles, tolerancia a la ambigüedad, habilidad para lidiar con problemas no estructurados y habilidad para comunicarse con otros para alcanzar un meta o solución" (ISTE y CSTA, 2011, p.13).

En el Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, realizado en Argentina en el 2014, se sintetiza una definición de pensamiento computacional tomada del documento *El Pensamiento Computacional Ilustrado,* realizado por Benjamin Chuny y Tim Piotrowski (2010): "El Pensamiento Computacional, es un proceso de solución de problemas, que incluye entre otros analizar problemas, organizar y representar datos, automatizar soluciones, usar abstracciones y modelos, comunicar procesos y resultados, reconocer patrones, generalizar y transferir"(p 6).

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

El doctor Xabier Basogain[6], quien pertenece al grupo de Investigación Multimedia-EHU de la Universidad del País Vasco en España, define el pensamiento computacional como "el proceso por el cual podemos entender y describir los problemas que nos rodean y saber aplicar técnicas y paradigmas de la computación para resolver estos problemas" (Xabier Basogain, comunicación personal, diciembre, 2015). Además ratifica que Wing fue la primera en utilizar el término Pensamiento Computacional, pero su antecesor es Papert, quien ya estaba trabajando desde los años 80 con ordenadores y los niños.

Basogain (2015), también resalta la función docente y propone que "se debe dotar a nuestros alumnos a ser capaces de resolver problemas, y para resolver problemas hay que tener ideas, y para tener ideas hay que saber articularlas y expresarlas, y para eso es importante e imprescindible tener un lenguaje, y aquí es donde entra el lenguaje computacional" (Xabier Basogain, comunicación personal, diciembre, 2015).

Adicionalmente Basogain (2015), plantea la hipótesis de que cualquier persona puede desarrollar el pensamiento computacional:

> Todos lo podemos hacer, no hay niños más listos que otros para resolver problemas, todos son diferentes, algunos tienen más facilidades o más afinidades para unas cosas que otras, pero para resolver problemas todas las personas están capacitadas, se propone un ejemplo, todos los niños del mundo hablan su idioma materno porque el cerebro está preparado para este lenguaje natural; también las personas están preparadas para

[6]Doctor en Ciencias de la Computación, Ingeniero de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid (España). Hace más de 25 años se desempeña como profesor en la Universidad del País Vasco (institución pública). Pertenece al Grupo de investigación Multimedia-EHU de la Universidad del País Vasco; el grupo maneja diferentes líneas de investigación entre ellas la de Educación y Ciencia Cognitiva. Esta línea está orientada al conocimiento de los procesos de aprendizaje basados en los modelos psicológicos y los modelos computacionales de los lenguajes, siendo un grupo consolidado del Sistema Universitario Vasco. Este grupo ha publicado entre el año 2010 y 2016 más de 81 artículos, en los cuales el profesor Xabier Basogain ha tenido participación. Más de 20 artículos son producto de investigaciones de incorporación del pensamiento computacional. Se destaca también su participación en el desarrollo del MOOC Pensamiento Computacional para la escuela en MIRIADA X.

desarrollar un lenguaje computacional. Si se enseña a los niños a pensar y a trabajar de una manera diferente de cómo abordar un problema, se conseguirá este propósito; todos los niños tienen inquietudes qué resolver, prueban, resuelven dificultades; entonces es necesario facilitarles ese entorno donde se pueda experimentar y jugar. El ordenador seria el medio indicado para favorecer este pensamiento con un lenguaje de programación no importa el software utilizado (Xabier Basogain, comunicación personal, diciembre, 2015)).

Eben Christopher Upton (2012), inventor del Raspberry Pi[7], argumenta que en las escuelas enseñan a utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para objetivos varios, pero no para aprender a programar. Cada vez son menos las personas que estudian ciencias de la computación y enseñar a programar a los niños, es empezar un reclutamiento para las universidades y las industrias tecnológicas.

Upton (2012), propone que el pensamiento computacional y la informática deben ser enseñados "incluso a las personas que no van a los programas de ciencias de la computación o ingeniería" (p. 1). Agrega que "La Programación le enseña cómo interpretar los problemas, descomponerlos en problemas más pequeños, y resolverlos. Cualquier tipo de trabajo que implica la resolución de problemas se puede beneficiar de la computación (p.1).

Wing (2009) en su conferencia *"Computational Thinking and Thinking About Computing*", propone que para aprender el pensamiento computacional se deben enseñar los conceptos de una forma progresiva, desde las edades tempranas hasta la secundaria. Se debe realizar una analogía con las matemáticas, ya que estas están presentes en el aprendizaje desde antes que el niño entre a la escuela. En la escuela ya hay un currículo determinado para las

[7] Mini torre de un computador, un poco más grande que la palma de la mano.

matemáticas: se comienza por números, operaciones básicas, después algebra y termina con cálculo. El cerebro aprende todo el tiempo desde edades tempranas ¿Pero qué abstracciones puede aprender un niño de 5 años en comparación con uno de 18 años? ¿Qué conceptos enseñar y a qué edades? Este es uno de los principales retos del pensamiento computacional.

En esta misma conferencia, Wing (2009) aclara que aunque tenemos la computadora como herramienta y se quiera utilizar para la enseñanza del pensamiento computacional, no debemos forzar a los estudiantes a su uso, ya que no porque se utilice una computadora, se sabe de computación, o se entienden los conceptos de computación. Para ejemplificar mejor lo expresado, Wing (2009) presenta otro ejemplo muy aplicado al contexto de esta investigación: "no por saber utilizar una calculadora, sabemos cómo sumar o multiplicar" (p 20).

Para la autora, el pensamiento computacional se está convirtiendo en la alfabetización del siglo XXI. Todos deberían conocer sobre este pensamiento para saber qué problemas se pueden solucionar con la computación; como evaluar la intervención de la tecnología en la resolución de problemas; entender tanto la potencia como las limitaciones de la tecnología; adaptar las tecnologías actuales para darle un nuevo uso; darle un nuevo uso al cálculo y a las operaciones matemáticas y aplicar estrategias de descomposición de problemas para mejorar una solución.

En su visión de que todo el mundo puede beneficiarse del pensamiento computacional, Wing (2014) plantea que este tipo de pensamiento "será una habilidad fundamental, junto como la lectura, escritura y aritmética, utilizado por todo el mundo del siglo 21" (p. 1).

Es así como el pensamiento computacional ya ha influido en todas las disciplinas no solo en las científicas y de ingeniería; también en la administración, finanzas, ciencias sociales, arqueología, en las artes y el periodismo, entre otras. Para citar algunos ejemplos, el pensamiento computacional se utiliza en el análisis de correos electrónicos, para controlar el correo no

deseado; para prevenir fraudes de tarjetas de crédito; en el análisis de las redes sociales para observar comportamientos y preferencias, en fin…en todo lugar donde haya datos y gran volumen de información (Wing, 2014).

Al hacer una reflexión sobre las aproximaciones dadas por los diferentes autores sobre pensamiento computacional, se encuentra como constante la necesidad de solucionar problemas; sin importar el escenario donde se encuentre el individuo, siempre hay algo que requiere ser solucionado, mejorado o inventado. No es solo en problemas matemáticos donde la solución directa sea un algoritmo, sino soluciones a problemas del mundo real a los cuales se puede dar respuesta con el desarrollo de una aplicación (software). Es así como en el pensamiento computacional interviene el pensamiento lógico, sistémico y algorítmico (Wing, 2011)

El pensamiento computacional y su relación con otras formas de pensamiento. Los problemas de este siglo necesitan soluciones innovadoras, creativas y que generen un reto para los estudiantes. Para alcanzar soluciones a estos problemas, el estudiante debe contar con múltiples habilidades para analizar y comprender el problema. Esto significa tomar posturas a favor o en contra, lo que lo lleva a tomar una posición reflexiva sobre un tema en particular.

En el intento por identificar estas habilidades mínimas, se encuentra necesario considerar el complejo proceso de pensamiento como un todo. Es así como a partir de la revisión sobre los fundamentos del pensamiento computacional y tal como lo presenta el ISTE (2012), se encuentra que esta forma de pensamiento es sustentada por las habilidades propias de otros modos de razonamiento. Entre ellos está el algorítmico –ya referido en apartado anterior-, el pensamiento crítico y el matemático. La figura 1, busca ilustrar las habilidades propias de otros modos de pensamiento y que sustentan el pensamiento computacional.

Figura 1. Relación del pensamiento algorítmico, crítico y matemático con el pensamiento computacional. La sumatoria de las diferentes habilidades propias a cada forma de pensamiento hace posible el pensamiento computacional. (Fuente: elaboración propia)

El pensamiento computacional y el pensamiento crítico. En material de video titulado *"Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone",* desarrollado por la International Society for Technology in Education - ISTE, la Computer Science Teacher Association - CSTA y la National Science Foundation- NSF (2012), se plantea que las personas se deben adaptar a los cambios de este siglo, siendo capaces de solucionar problemas, imaginando soluciones, utilizando tecnología o desarrollándola. Se plantean destrezas para prepararse para el futuro, como lo son: la solución de problemas, la comunicación, la creatividad, la colaboración y la computación. Estas destrezas sumadas con las habilidades del pensamiento crítico y el poder de la computación se unen en un solo concepto el cual es el pensamiento computacional.

Sobre este mismo aspecto, la Unesco (2013) en su informe *"Hacia un aprendizaje universal"*, plantea que "el aprendizaje es un proceso que dura toda la vida" (p 22). Además se deben tener unas habilidades y conocimientos básicos para llevar una vida productiva, estos

conocimientos no solo implican el cálculo básico aritmético, sino habilidades sociales, cívicas, culturales y de pensamiento crítico.

Para Laiton (2007), el pensamiento crítico es que el que permite a los estudiantes asumir su aprendizaje desde una posición reflexiva; hace que ellos mismos afronten el reto de superar sus propias dificultades.

El pensamiento crítico fue planteado como pensamiento reflexivo por Deway en su libro *Democracia y Educación* (1975), aplicando conceptos como *juicio reflexivo*, después de experiencias de ensayo y error que aportan al pensamiento significativo, convirtiendo al pensamiento en una experiencia. Para el autor, el pensamiento es parte de la condición humana y "pertenece tanto al hombre de la calle como el científico" (p 155). Es el tipo de pensamiento que permite reflexionar sobre un tema, planteando diferentes soluciones en la cabeza y tomarlo con sus posibles consecuencias.

Dewey establece dos tipos de operaciones que fundamentan el pensamiento reflexivo: a) un estado de duda b) un acto de búsqueda, de investigación, para encontrar algún recurso que esclarezca la duda. El pensamiento reflexivo apunta siempre a ser crítico para una conclusión que se pueda enunciar y discutir. Para que esta conclusión sea satisfactoria se debe apoyar en ideas que estén sustentadas como producto de una búsqueda de información. En síntesis "el pensamiento crítico es el arte de analizar y evaluar el pensamiento con el fin de mejorarlo" (p. 4).

Piette (1998), después de analizar diferentes posturas sobre el pensamiento crítico, propone agrupar las habilidades de este tipo de pensamiento en tres grandes categorías: a) clarificar la información (hacer preguntas, juzgar, identificar y aclarar problemas), b) capacidad de emitir juicios sobre la fiabilidad de la información hallada y c) evaluar la información.

Por otro lado, Facione (2007) clasifica las habilidades esenciales del pensamiento crítico en seis categorías:

a) La interpretación, como la capacidad de comprender, entender y expresar el significado de situaciones, datos o procedimientos.

b) El análisis, que consiste en identificar relaciones de inferencia reales y supuestas de preguntas, que tienen el propósito de emitir un juicio y expresar la razones que llevaron a este.

c) La evaluación, que se define como la valoración de la credibilidad de los enunciados y otras representaciones.

d) La inferencia, que es la capacidad de identificar y asegurar los elementos necesarios para sacar conclusiones.

e) Explicación, como la capacidad de expresar los resultados de una manera coherente.

f) La auto-regulación, que es el proceso mediante el cual se cuestiona, reflexiona y analizan las evaluaciones de los juicios propios.

El pensamiento computacional y el pensamiento matemático. En revisión de diferentes estudios realizada por Breen (2010), se encuentra que muchos autores coinciden en mencionar como propios del pensamiento matemático, los siguientes aspectos: lograr conjeturas, razonar, demostrar y realizar abstracciones. También hace énfasis de nuevos estudios, en los cuales el pensamiento matemático incluye además habilidades de nivel inferior como lo son la memorización y la aplicación de algoritmos o procedimientos.

Además de lo referido por el autor, es importante considerar el papel de la habilidad de cálculo mental, propio de este tipo de pensamiento y su relación con el pensamiento computacional.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Muchas de las actividades diarias incluyen las matemáticas y el cálculo mental. Estas son necesarias para realizar cálculos exactos o evaluar un orden o una magnitud. El cálculo mental tiene unas connotaciones tradicionales en la atención y en la memoria, pero también según Bola (2002), en funciones sociales y educativas.

La función social se refiere a los métodos eficaces para utilizar las matemáticas en la vida diaria, sin depender de un medio o un instrumento. Aunque el uso de la calculadora es algo general en este tiempo, es necesario poder calcular sin ella, ya que se fortalece la solución de problemas de una forma intuitiva generando iniciativa en las técnicas para el desarrollo de una operación.

La función educativa en el aprendizaje de las matemáticas, es relevante para la compresión y el control de conceptos. Se presentan a continuación algunas habilidades que se desarrollan al utilizar el cálculo mental según Bola (2002):

- Permite crear y fortalecer la estructura aritmética de los números naturales (adición o multiplicación).
- Al realizar cálculos mentales se crean procedimientos naturales para resolver operaciones contribuyendo en habilidades del pensamiento.
- Ayuda a llevar un problema a un campo numérico donde las operaciones son familiares, teniendo un método y una posible solución para resolverlo.

Para Bola (2012), algunos de los objetivos de desarrollar el cálculo mental son:

- Automatización de cálculos sencillos, recuperándolos de la memoria realizando una reconstrucción instantánea o automatizada.
- Diversificación de las estrategias en cálculos complejos aplicando un razonamiento.

El cálculo mental es el acercamiento al primer cálculo utilizado en la vida cotidiana y este aprendizaje se debe continuar en la universidad.

Lo propuesto por los autores anteriormente citados, permite entender que el cálculo mental es importante para las actividades diarias, fortaleciendo así el razonamiento y buscando formas para resolver un problema numérico, ya sea exacto o simplemente para dar una aproximación. Según Puerto y Minnaard (2002), las calculadoras y las computadoras podrán resolver ecuaciones complejas y ahorrar mucho tiempo en ello, pero nunca serán capaces de remplazar a la mente humana. Una máquina nunca podrá entender un problema en particular, analizarlo y elegir las operaciones adecuadas, ni evaluar si la respuesta es acertada para el problema planteado.

Referente tecnológico. A continuación se presentan algunas de las definiciones sobre tecnologías de la información y la comunicación (TIC), así como su importancia en el ámbito educativo. En particular, se hará referencia al uso de los materiales educativos digitales (MED), como medios que promueven la participación, motivación, socialización y el trabajo autónomo a la hora de adquirir un conocimiento por parte de los estudiantes.

Tecnologías de la Información y la Comunicación. Para Cobo (2009) después de realizar una comparación sobre las definiciones disponibles de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), menciona que la que obtuvo la más alta puntuación y se considera la más acertada, es la redactada por Fernández (2005):

> Las TIC se definen colectivamente como innovaciones en microelectrónica, computación (hardware y software), telecomunicaciones y optoelectrónica - microprocesadores, semiconductores, fibra óptica-que permiten el procesamiento y acumulación de enormes cantidades de información, además de una rápida distribución de la información a través

> de redes de comunicación. La vinculación de estos dispositivos electrónicos, permitiendo que se comuniquen entre sí, crea sistemas de información en red basados en un protocolo en común. Esto va cambiando radicalmente el acceso a la información y la estructura de la comunicación, extendiendo el alcance de la red a casi todo el mundo [...] Herramientas que las personas usan para compartir, distribuir y reunir información, y comunicarse entre sí, o en grupos, por medio de las computadoras o las redes de computadoras interconectadas. Se trata de medios que utilizan tanto las telecomunicaciones como las tecnologías de la computación para transmitir información [...] Es esencial tener en cuenta los nuevos usos que se da a las viejas tecnologías. Por ejemplo, el mejoramiento o el reemplazo de la transmisión televisiva puede incorporar la interactividad" a lo que de otra manera sería un medio de una sola vía de comunicación. Como resultado, este medio tradicional puede tener características de una nueva TIC (citado en Cobo, 2009, p. 11).

El concepto anterior hace referencia a las implicaciones técnicas de las TIC como componentes físicos y lógicos, que transmiten información a través de las redes de computadores, como lo es actualmente Internet, mejorando los medios de comunicación y la posibilidad de compartir recursos en todo el mundo.

Teniendo en cuenta que esta investigación pretende integrar el componente tecnológico con la educación, se presenta la definición planteada por la UNESCO (2006):

> Las TIC son herramientas que están directamente vinculadas a la naturaleza del aprendizaje, por la simple razón de que el aprendizaje se basa, en buena medida, en el manejo de información. Escuchar, hablar, leer, escribir, evaluar, sintetizar y analizar, resolver problemas matemáticos y memorizar versos o las capitales de los países, son todos ejemplos de procesamiento de información “fuera” de la computadora. Las TIC

pueden también utilizarse en otros tipos de procesamiento de información, anteriormente marginados en la enseñanza tradicional, pero que se están convirtiendo en una parte cada vez más importante de la educación, como la planificación de proyectos o la búsqueda de nueva información fuera de los textos escolares; así como para asistir al proceso de escritura (dibujar, construir). El uso de las TIC también podría enriquecer la interacción entre alumnos y docentes en el contexto de otras actividades escolares (como el deporte, por ejemplo). Las dimensiones humanas de las TIC se manifiestan al brindar oportunidades de diálogo, interacción y sinergia entre un docente y un alumno o, en otras palabras, entre un Maestro y su Aprendiz, así como entre los propios aprendices –estén éstos en contacto o físicamente distantes" (p 32).

A partir de estas dos definiciones, se podría argumentar que las TIC son todos los recursos tanto de hardware como de software, que permiten la comunicación de dispositivos electrónicos para compartir información; facilitando el intercambio de ideas en todas partes del mundo, cambiando los entornos de aprendizaje y permitiendo que el conocimiento sea accesible para todos.

Con las tecnologías de la información y la comunicación, los entornos educativos se han transformado considerablemente, logrando que no solo las ciencias y las matemáticas se beneficien, sino también aportando a la construcción personal de los estudiantes, los cuales pasan de un rol pasivo a uno activo, en el cual se desarrolla autonomía en la realización de las diferentes tareas obteniendo confianza en sí mismos (Hernández, 2008).

Gracias a esta autonomía la educación virtual ha tomado relevancia en la mayoría de centros educativos logrando una democratización de la educación, haciéndola accesible a la mayoría de personas (Cruz y Rama, 2016); sin embargo estos espacios y el uso de la tecnología

para la enseñanza requiere siempre un reflexión sobre en el por qué y para qué se integran las TIC en los modelos de aprendizaje. Para Cabero (2007), estas tecnologías no son la salvación a la educación, son simplemente medios para mejorarla, logrando soluciones pedagógicas y no tecnológicas.

Cabero (2007) resalta los cambios educativos que se están presentando con el desarrollo constante de las TIC. Hace mención de que lo digital y virtual está remplazando lo análogo y presencial, generando una marginación a los que no apliquen o no utilicen la tecnología. En el aula de clase ahora se incorporan las TIC, pero no siempre se integran, porque no hay una planeación pedagógica para su uso. No porque un profesor utilice la última tecnología, se consideraría un buen profesor; las TIC solamente son el apoyo educativo y didáctico para acompañar la educación.

Cada ser humano tiene un modo distinto de aprender, su esfuerzo mental es distinto a la hora de recibir información, procesarla y generar un conocimiento sobre esta. Si se adaptan las TIC para fortalecer estos casos, se podrá reforzar el aprendizaje tomando los diferentes tipos de inteligencia, ahora llamadas inteligencias múltiples, logrando determinar ciertas características en los procesos de aprendizaje de cada persona (Cabero, 2007).

En función de las características de aprendizaje de cada sujeto se pueden determinar criterios para la incorporación de los medios tecnológicos en los procesos de aprendizaje. Cabero (2001) en Cabero (2010), propone trece criterios para este fin, de las cuales se presentan los que tienen mayor relevancia con esta investigación:

- La selección de los medios debe hacerse teniendo en cuenta los objetivos y contenidos que se desean alcanzar y transmitir.

- Las predisposiciones que el alumnado y el profesorado tengan hacia el medio, pueden condicionar los resultados que se obtengan, y en consecuencia debe de ser uno de los criterios a movilizar para su puesta en acción.
- Las diferencias cognitivas entre los estudiantes pueden condicionar los resultados a alcanzar y las formas de utilización.
- Los medios deben propiciar la intervención sobre ellos.
- No marginar socialmente a los estudiantes, por imponer tecnologías a las que no todos tienen posibilidad de acceder.
- Las calidades técnicas, facilidad y versatilidad del medio, deben ser también contempladas. Seleccionar medios de fácil utilización.
- En la medida de lo posible seleccionar medios que puedan relacionarse con otros (Cabero 2010, p. 11).

A partir de lo planteado por Cabero (2010), se hace evidente que el eje integrador entre la tecnología y el estudiante es el profesor, quien debe identificar las características de los estudiantes para diseñar el plan de incorporación de las TIC en los entornos de aprendizaje. Su labor es proporcionarlos materiales que faciliten la capacidad cognitiva individual.

Es importante entonces considerar que la incorporación de las TIC en el aula, demanda tener en cuenta las características del contexto en el cual se va a implementar esta tecnología, de manera que todos puedan acceder a los recursos sin ninguna marginación. Como ya se refirió, innovación no es lo mismo que utilizar tecnologías más modernas en entornos de aprendizaje; innovar es crear materiales que generen actitud, aprendizaje y conocimiento para el mayor número de personas.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Para lograr con este objetivo, el Ministerio de Educación Nacional (2013), refiere la necesidad de unas competencias TIC en los profesores. Entre ellas se cuenta la competencia tecnológica, la cual es definida como "la capacidad para seleccionar y utilizar de forma pertinente, responsable y eficiente una variedad de herramientas tecnológicas entendiendo los principios que las rigen, la forma de combinarlas y las licencias que las amparan" (MEN, 2013, p 31).

Estas competencias tecnológicas no pueden estar desligadas de las competencias pedagógicas, ya que:

> El propósito de la integración de TIC en la educación, ha sido mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como la gestión escolar. Algunas tecnologías como lenguajes de programación para niños, ambientes virtuales de aprendizaje, pizarras digitales, han sido diseñadas específicamente con fines educativos… [la competencia pedagógica entonces] es la capacidad para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, reconociendo alcances y limitaciones de la incorporación de estas tecnologías en la formación integral de los estudiantes y en su propio desarrollo profesional"(MEN, 2013, p. 32).

Como se puede entender de los apartados anteriores, las incorporaciones de las TIC tienen una intención pedagógica con el fin de que el estudiante adquiera conocimiento, siendo estas, mediadoras de un proceso que debe empezar con una planeación por parte del profesor que permita al estudiante adquirir los conocimientos pertinentes según el tema a desarrollar. Sobre este punto, Echeverría (2014) plantea que el termino TIC en el entorno educativo es ya obsoleto. Debido a su intención pedagógica, el autor propone que al término tecnologías de la información y comunicación se debe incluir la "C" de conocimiento "TICC".

Esta idea también fue tratada por Olive (2005) cuando propone que “las TIC han sido una condición necesaria para el desarrollo de la sociedad del conocimiento, pero este concepto se refiere a fenómenos mucho más amplios y complejos que únicamente los asociados a dichas tecnologías” (p 1).

Es evidente que Olive (2005), se refiere a que el conocimiento es el resultado de la buena utilización de la tecnología; sobre todo al intercambio de información y cómo procesamos esta información en los diferentes escenarios de aprendizaje.

Hoy día los estudiantes cuentan con entornos que permiten más fácilmente el contacto con las TIC, sin importar la edad y supliendo diferentes necesidades. En el ámbito educativo usualmente se encuentra un área dedicada al uso de las TIC y dentro de las temáticas enseñadas está: la utilización de software (procesador de texto, hojas de cálculo, presentaciones, etc.) para la realización de algún trabajo; también se enfoca en la búsqueda de información y su procesamiento usualmente a través de Internet.

Desafortunadamente, en la mayoría de los casos la enseñanza solo se centra en el uso de las herramientas tecnológicas, pero no descubrir cómo funcionan o cómo crearlas. En los últimos años se ha comenzado a hacer un cambio en la forma de ver las TIC, señalando al estudiante la importancia de ser un productor de tecnología y no simplemente un consumidor de la misma (López, 2003).

Adicionalmente, se debe tener en cuenta que la educación no puede ser ajena al avance tecnológico, porque las nuevas tecnologías traen oportunidades que permiten beneficiar y mejorar los métodos de aprendizaje. La incorporación de las TIC no es solo un desafío sino una necesidad, en un mundo donde la comunicación ha roto las barreras de distancia, creando nuevos ambientes de aprendizaje donde este aprendizaje es continuo e incesante (Moya, 2009).

Materiales Educativos Digitales. Dentro de los cambios en los que ha influido las TIC en el ámbito educativo, es la aparición de nuevos roles en los docentes y los estudiantes, así como nuevos materiales de enseñanza-aprendizaje (Almeida, Febles, Estrada y Bolaños, 2005, p.1). Estos materiales pueden ser físicos como virtuales; lo importante es el interés que despierten en los estudiantes y que tengan la información adecuada, planteando situaciones cercanas a la realidad. Así se lograría la motivación y comprensión de los contenidos que se quieren transmitir (Bautista, Raudel y Hiracheta, 2014).

Los materiales, objetos y recursos virtuales o digitales según su aplicación o uso, reciben diferentes nombres. Algunos de estos son los recursos educativos digitales, objetos virtuales de aprendizaje, recursos educativos digitales abiertos, materiales educativos digitales, materiales educativos computacionales, entre otros (Wiley, 2003).

Según Wiley (2003), Internet ha cambiado la forma de comunicarse, hacer negocios y sobre todo la forma de aprender. En consecuencia la forma de presentar los materiales educativos, su diseño y la manera de entregarlo a las personas debe tener un cambio para beneficiar el aprendizaje. El autor en un intento por definir qué son los objetos de aprendizaje, explica que “son, generalmente, las entidades digitales que se pueden entregar a través de Internet, lo que significa que cualquier número de personas puede tener acceso y utilizarlos simultáneamente” (p. 2).

La Descripción Bibliográfica Internacional Normalizada para Recursos Electrónicos (ISDB) (1997), define un recurso electrónico como cualquier tipo de archivo digital, utilizado por la computadora, y en particular designa el término de acceso remoto cuando este archivo no está en un medio físico ni en la computadora local, y el cual debe ser consultado o manipulado a través de la red empresarial, educativa o de Internet.

El Ministerio Nacional de Educación de Colombia (2012), en su reporte sobre recursos educativos digitales abiertos da la siguiente definición: “Un objeto virtual de aprendizaje es todo material estructurado de una forma significativa, asociado a un propósito educativo y que corresponda a un recurso de carácter digital que pueda ser distribuido y consultado a través de la Internet” (p 13).

Por su parte, Pianucci, Chiarani y Tapia (2010), definen los materiales educativos digitales como “recursos facilitadores del proceso de enseñanza-aprendizaje en soporte digital, siguiendo criterios pedagógicos y tecnológicos, que integran diversos medios incorporados en un diseño de instrucción” (p 1).

Red.es (2005), define los materiales educativos digitales como la agrupación de “(…) todos los elementos software con capacidad para ser utilizados con fines educativos” (p 1). A su vez clasifica estos materiales según las actividades que se desarrollen con el material, como por ejemplo, para la creación de contenidos, interactividad, aprendizaje colaborativo, entre otros. La tabla 1 presenta una clasificación de este tipo de recursos según su uso.

Tabla 1

Clasificación de los materiales educativos digitales según su uso.

Tipo de material	**Definición**
Contenidos digitales	Son todos los materiales educativos que pueden ofrecer un contenido de actividades en cualquier área o etapa. Son materiales estructurados que ofrecen una interactividad y pueden ser utilizados por alumnos o profesores
Herramientas de autor	Son todas las herramientas utilizadas por profesores o alumnos que permiten la creación de contenidos propios; pueden ser herramientas educativas o herramientas genéricas.

Herramientas de control de aula.	Entre estas están las herramientas colaborativas y que permiten la interacción entre alumno y profesor.
Plataformas educativas.	Permiten la gestión del aula y están conformadas por múltiples herramientas con las cuales interactúan los alumnos y los profesores.
Herramientas de comunicación	Es todo el software que permite comunicación por medio de Internet como el correo electrónico.
Herramientas de gestión escolar	Es todo el software para facilitar los procesos de gestión y administración en el aula.

Nota. Esta tabla es una adaptación aquí realizada según la propuesta de Red.es (2005)[8] para clasificar el uso de materiales educativos.

Según la clasificación anterior el *Contenido Digital* es el concepto que más se ajusta al material que se utilizó en esta investigación.

Respecto al diseño y desarrollo de este tipo de materiales, Cabero y Gisbert (2005) plantea siete principios que apuntan a la sencillez y en general a tener un balance en el uso de elementos, que faciliten el manejo del material y el aprendizaje. Una descripción de cada uno de los siete principios referidos por el autor, son presentados en la tabla 2.

Tabla 2.

Principios en el diseño y desarrollo de materiales educativos digitales según Cabero y Gisbert (2005).

Principio	**Descripción**
	El material debe tener solamente lo necesario para desarrollar la actividad educativa, se debe considerar un

[8] http://www.edubcn.cat/rcs_gene/2_ficha_evaluacion_material

Cuanto menos mas	entorno agradable, pero no saturado de información porque esto no quiere decir que se aprenda más.
Lo técnico supeditado a lo didáctico	El manejo de los recursos visuales debe ser moderado, sin generar distractores que no aporten nada al aprendizaje, utilizando recursos como sonido, videos, animaciones, texto, pero sin generar saturación.
Legibilidad con irritabilidad	Esto se refiere mucho a la parte gráfica, colores, tipo de fuente, tamaño del recurso, distribución. Es uno de los elementos más significativos porque es la percepción del usuario sobre el material.
Evitar el aburrimiento	Son los elementos que permiten al usuario desplazarse por el material, con instrucciones imaginativas y dinámicas.
Interactividad	Es una de las características fundamentales es la interacción con el material. Esta interacción debe permitir al estudiante realizar diferentes acciones dentro del material para lograr los objetivos de aprendizaje.
Hipertextualidad	Se deben proporcionar textos al lector, pero acompañado de recursos como sonido, imágenes, animaciones, video…
Flexibilidad	Es una característica que se relaciona con las dos anteriores, la cual debe permitir al estudiante organizar las actividades según necesidades y conocimientos.

Nota. Esta tabla es una adaptación propia de los principios en diseño y desarrollo planteados por Cabero y Gisbert (2005), del libro *La Formacion en Internet: guía para el diseño de materiales didácticos*.

Galvis (1992) explica que hay que tener en cuenta que todo material educativo digital debe fundamentarse en el proceso de enseñanza y el aprendizaje, más que en su disponibilidad o entornos gráficos llamativos. Se deben identificar las necesidades de la población objetivo, para así realizar las estrategias que permitan dar soluciones y escoger la brinde mejores resultados.

Dependiendo de las necesidades de educativas, Galvis (1992), propone 5 tipos de material para fortalecer el aprendizaje. Para el autor cuando se habla de materiales educativos digitales, se habla de Material Educativo Computarizado (MEC). En esta investigación se adopta el término material educativo digital (MED). Una presentación de las tipologías de materiales educativos según Galvis (1992), es presentada en la tabla 3.

Tabla 3.

Tipos de materiales educativos según Galvis (1992).

Tipo de material	**Descripción**
Tutorial	Cuando se necesita que el alumno afiance e incorpore el conocimiento impartido en la clase.
Simulador	Se utiliza para que se realice trabajo exploratorio a través del descubrimiento en un micro mundo con situaciones parecidas a la realidad.
Juego educativo	Cuando se trata de reforzar temas, conceptos o desarrollar destrezas que vayan ligados al juego mismo.
Sistema experto	Es cuando se necesita que el alumno adquiera conocimientos que sabe un experto; se deben crear situaciones vivenciales que desarrollen el criterio para resolver dichas situaciones.
Sistema tutor inteligente	Se caracteriza porque además de alcanzar los niveles de experticia, el material se adapta a estos conocimientos proponiendo nuevas situaciones.

Nota. Esta tabla es una adaptación propia que representa una clasificación de los materiales educativos según Galvis (1992), según información presentada en el libro *Ingeniería de Software Educativo*.

Para el desarrollo de esta investigación, se considera el concepto de juego educativo, el cual pretende reforzar temas y conceptos, desarrollando destrezas en los alumnos. Este término de juego digital o video juego es definido por Proactive (2011) como "cualquier juego que se juega usando un computador y una pantalla de vídeo" (p 7).

Estos juegos digitales presentan una serie de características generales según Proactive (2011) que son descritas en la tabla 4.

Tabla 4.

Características de un juego digital según Proactive (2011).

Característica	**Descripción**
Conflicto, reglas y metas	Se presenta una situación o conflicto, con una narración, estableciendo reglas para solucionar dichas situaciones, logrando terminar los retos propuestos.
Ciclos cortos de retroalimentación	Cada acción del usuario percibe las consecuencia de sus acciones, permitiendo informar sobre el progreso del juego
Inmersión y participación	El propósito es lograr diversión en los usuarios. Esto se logra con los retos y la dificultad que estos impliquen.
Desafío	Los juegos no deben ser fáciles, pero tampoco imposibles de completar, deben generar un reto para el jugador sin llegar a frustrarlo.
Adaptabilidad	Característica de los juegos digitales, en la cual el usuario en el juego puede variar dependiendo de las partidas y las acciones del usuario.
Alta probabilidad de regresar al juego	Si el juego presenta adaptabilidad, generando nuevos retos al usuario, regresará a jugar.

Sistemas de recompensa	Son los incentivos que recibe el jugador al interactuar con el juego. Esto se puede manifestar en puntajes según el tiempo, o elementos gráficos como estrellas o en habilidades que le permitan afrontar nuevos retos.
Competencia	Estimular la competencia sana entre jugadores, como quien alcanza más puntaje en menor tiempo. Quien tiene más estrellas es un elemento motivador para seguir jugando y superándose en el juego.
Colaboración	Existen juegos de colaboración que tienen la posibilidad de ser jugados simultáneamente por varias personas, pero también así los juegos sean mono jugador, también se crean comunidades para resolver los retos de los juegos donde todos colaboran.

Nota. Esta tabla es una adaptación propia y representa las características de un juego digital según Proactive (2011)[9].

La información anterior permite entender que el aprendizaje basado en juegos, consiste en el uso de juegos digitales para fomentar, fortalecer o integrar el aprendizaje con herramientas que promuevan el interés y la participación del estudiante, logrando una inmersión a medida que se desarrolla el juego, causando una satisfacción al lograr las metas o retos propuestos, manteniéndolos comprometidos en el proceso de aprendizaje.

Dentro de las estrategias que se deben llevar a cabo para el desarrollo del material educativo digital (MED), Galvis (1992) plantea un modelo en el cual se debe tener una adecuada planeación de los recursos personales, de tiempo y tecnológicos. La figura 2 ilustra el ciclo de planeación de este tipo de recursos según el autor.

[9] http://www.ub.edu/euelearning/proactive/documents/handbook_creative_gbl_es.pdf

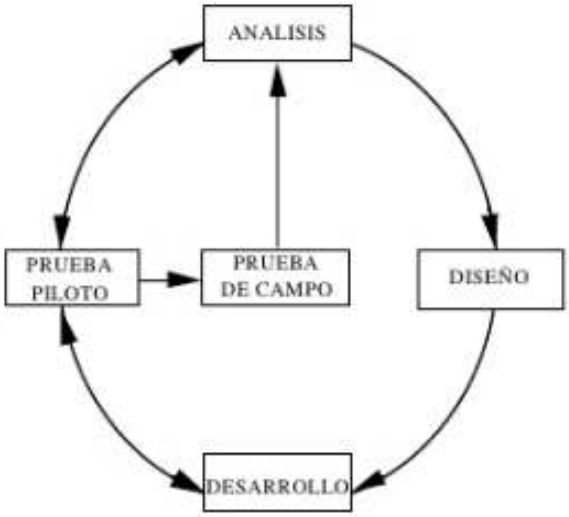


Figura 2. Fase de análisis en la metodología para selección o desarrollo de MECs según Galvis (1992).

Como parte del ciclo de desarrollo, en la etapa de análisis se definen los objetivos que se pretende alcanzar y el tipo de MED que puede lograr estos objetivos de aprendizaje. Se pasa al diseño del material, donde se plantean los componentes como gráficos, texto, sonido, entre otros. Cuando se cuenta con todos estos componentes, se pasa al diseño y de ahí pasar de lo conceptual al componente digital. Para este primer desarrollo se realizara una prueba piloto, con una población que posea las características y contexto al cual va dirigido el MED. Dependiendo de esta prueba, se realizaran ajustes que pueden devolverse hasta el análisis. Esto implicaría en algún momento que se considere desechar el material, porque no cumple con los objetivos de aprendizaje que se quieren lograr (Galvis, 1992, p. 69).

Una vez se identifican las situaciones problema del MED, Galvis (1992) propone una lista de interrogantes que han de ser respondidos frente al diseño y el aprendizaje como componentes específicos del material (Ver figuras 3 y 4).

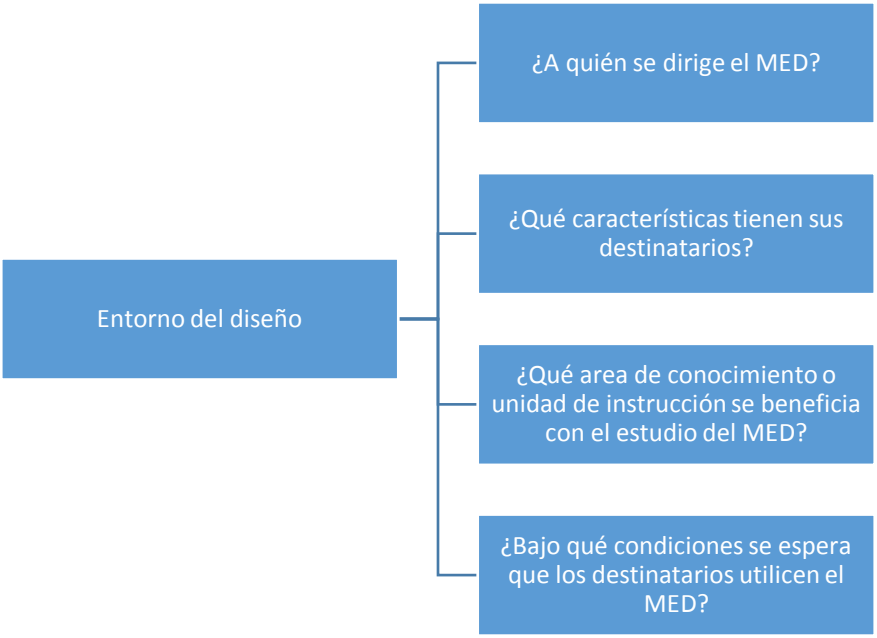


Figura 3. Preguntas en torno al diseño del material educativo MED.

Bajo los interrogantes de diseño, solo se proporcionan aquellos relacionados con el contexto general tanto de población, como de los temas a tratar en el MED. Bajo la tipología de entorno educativo, se deben proporcionar los alcances de aprendizaje que se van a desarrollar con la utilización del MED; se deben proponer actividades que permitan al estudiante evaluar lo aprendido con la utilización del material.

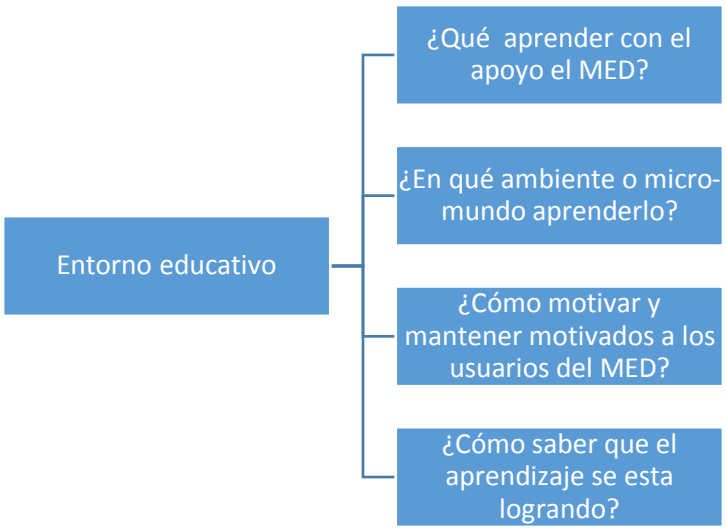


Figura 4. Interrogantes asociados al aprendizaje.

Material Educativo Digital "Evolución"

Para el desarrollo de esta investigación se diseñó el Material Educativo Digital EVOLUCIÓN, teniendo en cuenta los cuestionamientos de diseño y entorno educativo propuestos por Galvis (1992).

La descripción y el diseño del material se presentan a continuación:

Descripción del MED "Evolución"

El origen del nombre EVOLUCIÓN viene de la teoría de Ernst Haeckel (1876), sobre la evolución del hombre, donde se plantea que la evolución viene desde la célula. Tomando este concepto evolutivo, en el MED se plantean escenarios que ambientan la evolución en siete retos. Este concepto busca que el alumno asocie esta teoría con sus conocimientos a modo de analogía; a medida que avanza en el juego, evoluciona su pensamiento matemático, lógico y algorítmico, fundamentales para el desarrollo del pensamiento computacional.

La pantalla de inicio se toma de la teoría del meteoro que extinguió a los dinosaurios, dándole posibilidad a otras especies de sobrevivir y evolucionar.

Objetivos del MED "Evolución". El diseño del material educativo digital se orienta según los siguientes objetivos:

Objetivo general. Identificar patrones de resolución de algoritmos con el fin de ser aplicados en diferentes situaciones problema.

Objetivos especifico. Hacer uso de las operaciones básicas matemáticas en la resolución de algoritmos, según situaciones problema.

Resolver algoritmos logrando la abstracción de patrones para ser aplicados en diferentes contextos.

Objetivos de enseñanza. Promover la habilidad lógica y de abstracción de patrones de resolución de problemas algorítmicos y así favorecer el pensamiento computacional.

Favorecer el uso de las operaciones matemáticas básicas en la resolución de problemas algorítmicos.

Motivar la aplicación de patrones de resolución de problemas algorítmicos en diferentes contextos.

Meta del MED "Evolución". El estudiante es retado a encontrar la mejor solución a situaciones problema planteados, haciendo uso las operaciones básicas matemáticas, la lógica y la abstracción de patrones.

Diseño del material educativo digital

El diseño del MED empezó con la realización del storyboard (guion gráfico), desarrollado por el autor de esta investigación ver anexo 1. Este fue revisado por Adriana Araque -Magister en Educación- , docente del Centro de Tecnologías para la Academia (CTA), con más de 15 años de experiencia en temas de educación y materiales digitales. En esta revisión se realizaron ajustes de navegabilidad, ubicación de botones y contenidos.

La segunda revisión del storyboard se efectuó en un "Creatón", evento del CTA, en el cual se determinaron los alcances del proyecto a nivel de programación, así como el ajuste de contenidos.

La última revisión del storyboard la realizó la ingeniera de sistemas Aida Lorena Barreto Moreno, Coordinadora de Materiales Educativos Digitales y Proyectos de Educación Virtual del CTA. En la oportunidad se ajustaron los tiempos de ejecución de los retos, los puntajes y los datos capturados por el material.

Terminada esta fase de revisiones, se pasó a la etapa de desarrollo, en la cual intervinieron la diseñadora gráfica Viviana Guacheta y el programador Oscar Saraza, designados por el CTA para la producción del MED "Evolución". La figura 5 presenta la línea de tiempo de diseño del material educativo digital aquí desarrollado.

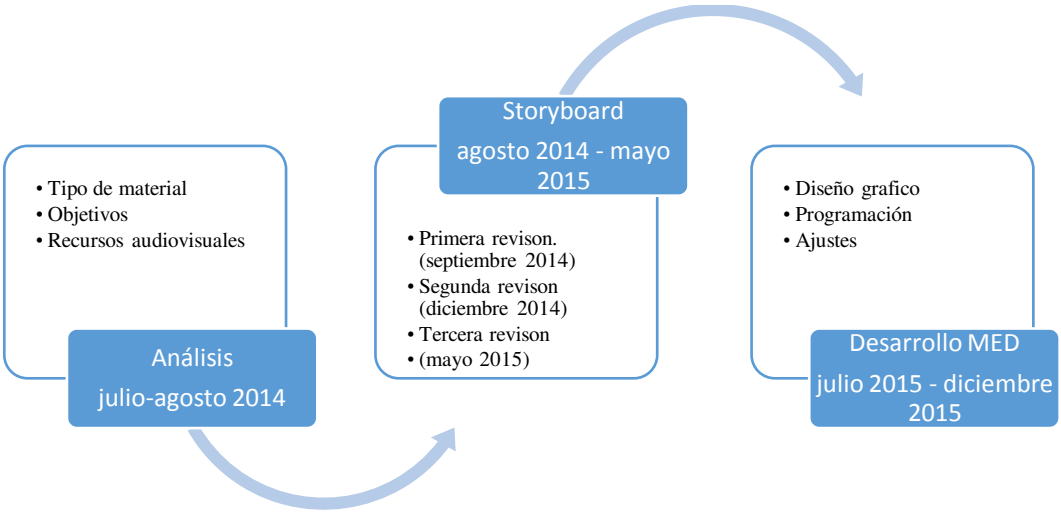


Figura 5. Línea de tiempo del diseño del MED "Evolución".

Estructura del MED

El MED "Evolución" fue diseñado para ofrecer una interfaz intuitiva para el usuario y con accesibilidad realmente sencilla. El MED está basado en lenguaje HTML5 y está disponible en la dirección web de dominio público http://med-evolucion.dgx.com.co/index, esto es, con acceso a través de Internet en computadores de escritorio y portátiles.

Así mismo se diseñó una página web de presentación del MED de dominio público http://formadorvirtual.com/, dirección principal de acceso al material. El diseño de esta página se hizo en lenguaje html5 y CSS6, con estructura horizontal para que pueda ser consultada desde dispositivos móviles o computadores personales (Ver figura 6).

Figura 6. Diseño de página web del MED "Evolución". De izquierda a derecha, se presentan la página de ingreso y la página de bienvenida, cuyo botón de acceso direcciona a la página de descripción del MED (abajo).

La *página de descripción* del MED "Evolución", presenta de forma general los autores del material, la población a quien se dirige, la temática y el número de versión (Ver figura 7).

Figura 7. Página descripción del MED Evolución.

La página objetivos del MED “Evolución” presentación de los objetivos del MED, metas del juego, contenido, evolución y uso del MED (Ver figura 8).

Figura 8. Página de objetivos del MED Evolución.

En la *página de contenido*, el usuario puede conocer los tipos de retos que debe cumplir. Esta presentación está organizada por temas según los retos: acertijos, concentración, lógica, matemáticas (Ver figura 9).

Figura 9. Página de contenido del MED Evolución.

La *página de uso*, plantea como su nombre lo indica, el uso del material, la población, los objetivos, y los temas a tratar. Además se hacen recomendaciones para que pueda ser aplicado en el contexto educativo. En esta página además se encuentra un video para explicar cómo crear la cuenta de inicio de sesión del usuario, cómo activarla desde el correo electrónico, cómo ingresar al material y motivar al usuario a ingresar al juego. Este video se realizó en la aplicación online POWTOON. Las figuras 10 y 11 ilustran el contenido de esta página.

Figura 10. Página de uso del MED Evolución.

Figura 11. Momentos del video de introducción al material. En la primera ilustración se muestra la invitación a acceder al juego; en la segunda, se muestra la serie de retos que esperan al usuario dando fin al video de introducción del material.

Interfaz del MED Evolución. En la página de entrada al MED el usuario encuentra el botón Play para ingresar al material (ver figura 12).

Figura 12. Página de entrada al material.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Una vez el usuario accede mediante botón Play, aparece la pantalla de inicio al juego. Al presionar nuevamente mediante botón Play, aparece una pantalla con la opción de registro (para usuario nuevo), o el botón “Play” para inicio de sesión, si el usuario ya está registrado. Si el usuario presiona “registrarse”, se le solicitarán los datos de nombre completo, nombre de usuario, edad, correo electrónico y clave. La figura 13 presenta ambas interfaces.

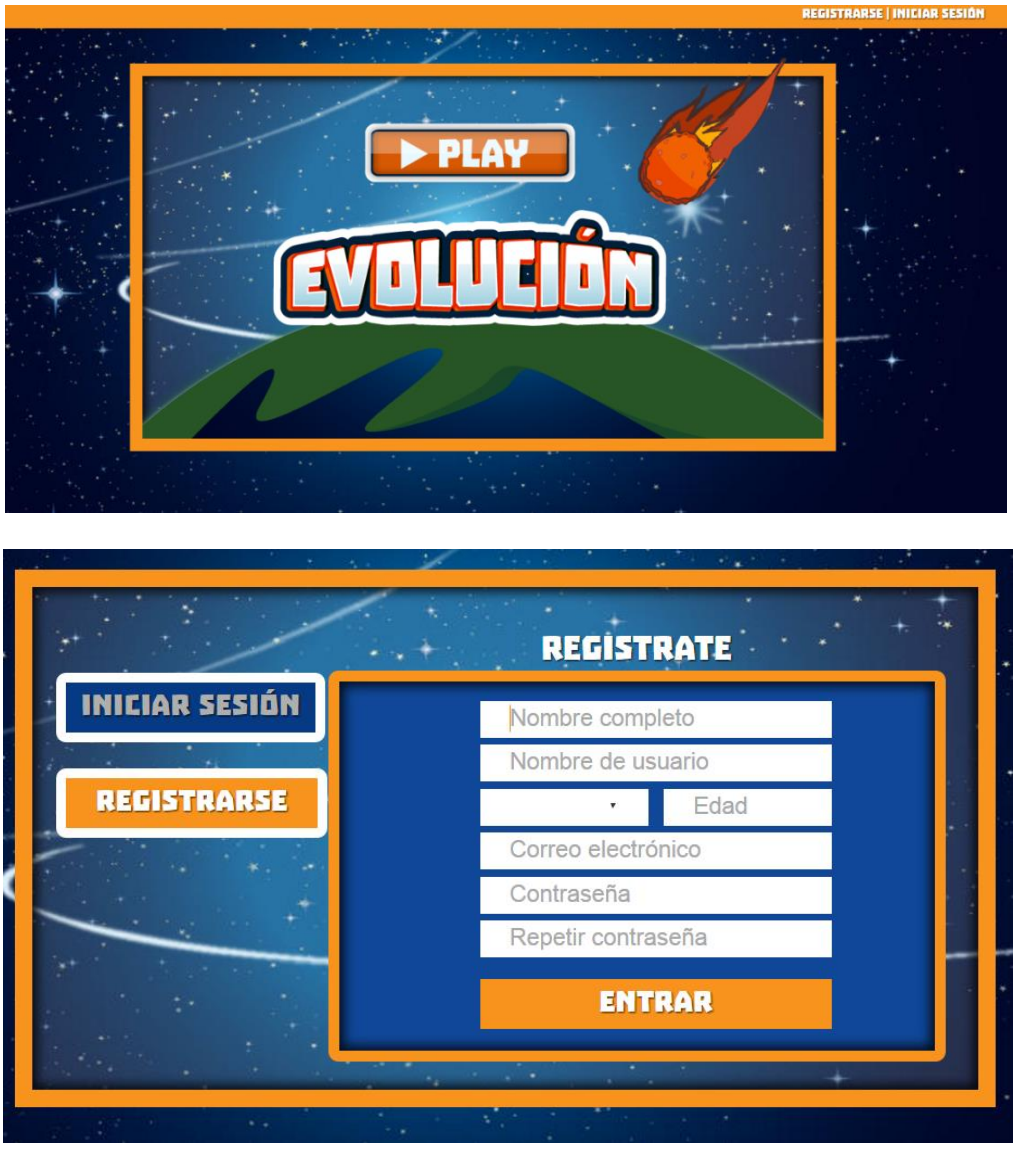


Figura 13. Diseño de Interfaz de Bienvenida al MED y de registro/inicio de sesión.

Una vez el usuario se registra, le llegara un mensaje al correo ingresado con el propósito de confirmar la cuenta. Cuando la cuenta es confirmada, se podrá ingresar con el usuario registrado y clave por él proporcionada al momento de registrarse (Ver figura 14).

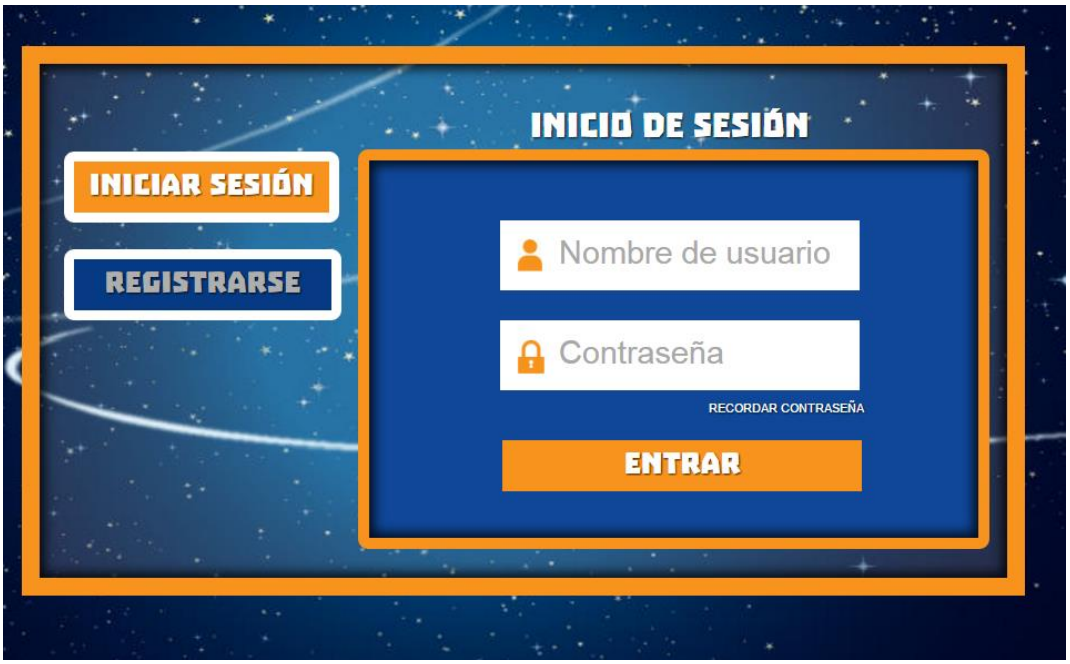
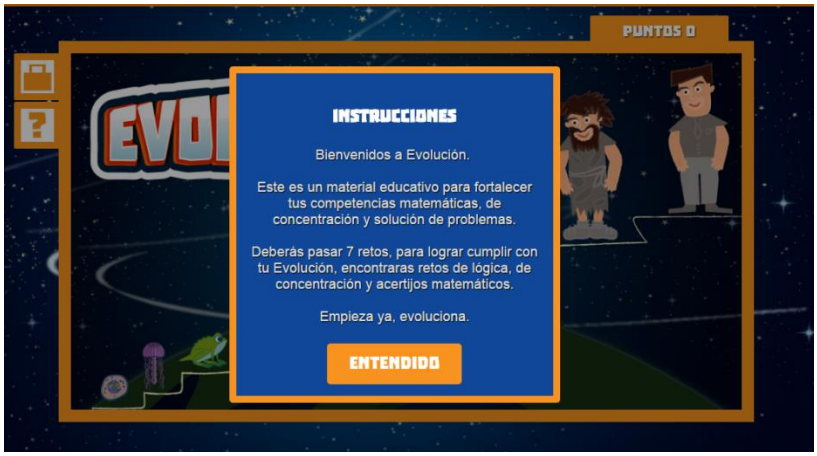


Figura 14. Pantalla de inicio de sesión.

Al ingresar aparece una ventana de bienvenida al usuario, explicándole el tema del juego y el número de retos que debe cumplir para evolucionar. Al presionar el botón “entendido”, aparecerá una ventana donde se muestra “la evolución” qué se podrá alcanzar al completar el juego, empezando en el nivel “célula” hasta llegar al nivel “hombre actual”. Esta ventana desaparecerá a los 5 segundos, dando inicio al juego. La figura 15 presenta los pantallazos de estas ventanas.



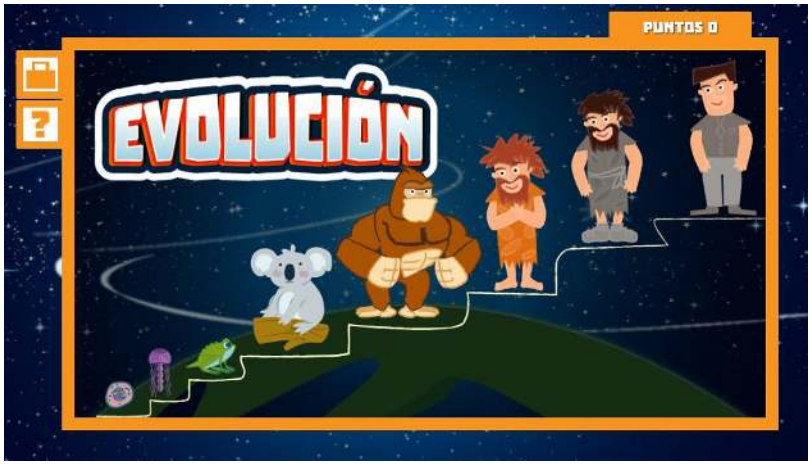


Figura 15. Interfaz de instrucciones e inicio del juego.

En pantalla de inicio del juego, se muestra la opción activada del primer reto de los siete. Los demás retos se encuentran “con candado”, lo cual significa que no están disponibles. Cuando un reto es superado, se activara el siguiente. La estrella debajo de cada reto se pondrá en amarillo cuando el reto sea superado (Ver figura 16).

Figura 16. Pantalla de inicio del juego.

Esta ventana es general para visualizar la entrada a cada reto, donde además se tiene la opción de ayuda. En este caso, como es la ventana de inicio de los retos, esta ayuda lleva a la pantalla vista en la figura 15. Allí también se encuentra el puntaje acumulado, dependiendo de los retos que se van resolviendo.

Esquema general del MED "Evolución". El MED diseñado pretende aportar en la habilidad de resolución de problemas algorítmicos, asociados al pensamiento computacional. Como ya se refirió en el referente disciplinar, el pensamiento computacional se vale de habilidades esenciales propias de otras formas de pensamiento, como lo son el pensamiento algorítmico, matemático y crítico. El esquema presentado en la figura 17, especifica el tipo de pensamiento ejercitado según reto y la habilidad requerida para superar cada reto.

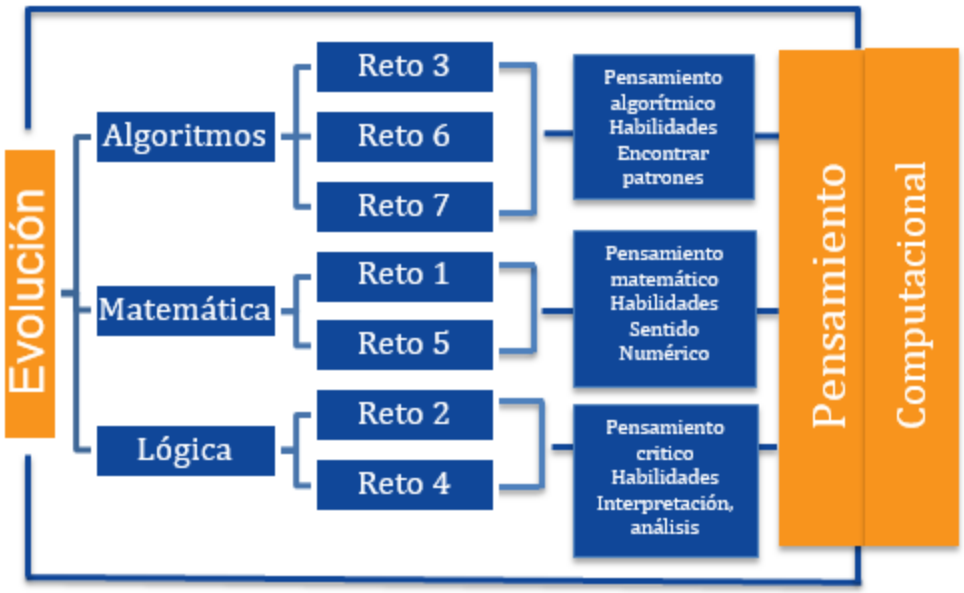


Figura 17. Esquema general del MED "Evolución".

Retos del MED "Evolución". Cuando se inicia cualquiera de los retos, la primera ventana presenta las instrucciones para poder completar el reto. Este reto comienza con la activación de audio (música), que puede ser desactivado por el usuario mediante el botón de sonido. Si el usuario necesita ver de nuevo las instrucciones, puede oprimir el botón de interrogación. Estos botones están al lado izquierdo de la ventana de cada uno de los retos.

El usuario podrá salir del reto si oprime el botón "X", situado en la parte superior derecha de la ventana de cada uno de los retos. Además el usuario cuenta con un tiempo medido en segundos, para completar cualquiera de los retos. Cuando el usuario oprima el botón entendido iniciara el primer reto.

El puntaje de los retos es el tiempo que sobra después de cumplir el reto planteado. El usuario puede ingresar de nuevo al reto después de cumplirlo para mejorar su puntaje (Ver figura 18).

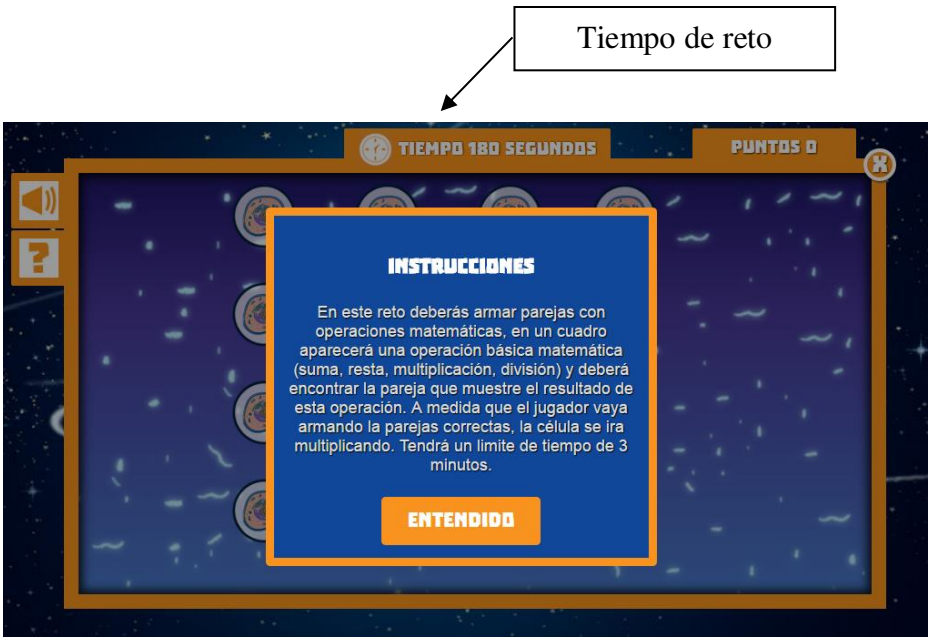


Figura 18. Interfaz de pantalla de reto.

Reto 1 - Nivel Célula. El primer reto consiste en correlacionar una operación matemática con su resultado. Este reto implica una habilidad de memoria y también el conocimiento de las operaciones matemáticas básicas (suma, resta, multiplicación, división). El usuario debe encontrar las parejas en el menor tiempo posible dentro de un límite de 180 segundos. Cuando el usuario termina el reto, aparece una ventana que le indica que ha evolucionado para poder pasar al reto dos (Ver figura 19).

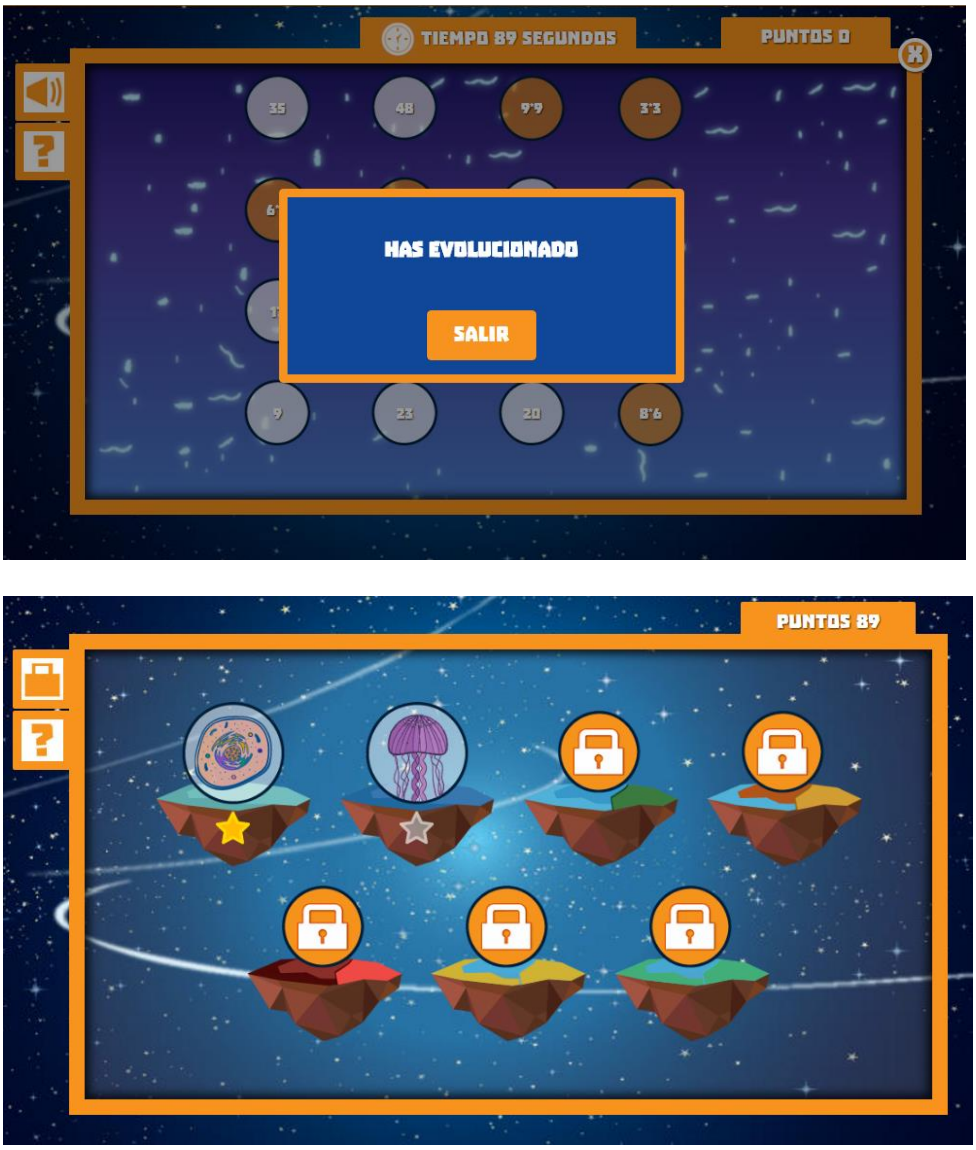


Figura 19. Ventanas del reto 1.

Reto 2 - Nivel pluricelular. El segundo reto fue planteado con el fin de mejorar la capacidad de interpretación, lógica y de control de datos para resolver un problema, mejorando así sus habilidades matemáticas. En este reto se debe resolver un acertijo matemático para continuar su evolución. Este reto tiene una propiedad aleatoria en su programación, la cual

intercambia el problema cada vez que se ingrese. Este reto tiene una duración de 120 segundos (Ver figura 20).

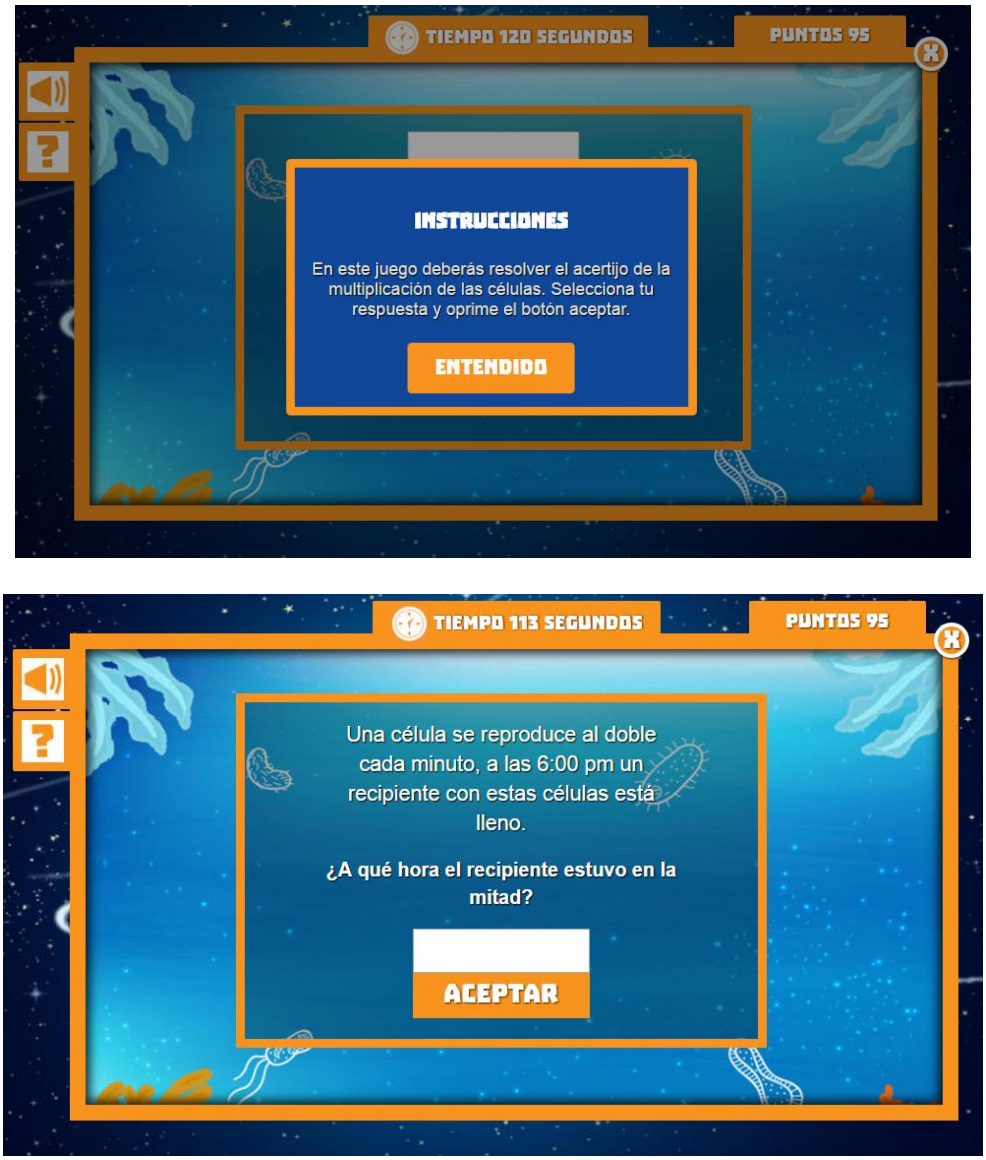


Figura 20. Ventanas del reto 2.

Reto 3 - Nivel Anfibio. El tercer reto fue planteado para que el estudiante desarrolle el pensamiento algorítmico, encontrando patrones que permitan dar solución a un problema. En este reto se propone encontrar un patrón de movimientos para que las ranas verdes pasen al otro lado donde están las moradas. Tiene una duración de 120 segundos y la opción de volver a empezar mientras se tenga tiempo (Ver figura 21).

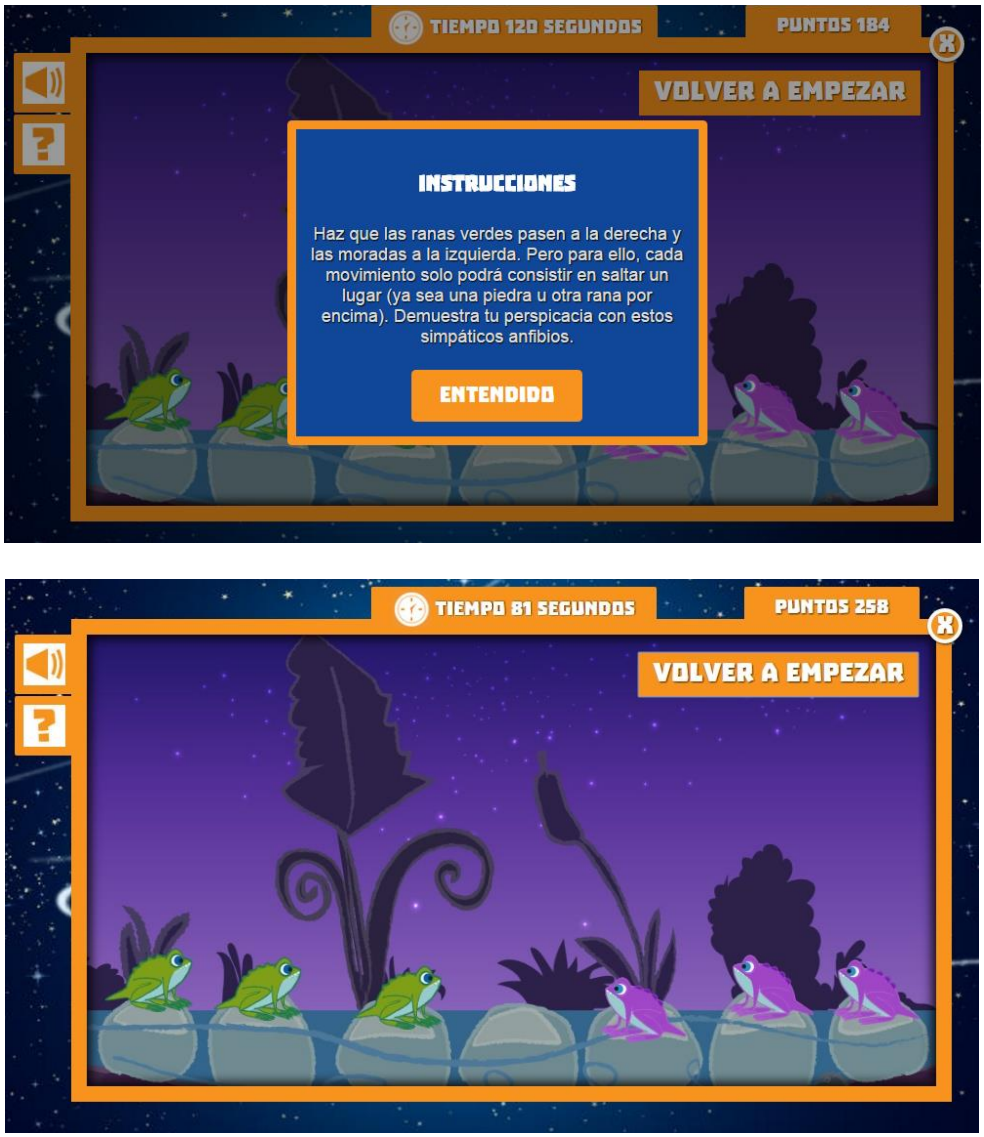


Figura 21. Ventanas del reto 3.

Reto 4 - Nivel Marsupial. El cuarto reto fue planteado con el fin de mejorar la capacidad de interpretación y de control de datos para resolver un problema, mejorando así sus habilidades matemáticas, sentido numérico e interpretación de lectura. En este reto se debe resolver un acertijo matemático, que puede involucrar operaciones matemáticas o simplemente interpretar bien la pregunta para continuar su evolución. Este reto tiene una propiedad aleatoria en su programación, la cual intercambia el problema cada dé vez que se ingrese. Este reto tiene una duración de 120 segundos (Ver figura 22).

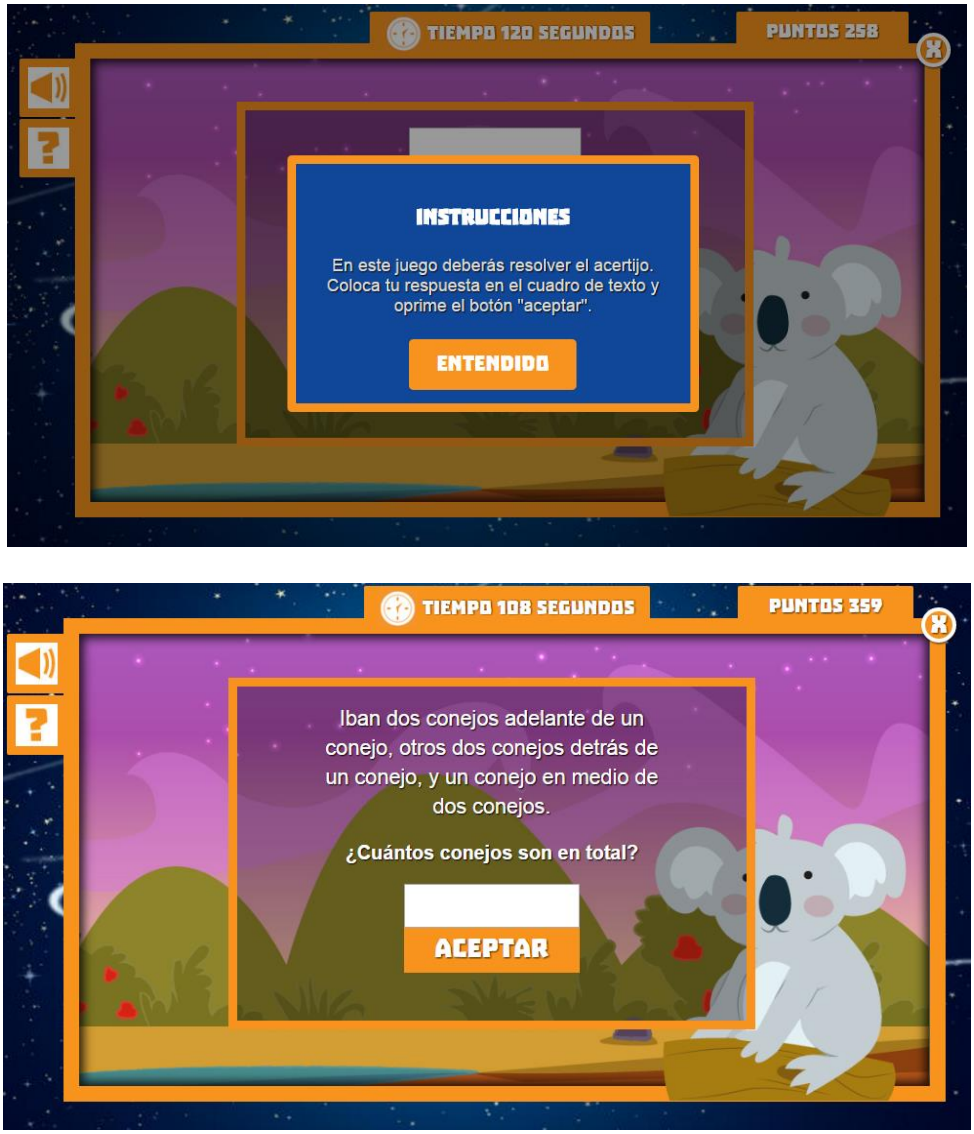


Figura 22. Ventanas del reto 4.

Reto 5 - Nivel Orangután. El quinto reto fue planteado con el fin de aumentar capacidad para el manejo de operaciones básicas y la concentración del estudiante, entrenando la memoria visual, la memoria a corto plazo y relacionar conceptos matemáticos adquiridos con anterioridad. Se aumenta la complejidad de las operaciones mentales. En este reto se debe seleccionar el resultado de una operación matemática para que esta vaya cayendo, siendo recogida por el orangután. Tiene una duración de 180 segundos (Ver figura 23).

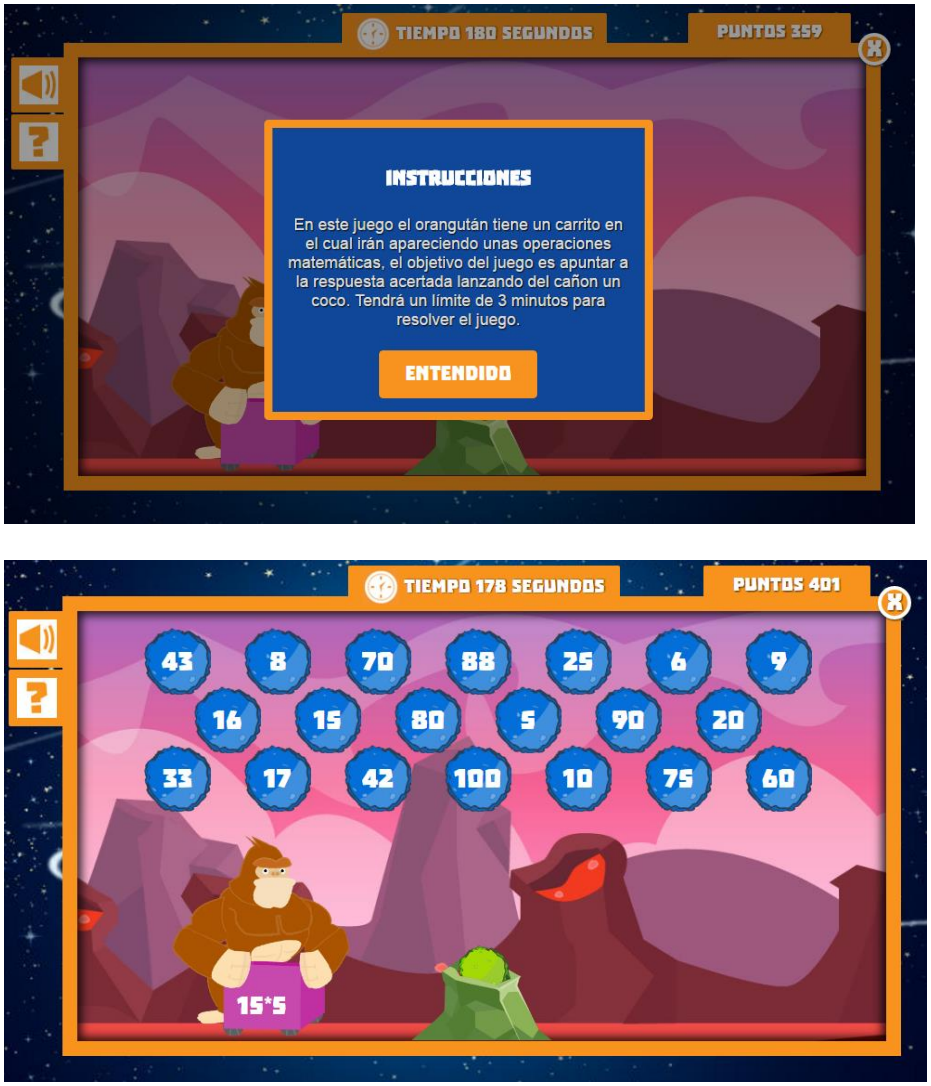


Figura 23. Ventanas del reto 5.

Reto 6 - Nivel hombre de las cavernas. El cuarto reto fue planteado para que el estudiante desarrolle el pensamiento algorítmico, encontrando patrones para dar solución a un problema. En este reto se propone encontrar un patrón de movimientos, para que un hombre de las cavernas pase una danta, un tigre dientes de sable y unas lechugas al otro lado del rio, siguiendo las intrusiones dadas. Tiene un tiempo máximo de duración de 120 segundos. A diferencia del reto 3, si se falla en el intento automáticamente se reinician el reto (Ver figura 24).

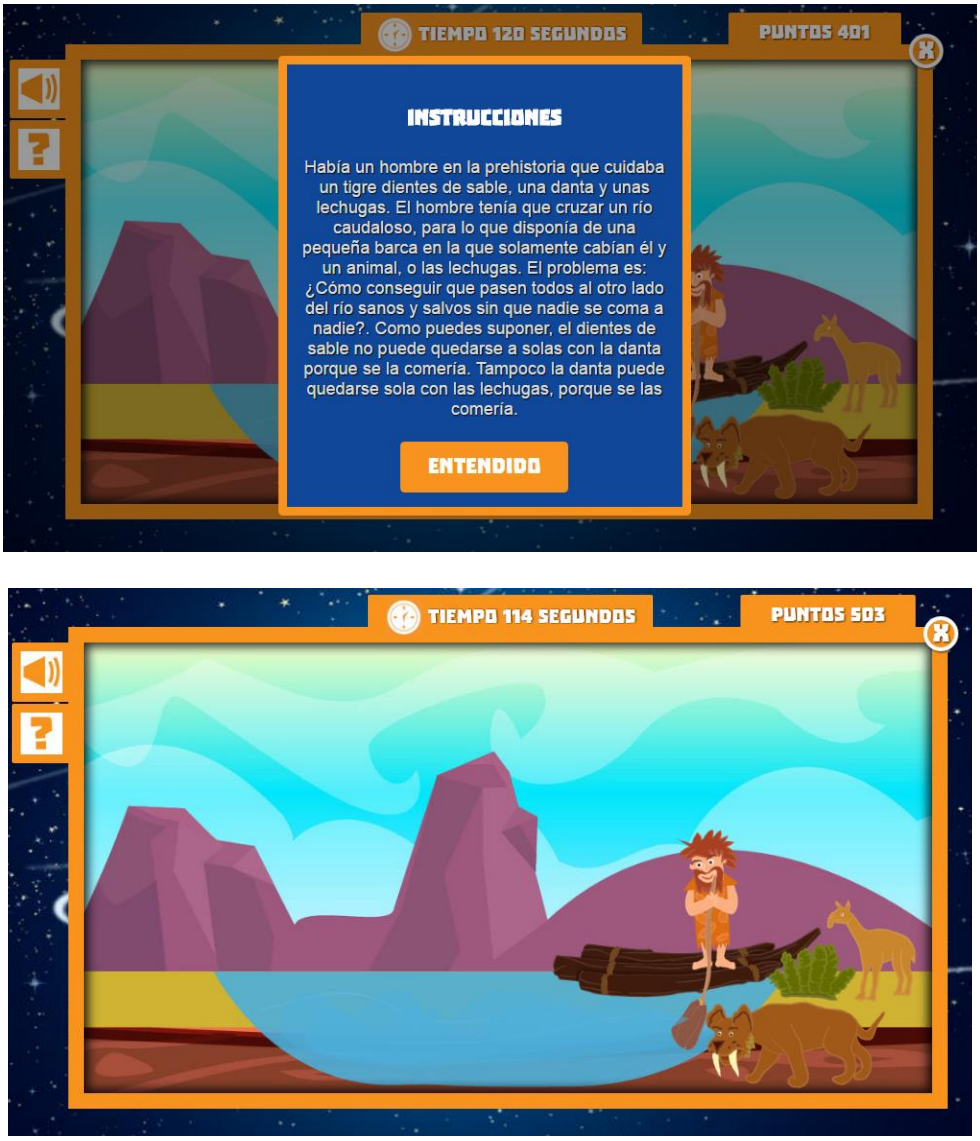


Figura 24. Ventanas del reto 6.

Reto 7 - Nivel Hombre Recolector. El séptimo reto fue planteado para que el estudiante desarrolle el pensamiento algorítmico encontrando patrones para dar solución a un problema. En este reto se propone encontrar un patrón de movimientos para que tres aborígenes y tres cavernícolas pasen al otro lado del rio, siguiendo las intrusiones dadas. Duración de 180 segundos. A diferencia del reto 3, si se falla en el intento automáticamente se reinicia el reto. La figura 25 muestra un pantallazo de las ventanas de este reto.

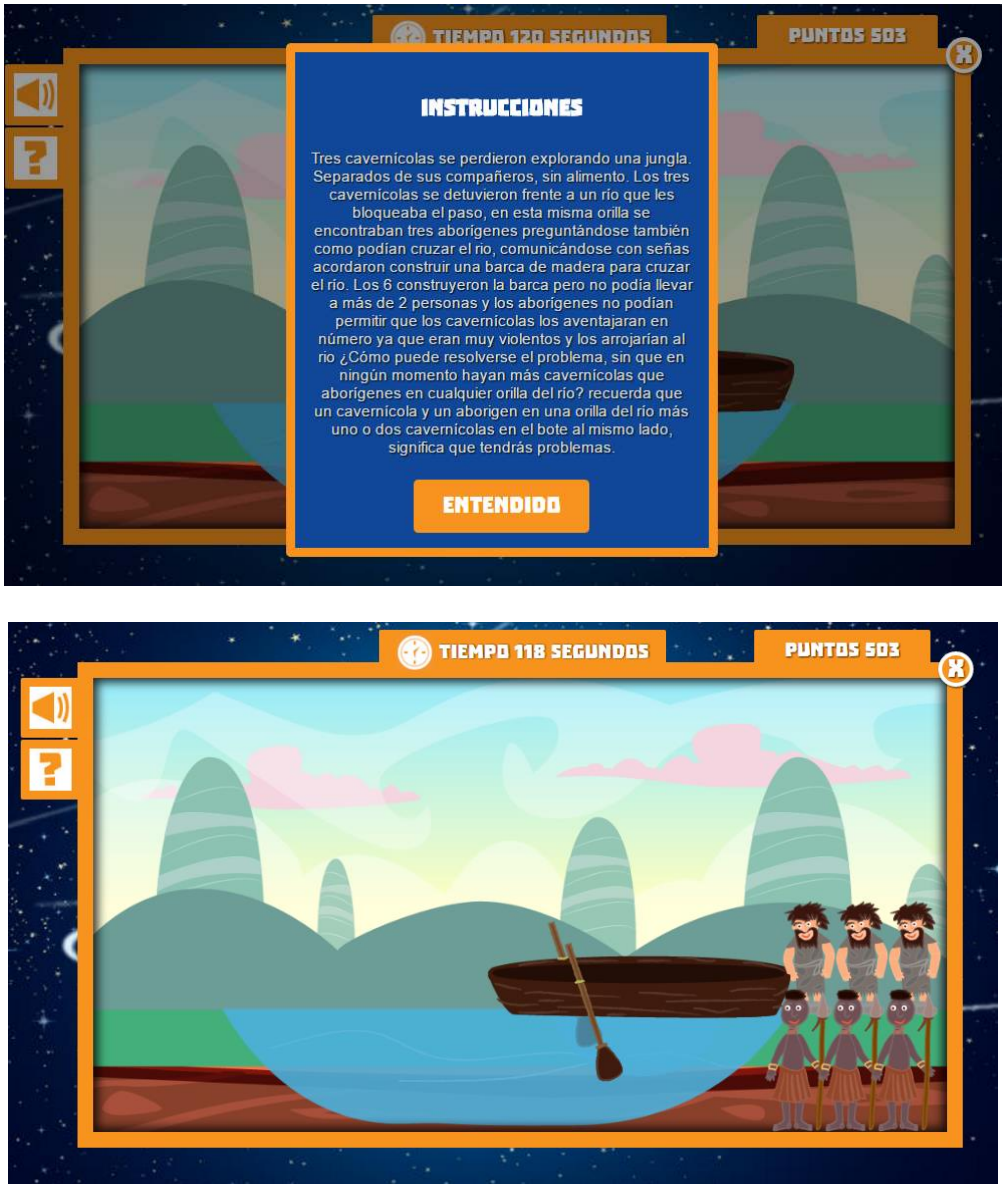


Figura 25. Ventanas del reto 7.

Después de superar el último reto aparecerá la pantalla final en la cual felicita al jugador y se motiva para que juegue nuevamente para mejorar su puntaje (Ver figura 26).

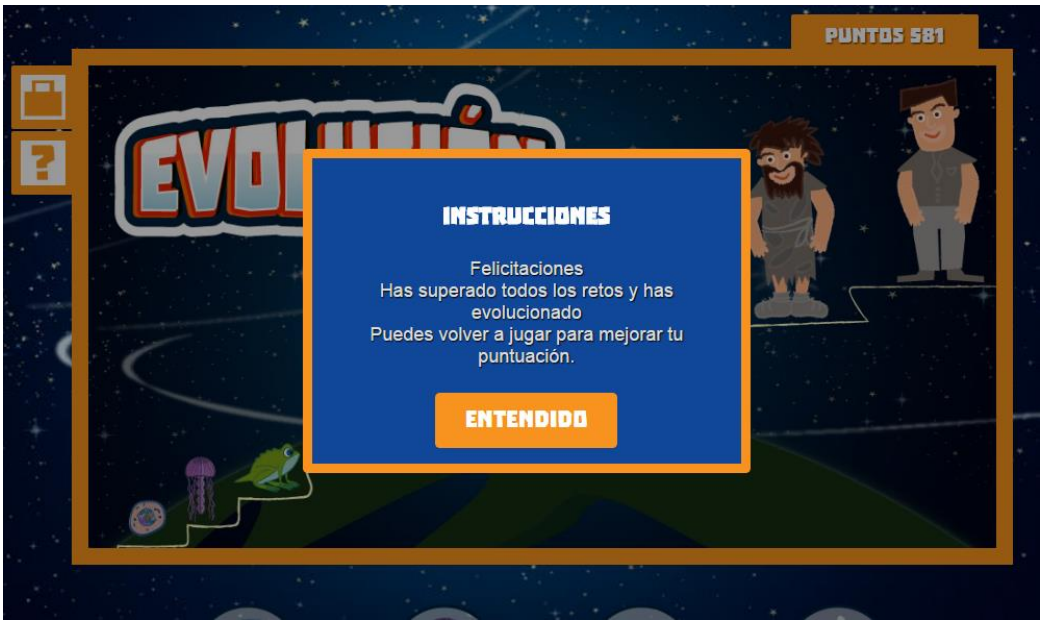


Figura 26. Ventanas de felicitación tras superar el reto 7.

Una síntesis de los aspectos de cada reto se presenta en la tabla 5:

Tabla 5.

Ficha descriptiva de los retos del MED "Evolución".

Reto	Nombre	Meta de reto	Tema	Objetivo del reto	Tiempo
1	**Nivel célula**	Posible evolución a organismo pluricelular.	Correlación, operaciones matemáticas básicas	Aumentar la atención y concentración del estudiante, entrenando la memoria a corto plazo, relacionar conceptos matemáticos adquiridos con anterioridad.	180 sg

2	**Nivel pluricelular**	Posible evolución a organismo anfibio	Operaciones matemáticas básicas, interpretación de datos, sentido numérico, lógica.	Mejorar la capacidad de interpretación, lógica y de control de datos para resolver un problema, mejorando así sus habilidades matemáticas.	120 sg
3	**Nivel anfibio**	Posible evolución a Marsupial	Algoritmos, patrones, abstracción	Desarrollar el pensamiento algorítmico encontrando patrones para dar solución a un problema.	120 sg
4	**Nivel marsupial**	Posible evolución a Orangután	Operaciones matemáticas básicas, interpretación de datos, sentido numérico	Mejorar la capacidad de interpretación y de control de datos para resolver un problema, mejorando así sus habilidades matemáticas, sentido numérico, interpretación de lectura.	120 sg
5	**Nivel Orangután**	Posible evolución a hombre de las cavernas	Operaciones matemáticas básicas	Aumentar capacidad para el manejo de operaciones básicas y la concentración del estudiante, entrenando la memoria visual, la memoria corto plazo, relacionar conceptos matemáticos adquiridos con anterioridad.	180 sg
6	**Nivel hombre de las cavernas**	Posible evolución a Hombre recolector	Algoritmos, patrones, abstracción.	Desarrollar el pensamiento algorítmico encontrado patrones para dar solución a un problema.	120 sg

7	**Nivel hombre Recolector**	Posible evolución a Hombre actual	Algoritmos, patrones, abstracción	Desarrollar el pensamiento algorítmico encontrando patrones para dar solución a un problema.	180 sg

El MED "Evolución" trae un módulo adicional que permite ver el resultado final de cada jugador por prueba, con el tiempo empleado para cada una. Este módulo solo es accesible para el investigador. Un pantallazo de esta ventana se presenta en la figura 27.

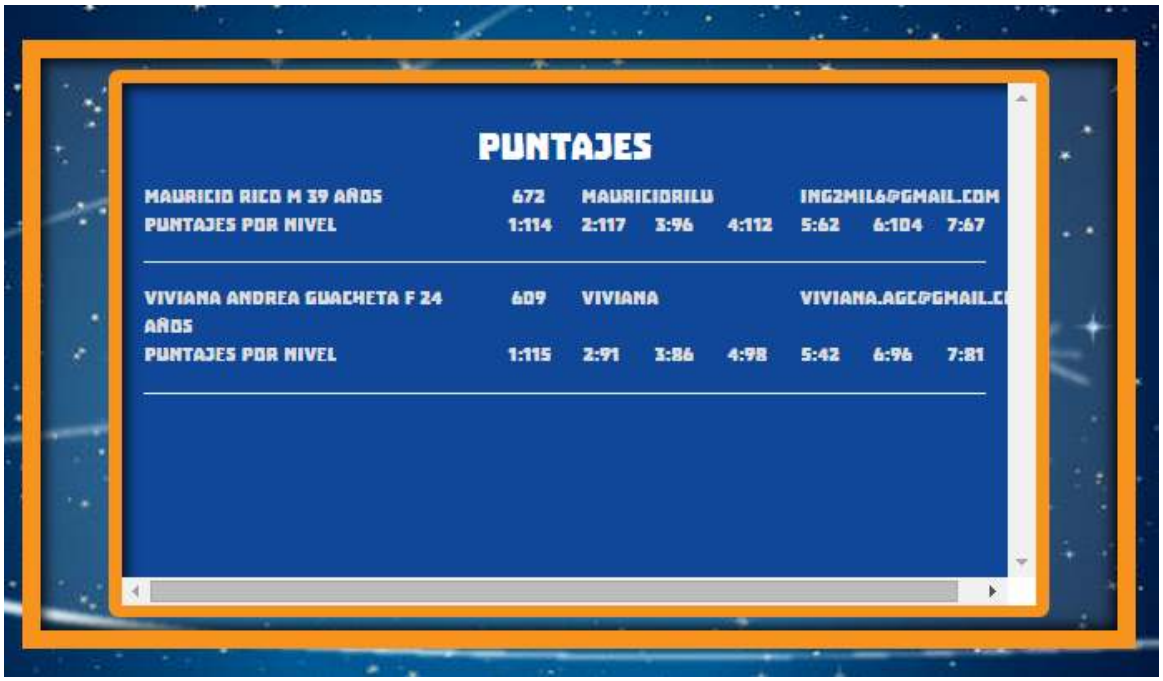


Figura 27. Ventana de puntajes para cada jugador.

Ajustes del MED "Evolución". Después de la fase de análisis y diseño del MED, y considerando lo planteado por Galvis (1992), se procedió a hacer una serie de revisiones y posterior evaluación del material por expertos, para después realizar la prueba piloto. Las

revisiones del MED así como los actores que intervinieron en cada una de ellas, es presentado en la figura 28.

Figura 28. Momentos de revisión realizados al MED.

Como lo presenta el esquema anterior, después del desarrollo del material se procedió a una primera revisión. Esta fue realizada por el Psicólogo Manuel Humberto Ruiz, especialista en entornos virtuales de aprendizaje (EVA). En esta revisión se propuso un cambio en el contenido de la ayuda del reto 7, el cual estaba planteado bajo un concepto religioso. Tomando esta sugerencia se cambia la ayuda del reto 7.

La segunda revisión la realizó la experta Carolina Queruz Obregón, quien fue Asesora de la Dirección Nacional de Servicios Académicos Virtuales de la Universidad Nacional, y profesora de la materia *Evaluación para la Producción de Materiales Educativos Digitales,* de la Maestría en Informática Educativa de la Universidad de La Sabana.

En esta revisión se mencionaron aspectos como: los destinatarios del material, los objetivos, el uso que se le daría, recomendaciones de uso, versión del material, entre otras. De acuerdo a estas recomendaciones, se procedió a crear una página web por parte del autor de esta investigación para consolidar todos estos ajustes sugeridos por la experta.

Por último, se realizó una evaluación por la experta Carolina Queruz, utilizando el formato propuesto por Barberá, Mauri, Onrubia y Aguado (2008), en su libro Cómo valorar la

calidad de la enseñanza basada en las TIC, ajustado por la experta para la evaluación de este tipo de materiales digitales. En palabras de la experta, se describe el MED "Evolución" como "muy buen material, con la incorporación en la página es completo. Buena la diagramación y la retroalimentación del juego". Es posible acceder a la evaluación completa remitiéndose al anexo 2.

Prueba piloto del MED "Evolución". La prueba piloto se desarrolló el día 28 de febrero de 2016, con 15 estudiantes del curso de Lógica de Programación, código PA10 del horario del sábado, entre las 2:00 pm y las 5:00 pm, en el Instituto Colombiano de Aprendizaje "INCAP" sede Chapinero. Se escogió este grupo por tener las características generales de los estudiantes con los cuales se realizaría la implementación.

El pilotaje se llevó a cabo en el salón 304 de la torre 5 de INCAP Chapinero. El salón fue escogido por sus especificaciones de hardware, en particular porque los monitores tienen el sonido integrado y se requería con esto verificar el sonido del material.

Se inició con una explicación de la actividad a desarrollar, la importancia de la programación y del pensamiento computacional, así como la importancia de este tipo de estudios.

Posteriormente, se indicó la dirección de la página web "formadorvirtual.com" y se solicitó a los estudiantes que navegaran por los contenidos de la página. Después de 5 minutos se solicitó que oprimieran el botón de acceso al MED "Evolución". No se ofreció ninguna asesoría adicional, para observar el comportamiento de los usuarios y si el material tenía todo lo necesario para ser manipulado en forma independiente.

Las observaciones fueron registradas en modo general en un diario de campo el cual está disponible en el anexo 3.

De estas observaciones se destaca lo siguiente:

Acceso. Al inscribirse el estudiante, el correo envía un mensaje para confirmación de cuenta; este correo para algunos estudiantes llegó a la carpeta de Spam. Para otros estudiantes hubo demora en la llegada de mensaje de confirmación a su cuenta de correo. Algunos estudiantes olvidaron lo que escribieron en la contraseña, pero pudieron recuperarla con la opción que da el MED.

Retos. Ninguno de los 15 alumnos pudo superar el primer reto en el tiempo establecido. El reto 7 se detiene después del tercer intento; el reto 2 no generó orden aleatorio. Los estudiantes no leen la ayuda del reto y empiezan a deducir qué tienen que hacer. Se evidencia que cuando pasa esto, se encuentra la opción de ayuda fácilmente.

Por otra parte, el sonido suena acorde a los retos según el diseño del material y los estudiantes encuentran sin problema la opción de suspender el sonido. La figura 29 permite observar diferentes momentos de interactividad con el material por parte de los usuarios durante esta fase.

Figura 29. Registro fotográfico de la fase de pilotaje del MED Evolución.

La hora de inicio de la actividad fue a las 3:10 pm y terminó a las 4:00 pm. Después de la actividad se realizó un grupo focal con todos los estudiantes, para indagar sobre la experiencia de uso del MED "Evolución". Se realizó grupo focal con un cuestionario estructurado de 6 preguntas para indagar sobre el uso del material y su diseño gráfico. Este cuestionario está disponible en el anexo 4.

La tabla 6 presenta un registro del análisis de las repuestas a estas preguntas y de las observaciones sobre la utilización del material:

Tabla 6.

Consolidado de respuestas a las preguntas sobre experiencia de uso del MED.

Pregunta	Respuestas
¿Creen que el MED cuenta alguna historia?	La gran mayoría de estudiantes asoció el material con la evolución del hombre.
¿El MED es de fácil acceso?	El material es de fácil acceso e intuitivo para el estudiante. Salvo los casos de los correos que no llegaron o que fueron enviados a la carpeta de correo no deseado.
¿Cómo les parecieron los recursos multimedia del MED?	Los recursos están bien, faltan algunas animaciones, las ranas podrían saltar en vez de deslizarse. El sonido es bueno, pero suena como a juego de video antiguo. La mayoría prefirió desactivar el sonido para concentrarse en la actividad ya que todos los computadores sonaban al mismo tiempo.
¿Utilizaron la ayuda del MED?	En general utilizaron la ayuda del material y fue de fácil acceso.
¿El MED despertó interés?	La gran mayoría dijo que el material es bueno, que los motivó a pasar los retos.

	Algunos explicaron que sacar más puntaje que su compañero fue un buen motivador.
¿Volvería a utilizar el MED para superar su puntaje?	Todos contestaron que si jugarían nuevamente para mejorar su puntaje. Algunos estudiantes realizaron la propuesta de jugar de nuevo para saber quién lograba mayor puntaje.
¿Qué cambiaría del MED?	Todos pidieron que se cambiara el tiempo del reto 1, células, ya que ninguno lo pudo resolver.

La prueba piloto se realizó tomando como referencia lo planteado por Galvis (1992) donde se debe realizar esta prueba, con una población que posea las características y contexto al cual va dirigido, dependiendo de esta prueba, se realizaran ajustes. Algunas de las conclusiones de este pilotaje fueron:

- Es un material que tiene un entorno gráfico agradable de fácil navegación.
- Dependiendo del proveedor de correo, el mensaje de confirmación no llega a la bandeja de entrada sino a la de correo no deseado.
- Es un material que genera buena actitud para su uso y es entendible para el estudiante.
- Motiva al estudiante a mejorar sus habilidades matemáticas, lógicas y algorítmicas.
- Se debe modificar el juego 1 porque ningún estudiante lo pudo resolver.

Tomando en cuenta estas conclusiones, se procedió a realizar un video para explicar al usuario como registrarse y validar su cuenta. En este video se explica que es posible que el correo generado por el material llegue a la papelera de reciclaje. Este video fue insertado en la página web.

El juego 1 se modificó reduciendo el número de parejas a encontrar, de 14 parejas se pasó a ocho con un tiempo de 180 segundos.

Marco Metodológico

Con el propósito de dar respuesta a la pregunta orientadora de esta investigación, se considera a continuación el sustento epistemológico sobre el cual se concibe, así como el enfoque y la metodología adoptada.

Sustento epistemológico

Es importante mencionar lo referido por Guba y Lincoln (2002), respecto a que los paradigmas no están sujetos a comprobación o clasificación de superiores o inferiores, ya que siendo construcciones humanas, están sujetos al error. Ningún paradigma es completamente correcto o equivocado; cada defensor es el que persuade para su utilización basándose más en experiencias que en pruebas veraces que lo ratifiquen. No se puede obligar a alguien a adoptar un paradigma, simplemente se deben dar buenos argumentos apoyados en las evidencias, hallazgos y conclusiones.

Se precisa entonces que la finalidad de la presente investigación está alineada con los principios del paradigma constructivista, cuyo fin es "configurar un esquema de conjunto orientado a analizar, explicar y comprender los procesos escolares de enseñanza y aprendizaje. Para ello, se nutre ciertamente en buena medida de las teorías constructivistas del desarrollo y del aprendizaje". (p.24)

Bajo este paradigma se percibe al sujeto con un rol activo en el proceso de conocimiento. Según Hernández (1997), el paradigma constructivista propuesto por la escuela de Piaget, asume que los conocimientos "son construidos por el sujeto cognoscente cuando interactúa con los objetos físicos y sociales" (p. 4).

Coll (1996), plantea que el aprendizaje escolar bajo este paradigma es un intercambio complejo de actitudes, actividades y conocimientos entre tres elementos:

> El alumno que aprende, el contenido que es objeto del aprendizaje y el profesor que ayuda al alumno a construir significados y a atribuir sentido a lo que aprende. Lo que el alumno aporta al acto de aprender, su actividad mental constructiva, es un elemento mediador entre la enseñanza del profesor y los resultados de aprendizaje a 1os que llega. (Coll, 1996, p.23)

Coll (1983), después de realizar una recopilación sobre las aplicaciones pedagógicas de Piaget, argumenta que el constructivismo es el acto del conocimiento en el cual el sujeto se apropia progresivamente del objeto de estudio. Este conocimiento puede ser relativo a un momento dado del proceso de construcción o puede surgir de la interacción continua del sujeto y el objeto.

Esta interacción entre el sujeto y el objeto fue abordada por Blumer (1969), como *interaccionismo simbólico,* el cual se puede resumir en tres premisas:

a. El ser humano orienta sus actos en función al significado que tienen los objetos para él, estos objetos son lo que percibe del mundo en las situaciones de la vida cotidiana (cosas, animales, personas).
b. La segunda premisa se refiere al significado que estos objetos tienen para el cuándo interactúa con ellos.
c. Estos significados se pueden modificar dependiendo de la interacción que se tengan con ellos.

En esta investigación se buscó que el alumno construyera su conocimiento con base a sus saberes previos, interactuando con el MED (objeto de aprendizaje) y el profesor (facilitador) para

que el estudiante construyera su conocimiento. El MED (Evolución) aquí diseñado tendría un significado para los estudiantes objetivo; este significado se daría en un momento determinado del proceso de implementación, pudiendo ser modificado dependiendo del significado que tome para el estudiante, todo ello dependiente de la actitud del estudiante para interactuar con MED.

Enfoque de la investigación

La investigación según Hernández, Fernández y Baptista (2006) "(…) es un conjunto de procesos sistemáticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno" (p.36). Para los autores, este rasgo aplica tanto para investigaciones de tipo cualitativo como cuantitativo.

McMillan y Schumacher (2005), las diferencian explicando que mientras la investigación cuantitativa presenta sus resultados a partir de datos estadísticos, la investigación cualitativa hace una interpretación del discurso. De acuerdo con la pregunta y objetivos de investigación aquí propuestos, se tendrá en cuenta el enfoque cualitativo.

Hernández, Fernández y Baptista (2006), aclaran que "la investigación cualitativa proporciona profundidad a los datos, dispersión, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencias únicas. También aporta un punto de vista "fresco, natural y holístico" de los fenómenos, así como flexibilidad" (p. 62).

Los estudios de las investigaciones cualitativas según Grinnell (1997) y Creswell (1997) citados por Hernández, Fernández y Baptista (2006), se realizan en escenarios naturales donde los participantes de la investigación interactúan como en la vida diaria; las preguntas de investigación pueden variar en el desarrollo de la investigación, los resultados de los datos no se representan numéricamente aunque se puede realizar conteos para la interpretación de los hallazgos y lo más importante de realzar para esta investigación es que "la re conexión de los datos está fuertemente influida por las experiencias y las prioridades de los participantes en la

investigación, más que por la aplicación de un instrumento de medición estandarizado, estructurado y predeterminado" (p. 51).

Para Hernández, Fernández y Baptista (2006), la investigación cualitativa tiene una serie de características de las cuales podemos destacar las siguientes:

- El investigador inicia con un problema, lo plantea, pero el proceso puede variar en el transcurso de la investigación.
- La investigación cualitativa se fundamenta en una perspectiva interpretativa dándole sentido a las acciones, actitudes, gestos, relaciones e interacciones principalmente de los seres humanos.
- Su enfoque es cualitativo basándose en las observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos, utilizando métodos de recolección no estandarizados en los cuales se registran los datos expresados en lenguaje escrito, verbal y no verbal.

Entre las actividades del investigador cualitativo, Neuman (1994) sintetiza las siguientes:

- Adquiere un punto de vista "interno" (desde dentro del fenómeno), aunque mantiene una perspectiva analítica o una distancia como observador externo.
- Entiende a los participantes que son estudiados y desarrolla empatía hacia ellos; no solo registra hechos objetivos, "fríos".
- Observa los procesos sin irrumpir, alterar o imponer un punto de vista externo, sino tal como son percibidos por los actores del sistema social. (Neuman, 1994, p. 51).

Hernández, Fernández y Baptista (2006) también aclaran que "en una investigación se pueden combinar técnicas cuantitativas y cualitativas para recabar información, que impliquen cuestionarios, observaciones y entrevistas. Pero, a nivel ontológico y epistemológico, no es

posible mezclar los enfoques, puesto que los planteamientos, en cuanto a la visión de ciencia y la relación con el objeto de estudio, son muy divergentes" (p.137).

Teniendo en cuenta que durante el desarrollo de esta investigación se aplicaron pruebas de entrada y salida que proporcionan datos numéricos, estos no se consideran como factores determinantes en el análisis de los resultados, sino más bien aquella información derivada que permita entender cómo los estudiantes dieron respuesta a las pruebas, algo que va más allá de cuantificar respuestas correctas o incorrectas.

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se enmarca bajo la metodología de estudio de caso. Según Hernandez-Sampieri (2009), citando a Hernández-Sampieri y Mendoza (2008), el estudio de caso se puede definir "como una investigación en la cual mediante los procesos cuantitativo, cualitativo y/o mixto se analiza profundamente y de manera integral una unidad para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y desarrollar teoría (p.1).

Los estudios de caso se pueden aplicar a todas las disciplinas o ciencias en general. Sin importar donde se apliquen, pueden presentar algunas características en común según Hernández-Sampieri (2009):

> Constituyen métodos o diseños flexibles, ya que el investigador puede utilizar múltiples herramientas para capturar y analizar los datos que le permitan comprender las peculiaridades del fenómeno o problema bajo indagación y conocer sus causas.
>
> El investigador y el objeto de investigación interactúan constantemente entre sí.
>
> El investigador casi siempre trata de identificar patrones
>
> Utilizan la triangulación de fuentes de datos como eje del análisis (Hernández-Sampieri, 2009, p. 3).

Stake (1999), plantea que en los estudios de caso pueden realizarse con un grupo que comparta similitudes en su población, y que así se asemejen algunos casos con otros, cada uno es único de alguna forma. El caso único puede ser un individuo, o puede ser un grupo de individuos, en los cuales se concentra el investigador.

McMillan y Schumacher (2005), están de acuerdo con Stake en que específicamente el *estudio de caso único,* se puede aplicar a un grupo en particular o a un solo individuo; pero también hacen énfasis que de este grupo se pueden tomar algunos, no necesariamente el grupo completo y que aun así es posible tener conclusiones razonables.

Para este estudio se propone entonces una metodología de estudio de caso único

, que permita centrar la atención en un grupo de participantes con características comunes dentro de la población objetivo y que al final permitan comprender el fenómeno aquí observado.

Alcance de la investigación

El alcance de la investigación es descriptivo no experimental, dado que según Danhke (1989), citado en Hernández, Fernández y Baptista (2006) “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (p. 142),

En este estudio se selecciona una serie de cuestiones y se colecta información sobre cada una de ellas para describir lo que se investiga. En los estudios descriptivos se recoge información de un objeto o de un grupo en particular, con unas características en común sobre unos conceptos definidos planteados hacia este grupo u objeto, teniendo claro que su objetivo no es determinar cómo se relacionan las variables medidas (Hernández, Fernández y Baptista, 2006).

Fases de la Investigación

La investigación se desarrolló en cuatro fases durante las cuales fue posible identificar y definir el problema objeto de estudio, diseñar y desarrollar el material educativo (primeras dos fases); realizar el pilotaje de dicho material e implementarlo, recolectar los datos y analizarlos (dos últimas fases). El cronograma de este proceso investigativo se presenta como anexo 4 a este documento.

Población

Actualmente, en INCAP hay más de 15000 estudiantes matriculados en sus dos sedes, siendo la sede Chapinero la población objeto de estudio conformada por 9850 estudiantes. De esta población estudiantil, 100 son estudiantes de la carrera Técnico en Sistemas, quienes deben cursar la materia de Lógica de Programación, que es la base fundamental en el proceso de pensamiento lógico y crítico de los estudiantes, para resolver problemas con algoritmos computacionales, y desarrollar a futuro aplicativos de software que cumplan con los requerimientos dados por los clientes.

Esta población de 100 estudiantes tiene un rango de edad que va de los 14 años en adelante. Cursan la materia en alguna de las tres jornadas que ofrece el instituto (mañana, tarde y noche), los días lunes a viernes o los días sábados y domingos. El estrato socioeconómico de esta población se ubica principalmente entre los estratos 2 y 3.

Muestra

La selección de la muestra se realizó por conveniencia como lo plantea Hernández, Fernández y Baptista (2006), según el enfoque cualitativo que la fundamenta; esto es considerando que "la muestra en el proceso cualitativo, es un grupo de personas, eventos,

sucesos, comunidades, etc., sobre el cual se habrán de recolectar los datos, sin que necesariamente sea representativo del universo o población que se estudia" (p. 596).

Los autores agregan que cuándo el tipo de diseño es *estudio de caso,* se pueden seleccionar varios casos o uno solo, y que además la muestra puede variar en el transcurso del estudio, se pueden adicionar casos excluir algunos que se tenían en el inicio.

Se seleccionó entonces uno de los 10 grupos de la materia de Lógica de Programación, materia identificada en la institución educativa por el código PA (programación uno). El grupo seleccionado, identificado por las letras PA02, se imparte en la jornada mañana, los días miércoles en un horario de 7:00 am a 10:00 am. El grupo está conformado por 12 estudiantes, los cuales se encuentran entre los 17 y 24 años de edad. El profesor encargado de esta asignatura es el Ingeniero Jesús Arturo Annear. La tabla 7 presenta las características generales de la muestra.

Tabla 7.

Características de la muestra seleccionada.

Curso	**PA-01**
Edad	Entre 17 y 24 años
Profesor	Jesús Arturo Annear
Género	Femenino: 2 Estudiantes Masculino: 10 Estudiantes
Estrato	2 y 3
Nivel de escolaridad	Bachillerato

Consideraciones éticas

Como consideraciones éticas, es de mencionar que se solicitó la autorización al Rector del Instituto INCAP sede Chapinero, para la implementación del proyecto. El proyecto se socializó con los estudiantes del curso participante. Los estudiantes mayores de edad que

estuvieron de acuerdo en participar firmaron un consentimiento informado y a los menores de edad, se les entregó una carta explicando el proyecto y el consentimiento por escrito para ser firmada por sus padres o representantes legales. La carta de aprobación del instituto, la carta de socialización de la investigación y el consentimiento informado se encuentran en los Anexos 5 y 6 respectivamente.

Para evitar el uso del nombre de los estudiantes como acuerdo de confidencialidad, se asignó la palabra "estudiante" y un número a cada uno de ellos para posterior análisis de la información. De esta manera, se identifica a cada uno de los estudiantes bajo el nombre: Estudiante 1, Estudiante 2, …..etc.

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas que permiten la recolección de la información son la Observación y la Entrevista. La técnica de entrevista contó con el diseño de cuestionarios de tipo estructurado (para las pruebas de entrada-salida, caracterización, interacción con el MED), semiestructurado (entrevista experto) y abierto (grupo focal) (Ver anexos 7 a 12).

Instrumentos de recolección. Además de cuestionarios se hizo registro de las observaciones mediante diario de campo ya referido en anexo 3. Otras herramientas de registro y que aportan confiabilidad a la información es el uso de software de captura de pantalla en video, que permitió grabar las acciones de los estudiantes con el MED durante la implementación, y el registro en audio durante el desarrollo de las entrevistas en grupo focal. Los instrumentos y las herramientas diseñadas para la recolección de información fueron validadas en la prueba piloto. El procesamiento de la información obtenida se hace a través del programa para análisis cualitativo de información Atlas.ti v. 7.5.4.

Los instrumentos que permitieron recolectar la información según momento de la implementación fueron los siguientes:

La prueba de entrada y salida, es la primera realizada a través de un cuestionario de 10 preguntas y la segunda, de 9 preguntas abiertas. Las preguntas se relacionan con las habilidades que se quieren mejorar con el MED "Evolución" (habilidades algorítmicas, de sentido numérico, interpretación y análisis) (Anexos 7 y 8).

Caracterización de los estudiantes, la cual es realizada a través de un cuestionario con 20 preguntas abiertas. Estas preguntas pretendían indagar principalmente los estudios realizados, su acercamiento a las TIC, como emplea las matemáticas en la vida diaria y como relaciona las TIC en los procesos de aprendizaje (Ver anexo 9).

Cuestionario semiestructurado, el cual se aplicó a un experto en el tema de pensamiento computacional, el Doctor Xavier Basogain, Ingeniero de Telecomunicación de la Universidad del País Vasco (España), siendo además profesor e investigador de esta universidad. Con este instrumento se quiso indagar sobre pensamiento computacional desde la óptica de un experto, por lo cual se formularon preguntas sobre las habilidades requeridas para este tipo de pensamiento, quién lo puede desarrollar y algunas experiencias propias de sus investigaciones (Anexo 10).

Cuestionario interacción con el MED, conformado por 13 preguntas abiertas, se aplicó después de concluir la implementación, con el propósito de indagar en los estudiantes sobre su apreciación del material (fortalezas y debilidades) (Ver anexo 11).

Un grupo focal, el cual se realizó después del cuestionario de interacción con el MED. Su propósito era indagar de una manera informal sobre la implementación (Ver formato con preguntas en anexo 12).

La tabla 8, resume la técnica e instrumento diseñado para el registro de la información durante el desarrollo de la investigación.

Tabla 8.

Técnicas e instrumentos de registro de información.

Técnica	Diseño	Publico	Instrumento	Aplicación
	Estructurada	Individual	Cuestionario	Prueba de entrada/salida Caracterización Estudiantes Interacción con el MED
Entrevista	Semiestructurada	Individual	Cuestionario	Experto en Pensamiento Computacional
	Abierta	Grupo focal		Socialización de la implementación
Observación			Diario de campo	Prueba piloto MED Implementación

Categorías de Análisis

En este apartado se presentan las categorías de análisis derivadas de la revisión teórica y del análisis del investigador a partir de la fase de pilotaje, según el contexto del estudio. La Tabla 9 presenta las categorías identificadas y sus instrumentos de registro, empleados en esta investigación.

Tabla 9.

Categorías de análisis e instrumentos de registro que las abordan.

Pregunta de investigación ¿Cómo aporta un MED en el desarrollo del pensamiento computacional, en estudiantes de primer semestre de la materia lógica de programación, en el Instituto Colombiano de Aprendizaje "INCAP"?
Objetivo General: Identificar como un MED aporta en la habilidad de resolución de problemas algorítmicos asociados al pensamiento computacional, en estudiantes de primer semestre de la materia Lógica de Programación en el Instituto Colombiano de Aprendizaje "INCAP".
Objetivos específicos:

- Diseñar un MED orientado a fortalecer el pensamiento computacional mediante la resolución de problemas algorítmicos, en estudiantes de primer semestre de la materia Lógica de Programación.

- Implementar el MED "Evolución" en los estudiantes de primer semestre de la materia lógica de programación en el Instituto Colombiano de Aprendizaje INCAP.
- Evidenciar el aporte del MED "Evolución" en el desarrollo del pensamiento Computacional, específicamente en la habilidad de resolución de problemas algorítmicos en estudiantes de la materia de Lógica de Programación.

Enfoque: Cualitativo **Técnica:** Observación, Grupo Focal, Entrevista (Semiestructurada, estructurada, abierta)	**Diseño:** Estudio de Caso Único **Alcance:** Descriptivo **Instrumentos de Recolección:** Cuestionario estructurado con pregunta abierta (Prueba de entrada-salida), cuestionario estructurado de caracterización de estudiantes, cuestionario semiestructurado (especialista), software de captura de pantalla, audio.

Referente	Categoría	Importancia	Herramienta de registro
Pedagógico	**Uso de herramientas en el aprendizaje** **Experiencia de aprendizaje** (Aporte y significación tecnológica) (Moreira, 2010) (Ausubel, 1983) (Cabero, 2007)	¿Qué tanto integra el estudiante las TIC en los procesos de formación? ¿Qué tanto aportó el MED en la experiencia de aprendizaje? ¿Qué tan significativo fue para el usuario/estudiante? Antes-Después	Cuestionario estructurado para estudiantes (caracterización). Cuestionario estructurado con pregunta abierta (Prueba de entrada-salida) Cuestionario semiestructurado (del grupo focal).
Disciplinar	**Habilidades asociadas al Pensamiento Computacional** (Wing, 2006) (Papert, 1972) (Aho, 2012) Xabier Basogain (2016). **Habilidad para encontrar patrones** Zsakó y Szlavi (2012). **Sentido numérico** (Berch (2005) (Dehane, 1997) (asociaciones, relaciones, etc) **Interpretación y análisis** (Facione, 2012). **Situaciones especiales**	¿Cuáles actividades fueron más fáciles? (operaciones involucradas) ¿Cuáles actividades fueron más difíciles? ¿Cuáles habilidades asociadas al Pensamiento Computacional se reconoce ha de fortalecerse?	Software de captura de pantalla. Cuestionario abierto
TIC	**Experiencia de uso del MED** Diseño (Cabero, 2005) (Galvis, 1992)	¿Qué características del diseño colaboraron en el abordaje de los aspectos disciplinares mencionados?	Cuestionario semiestructurado (del grupo focal). Cuestionario estructurado Interacción con el MED Audio.

Como es posible observar en la tabla anteriormente presentada, se derivan cuatro familias de categorías según los tres referentes de base que sustentan la investigación, y que al final buscan responder a la pregunta que la orienta. Estas categorías son:

Uso de herramientas en el aprendizaje. Bajo esta categoría se buscar responder la pregunta *¿Qué tanto integra el estudiante las TIC en los procesos de formación?* Se indaga de manera particular en el uso de tecnología para el aprendizaje del pensamiento algorítmico, según lo planteado por Obaya, (2003), quien menciona la importancia de utilizar las tecnologías para motivar y facilitar la creación de nuevas situaciones de aprendizaje con criterios de calidad, las cuales deben estar relacionadas con materiales que promuevan el interés por parte del estudiante y fomente su aprendizaje.

Experiencia de aprendizaje. Por medio de esta categoría se indaga en las experiencias del estudiante con las matemáticas y las TIC. En primera instancia, se busca indagar sobre sus experiencias personales antes de interactuar con el MED "Evolución", y en segunda instancia, después de la experiencia de uso con el MED, planteándose específicamente las preguntas *¿Qué tanto aportó el MED en la experiencia de aprendizaje? ¿Qué tan significativo fue para el usuario/estudiante?*

Habilidades asociadas al pensamiento computacional. Con esta categoría se pretende responder las siguientes preguntas *¿Qué actividades fueron más fáciles? ¿Cuáles actividades fueron más difíciles?*, derivadas de la implementación del MED "Evolución". Aquí se tomarán en cuenta tan solo algunas de las habilidades referidas por los diferentes autores y que se relacionan a las tres formas de pensamiento (algorítmico, matemático y crítico), necesarias en la solución de problemas. Estas habilidades son:

Habilidad para encontrar patrones. Esta habilidad del pensamiento algorítmico es visible cuando el estudiante identifica los pasos para resolver los algoritmos y realiza abstracciones de una secuencia de caracteres según Zsakó y Szlavi (2012).

Sentido numérico. Esta habilidad del pensamiento matemático se evidencia cuando se hace una interpretación de los datos que componen un problema y cuando se realizan las operaciones matemáticas básicas asociadas a ese problema. Bajo esta categoría se responde a la pregunta *¿Cuáles operaciones o procesos involucrados han de fortalecerse?* Se tiene en cuenta algunos de los rasgos planteados por Berch (2005) como lo son; la capacidad para utilizar las relaciones entre las operaciones aritméticas y de entender el sistema de numeración en base 10, utilizar los números y métodos cuantitativos para comunicarse, procesar e interpretar la información, deseo de dar sentido a situaciones numéricas, mediante la búsqueda de vínculos entre nueva información y el conocimiento previamente adquirido, comprender múltiples relaciones entre números, reconocer los números de referencia y patrones de números, entender los números como referentes para medir las cosas en el mundo real mundo, entre otras.

Interpretación/análisis. Bajo esta categoría asociada al pensamiento crítico según Facione (2007), se evidencia la habilidad con la que debe contar un estudiante para identificar el problema planteado, proponer una solución acertada y explicar cómo llegó a la solución de un problema.

Situaciones especiales. Esta categoría emerge durante el análisis del diseño del MED y permite identificar fallas en el uso del material y situaciones donde no se tiene la respuesta esperada por parte del estudiante para alguno de los retos. Aquí se acunan situaciones donde el estudiante descubre alguna debilidad en el programa para hacer visibles las respuestas, planea la forma de responder por consulta a sus compañeros, no hace cálculo mental sino que escribe las operaciones matemáticas, acierta por azar, entre otros.

Experiencia de uso del MED. En esta categoría se incluyen los aspectos relevantes para la elaboración de materiales educativos digitales según lo planteado por Galvis (1992), y el

aporte de estos materiales en el aprendizaje según Cabero (2005). Se propone responder la pregunta *¿Qué características del diseño colaboraron en el abordaje de los aspectos disciplinares mencionados?* Dentro de los aspectos a analizar bajo esta categoría está la identificación de los recursos usados por los estudiantes (menú ayuda, navegabilidad, acceso, sencillez) que les permita independencia en la interactividad y cumplir con el objetivo de aprendizaje. El abordaje de esta categoría se logra mediante la información registrada mediante software de captura de pantalla, del cuestionario estructurado de interacción con el MED y el grupo focal.

Prueba piloto

Antes de la implementación definitiva se realizó una prueba piloto para realizar ajustes a las técnicas de recolección de datos (cuestionario de caracterización y de interacción con el MED, prueba de entrada/salida entre otros) y a su vez validar los instrumentos de recolección de datos del proceso investigativo. Este pilotaje se realizó con el curso PA06 de la materia de Lógica de Programación, con una participación de 10 estudiantes. Las características generales del curso participante se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10.

Características del curso participante de la prueba piloto

	Curso PA-06
Profesor	Edgar Vinasco
Edad	Entre 17 y 28 años
Género Femenino Masculino	 1 Estudiante 9 Estudiantes
Estrato	2 y 3
Nivel de escolaridad	Bachillerato

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Esta prueba se realizó el día 10 de febrero 2016, empezando a las 7:00 a.m. con una charla de socialización de la actividad a los estudiantes y finalizando a las 11:00 am. Previamente se pidió la aprobación al formador Edgar Vinasco, encargado de este curso. A continuación la tabla 11 resume los principales momentos de esta fase de la investigación.

Tabla 11.

Registro de los principales momentos de desarrollo de la fase de pilotaje.

Herramienta o Actividad	**Tiempo**	**Observaciones**
Instalación del Software que captura en video la pantalla del computador	15 minutos	Como los equipos tienen un sistema de borrado de archivos y programas instalados, se debe realizar la instalación el día de la implementación.
Socialización de la actividad	10 minutos	Interés de parte del grupo.
Cuestionario estructurado de caracterización de los estudiantes	20 minutos	Los estudiantes al no conocer un concepto del cuestionario tratan de buscar el significado en el computador o celular
Prueba de entrada	45 minutos	Se pidió que no utilizaran calculadoras, algunos utilizan la calculadora del celular. Se pidió que todas las operaciones se realizaran en la misma hoja que se entregó. Algunos borran se les piden que no borren nada.
Ingreso a la página web de presentación del MED “Evolución”	10 minutos	Algunos entran directo al material pero se les sugiere ver el video que muestra los pasos de inscripción.
Inscripción de estudiantes en el MED “Evolución”	10 minutos	Algunos estudiantes reciben el correo de la activación del usuario en correo no deseado, pero se soluciona rápidamente la validación del usuario
Activación del Software que captura en video la pantalla del computador	2 minutos	Un equipo se apagó por falla técnica, se procedió a instalar el software en otra máquina y activarlo
Interacción con el MED “Evolución”	45 minutos	Los retos 2 y 6 son los más complicados para los estudiantes pero después de varios intentos todos los solucionaron.
Prueba de salida	40 minutos	Se informa nuevamente que todas las operaciones las realicen en la hoja que se les entrego.

Cuestionario interacción con el MED "Evolución"	25 minutos	
Grupo focal cierre de la actividad	20 minutos	Algunos estudiantes no les gusta hablar frente a sus compañeros de curso
Recolección de videos de los estudiantes	30 minutos	El software utilizado tiene un formato de video muy grande demorando la transferencia de información.
Total tiempo de la actividad	275 minutos Aproximadamente cuatro horas y treinta minutos	

La prueba piloto permitió plantear aspectos a mejorar teniendo en cuenta las siguientes conclusiones, resultado del análisis documental.

- El cuestionario de caracterización se podría realizar antes de la sesión para que la jornada no sea tan extensa, ya que los estudiantes terminan clase a las 10:00 a.m.
- El software de captura de video de la pantalla del computador se debe instalar antes de la implementación.
- Se debe utilizar otro software que captura en video la pantalla del computador, para que los archivos no ocupen tanto espacio de almacenamiento.
- En la presentación del proyecto se debe hacer énfasis en la no utilización de la calculadora, y que cualquier operación se haga en la hoja de la prueba de entrada/salida.

Fase de Implementación

Como se propuso a partir de las conclusiones de la prueba piloto, una semana antes de realizar la implementación se realizó una charla a los estudiantes informando de forma general, sobre la actividad que se desarrollaría. Se procedió a entregar el cuestionario de caracterización de la población, éste cuestionario fue escrito con preguntas abiertas y su objetivo principal fue indagar por el nivel de estudios y algunos conceptos de programación (lógica, matemáticas y relación de éstas con su vida escolar) previos de los participantes en el estudio.

El día anterior a la implementación el investigador instaló el software para captura de pantalla en los computadores. La instalación se realizó en 10 equipos no consecutivos.

La implementación del MED “Evolución” tuvo lugar en la sede Chapinero del Instituto Colombiano de Aprendizaje (INCAP), el día 2 de marzo de 2016. La actividad se desarrolló de 7:00 a.m. hasta las 11:00 a.m. con el curso con código PA02 de la materia Lógica de Programación. Este grupo estuvo conformado por 12 estudiantes y el formador a cargo de esta asignatura fue el Ingeniero Jesús Annear.

Se dio inicio con una presentación de los objetivos de la actividad, cómo se realizaría, cuáles serían las fases y la duración aproximada; seguido se procedió a entregar la prueba de entrada, esto para identificar saberes previos de los estudiantes antes de que interactuaran con el MED “Evolución”. Esta prueba se realizó en cuarenta y cinco minutos aproximadamente.

Figura 30. Estudiantes realizando la prueba de entrada.

En una segunda instancia, se mostró a los estudiantes la página web que presenta el MED y se escribió el enlace en el tablero (formadorvirtual.com). Se sugirió a los estudiantes la consulta del video donde se explicaba como registrarse, encontrado en la sección de uso de la página. Después los estudiantes ingresaron al material y realizaron la inscripción; ninguno de los estudiantes tuvo inconvenientes al crear su usuario, pero sí en la confirmación del correo para activar el usuario; algunos tuvieron que esperar unos minutos y a otros este correo llegó a la carpeta de correo no deseado.

El inicio aproximado de utilización del MED por parte de los estudiantes fue a las 8:30 a.m. En un primer momento, el investigador inició el programa de grabación de pantalla y seguido, se dejó interactuar libremente a los estudiantes con el material.

Algunos estudiantes no leyeron la ayuda del primer reto y solo cerraron la ventana. El primer reto consiste en relacionar la operación matemática con su resultado; aun cuando las instrucciones no fueron tenidas en cuenta, todos entendieron que debían hacer para superarlo.

Según las observaciones en el segundo reto el cual consiste en preguntas de análisis que incorporan operaciones matemáticas básicas, muchos estudiantes lo repitieron varias veces, debido a que no tomaban el tiempo necesario para comprender la pregunta planteada, algunos lo dejaron pendiente pasando al tercer reto. En una pregunta en particular en la cual se debía dar un tiempo exacto varios estudiantes preguntaron el formato de la hora para dar la respuesta. Se hace pertinente aclarar que estas preguntas son aleatorias.

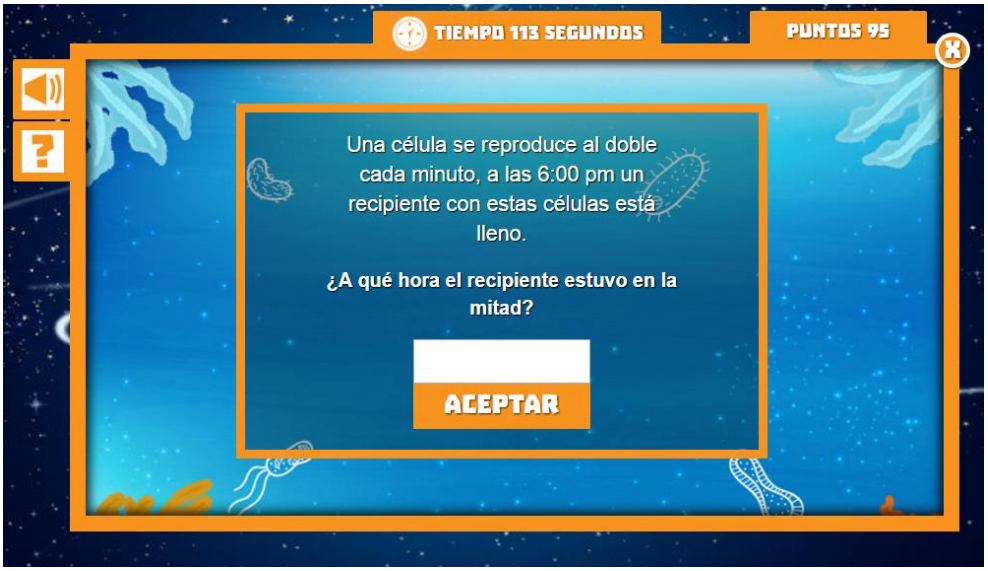


Figura 31. Pregunta del reto 2.

El tercer reto, el cual pertenece a las habilidades de pensamiento algorítmico la mayoría de estudiantes tuvo dificultades en superarlo, algunos no leyeron las instrucciones, pero ninguno de los estudiantes realizo ninguna pregunta; simplemente acudían a la ayuda del material. Un estudiante pidió ayuda a uno de sus compañeros.

Figura 32. Estudiante siendo ayudado por su compañero en el reto 3.

En el reto cuatro el cual consiste en preguntas de análisis y de cálculos mentales, pasó algo similar que en el reto dos. Los estudiantes lo repitieron varias aunque esta vez se tomaron su tiempo en dar la respeta, en esta oportunidad no se realizó ninguna pregunta.

El reto 5 el cual consistía en apuntar al resultado de las operaciones matemáticas básicas (suma, resta, multiplicación y división), estas operaciones fueron planteadas de tal forma que el estudiante realizara los cálculos en forma mental; sin embargo un estudiante presentó dificultades y los realizó en forma escrita.

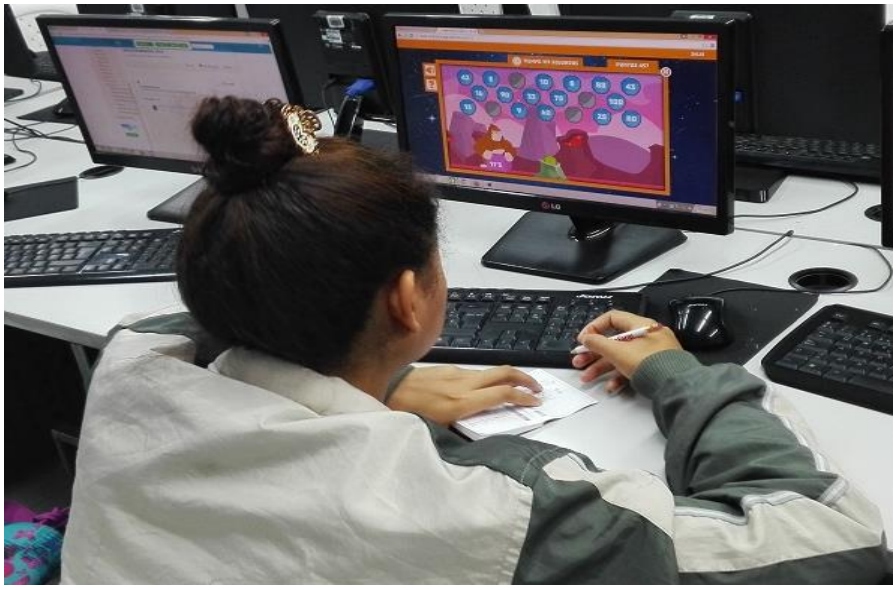


Figura 33. Estudiante realizando operaciones matemáticas escritas en el reto 5.

El reto seis, en el cual se presentaba una situación para ser resuelta con unos pasos lógicos, fue uno en los cuales los estudiantes se desempeñaron mejor que en el reto 3, que también es parte de la habilidades de pensamiento algorítmico. Como se observó en los retos pasados los estudiantes recurrían a la ayuda presentada por el MED y no realizaron preguntas al profesor.

El reto 7 fue uno en los cuales se observó mayor dificultad, los estudiante intentaron una y otra vez resolverlo hasta que algunos alcanzaron superarlo, se observó que un estudiante pidió ayuda a su compañero para resolverlo, otros preferían regresar a un reto no terminado.

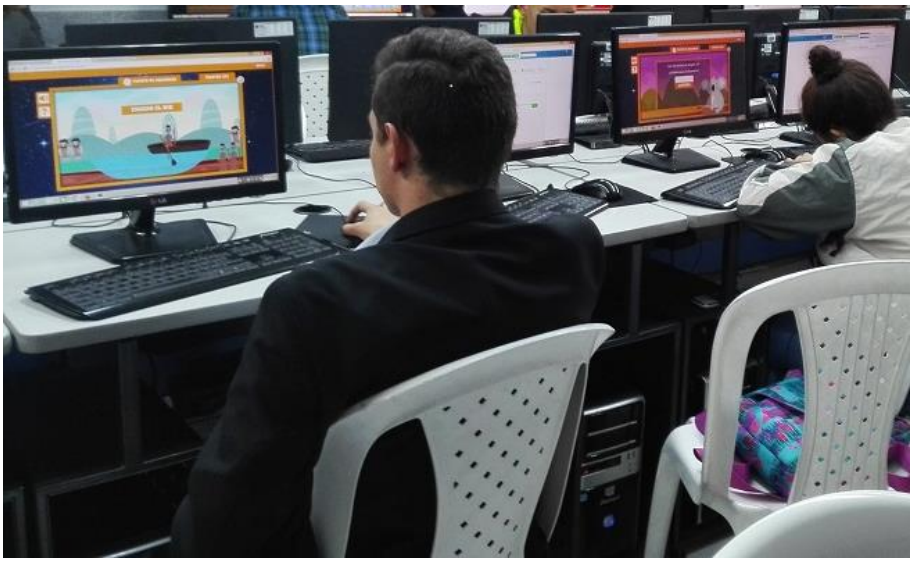


Figura 34. Estudiante realizando el reto 7.

Una vez el último de los estudiantes alcanzó todos los retos (a las 9:20 am), se procedió a entregar la prueba de salida para indagar que se había aprendido al utilizar el material, así como para asociar términos de programación con los retos resueltos. Esta prueba terminó a las 10:10 a.m. Debido a que la franja de esta clase es de tres horas, se preguntó a los estudiantes sobre la posibilidad de continuar para terminar la implementación; solo 2 estudiantes no pudieron continuar debido a compromisos laborales.

En la última parte de la implementación, se entregó a los estudiantes el cuestionario en formato físico con preguntas abiertas referentes al MED. Estas preguntas se enfocaron en su uso, beneficios, aspectos de agrado y de mejora. Este cuestionario se realizó en 20 minutos. Por último se realizó un grupo focal para socializar la actividad con los estudiantes, esta última parte se realizó en 30 minutos.

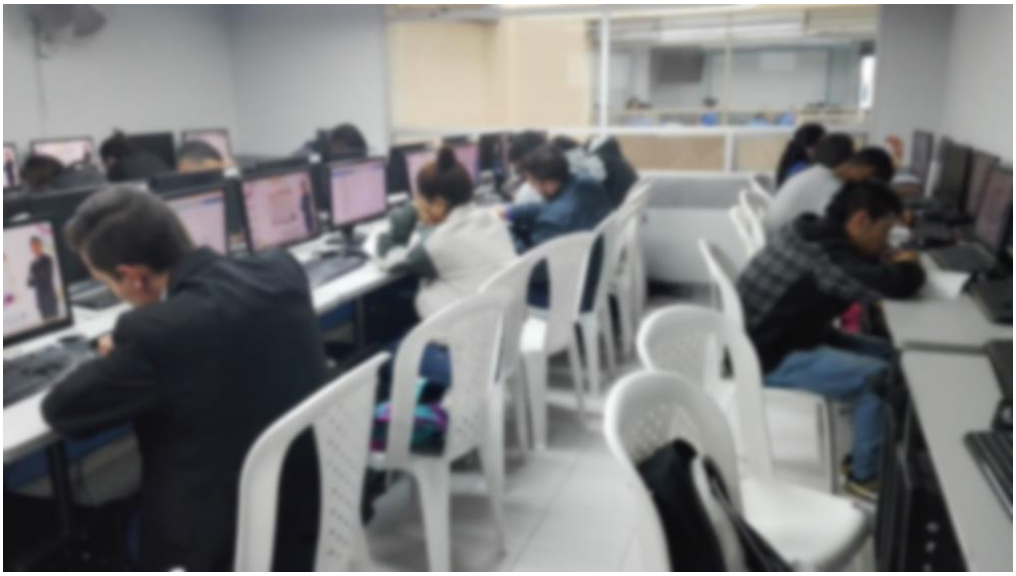


Figura 35. Estudiantes realizando la prueba de salida.

Después de que los estudiantes salieron del salón, el investigador procedió a extraer de los computadores, los archivos de video de la actividad de cada estudiante.

La figura 30, resume los momentos de la implementación.

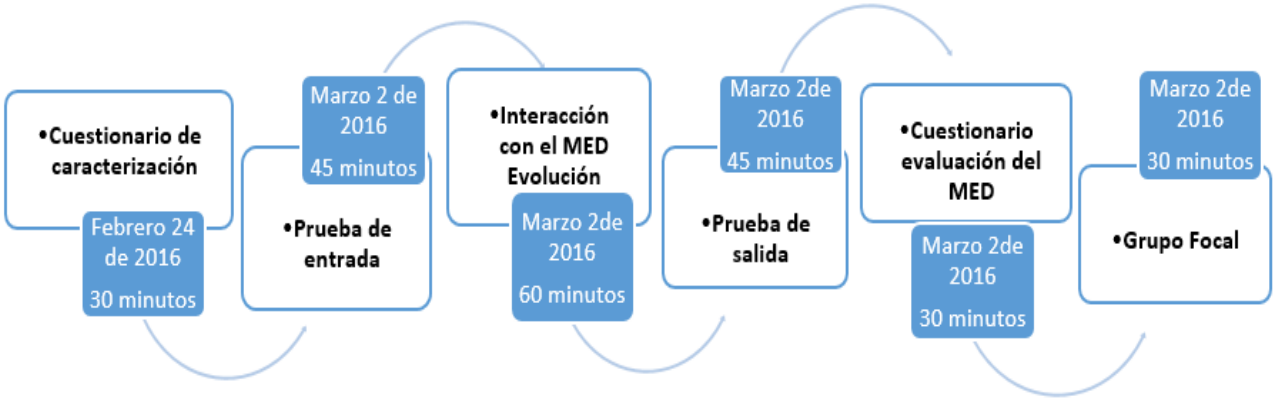


Figura 36. Desarrollo de la fase de implementación del MED Evolución.

Resultados

En este apartado se presenta el reporte de los datos registrados en los instrumentos de recolección de información según las fases de implementación del MED "Evolución". Inicialmente se presenta lo hallado tras la aplicación del cuestionario de caracterización de los estudiantes; seguido un reporte del desempeño de cada participante según las pruebas de entrada y salida. Posteriormente se realiza un reporte de cada caso según lo observado en la interacción con el MED; para finalizar se presenta un reporte de los hallazgos según cuestionario de interacción de los estudiantes con el MED "Evolución" y el grupo focal.

Es necesario mencionar que para el análisis de la información obtenida, se hizo la respectiva codificación según las categorías de análisis:

- Uso de herramientas en el aprendizaje
- Experiencia de aprendizaje
- Habilidades asociadas al pensamiento computacional (habilidad para encontrar patrones, sentido numérico, interpretación y análisis).
- Experiencia de uso del MED
- Situaciones especiales (categoría emergente) asociada al análisis de los datos de categorías de Diseño del MED.

A continuación se hace una presentación mediante descripción y evidencia de lo expresado por los participantes de la investigación. Seguido a esto se presenta un análisis de los resultados según las preguntas orientadoras enmarcadas bajo cada una de las categorías propuestas y emergentes, que al final permiten responder a los objetivos propuestos en la investigación.

Análisis del Cuestionario de caracterización de estudiantes

Las preguntas del cuestionario estructurado de 20 preguntas (anexo 9) pretendían indagar algunos datos personales como edad, estudios realizados, su acercamiento a las TIC, cómo el estudiante emplea las matemáticas en la vida diaria y como relaciona las TIC en los procesos de aprendizaje.

Este cuestionario fue realizado el día 24 de febrero en el curso PA02 del Instituto Colombiano de Aprendizaje INCAP sede Chapinero, con una duración de 30 minutos.

Ante la pregunta que indagaba sobre el concepto TIC, el estudiante 1 escribió "*no*" refiriéndose a que este término no lo reconocía; algunos estudiantes no tienen claro el término como lo refleja el estudiante 6, "*todo lo que tiene que ver con tecnología y comunicación*"; el estudiante 9 "*tecnología de informática*" estudiante 5 "*medios informáticos y de comunicación*".

Sobre la incorporación de las TIC en las materias que tiene actualmente, cuáles de estas tecnologías usan frecuentemente y si los profesores las integran en las materias que enseñan, los estudiantes destacaron ciertos recursos utilizados como lo escribe el estudiante 5, "*correo, enciclopedias virtuales, foros*"; el estudiante 1 asocia las TIC con las redes sociales como lo escribe, "*Facebook, Blogger, Twitter, etc…*" Otras asociaciones de las TIC se hacen con los dispositivos utilizados como lo escribe el estudiantes 6, "*computadores, celulares etc.*".

Al indagar sobre el término *material educativo digital*, si lo conocen o lo pueden asociar con algún recurso utilizado, el estudiante 2 escribe "*trabajos, guías, todo este tipos de cosas por plataforma virtual*"; el estudiante 3 también escribe algo parecido: "*lo relacionaría con talleres, trabajos, guías, etc. Pero que estas se realizan o están en la web, son material virtual*". Algunos estudiantes no conocen el término, pero lo asocian con recursos utilizados como lo escribe el estudiante 6: "*no lo he oído, todo material de una clase en forma digital y dinámica*"; a su vez el

estudiante 1 asocia este término con los recursos utilizados en las clases para mejorar la educación: "*son utilizados para mejorar el rendimiento educativo, también recursos como video beam*".

Con respecto a la incorporación de los materiales educativos digitales por parte de los profesores, algunas de las respuestas fueron: Estudiante 3 "*si los utilizan, como por ejemplo el material del poyo que colocan en el aula virtual*"; el estudiante 2 escribe "*en programación, informática básica*"; el estudiante 7 escribe "*en informática, en física, química*". La mayoría de estudiantes coinciden en que la utilización de materiales educativos digitales se debe realizar en todas las materias.

Cuando se preguntó por la actitud hacia la clase al utilizar un MED o un recurso TIC, se coincidió que estos materiales motivan al estudiante a aprender y que la clase sea entretenida. El estudiante 1 escribe "*usualmente positiva dado que la explicación es más clara para entender el tema*"; el estudiante 5 aporta "*interés, expectativa, curiosidad" al estudiante 6 le parece "que es una forma dinámica de aprender y diferente*".

Con respecto a la experiencia con las matemáticas, se indago por la experiencia de estas en su vida escolar, su importancia en las actividades diarias y como éstas están relacionadas con la carrera que están estudiando. La experiencia en matemáticas en la mayoría de los estudiantes no es muy buena como lo escribe el estudiante 10: "*no soy muy bueno para las matemáticas*"; el estudiante 5 comparte esta afirmación "*se me dificultan un poco*"; el estudiante 3 menciona "*no muy buena, aprendido lo básico pero no me gustaría verlas más afondo pues no me desempeño bien en ello*"; solo el estudiante 1 escribe que "*salí bien preparado en el área de las matemáticas, mi experiencia es bastante positiva*". Se refiere que la aplicación de las matemáticas es necesaria en las actividades diaria y los estudiantes concuerdan en esta

afirmación, como lo escribe el estudiante 6: "*para todo lo que hacemos diario se necesita la matemática, hacer una suma o cualquier operación*"; así mismo el estudiante 7 propone "*siempre hay matemáticas aunque no lo crean, siempre hay matemáticas para todo*"; las matemáticas están presentes en muchas actividades diarias, como lo escribe el estudiante 5: "*las matemáticas se utilizan en el día a día, al comprar una pasaje, al pagar una factura, al llevas la contabilidad del hogar*"; el estudiante 3 aporta "*día a día las estoy usando sin darme cuenta, como por ejemplo cuando voy a comprar algo*".

También se buscó encontrar la relación entre las matemáticas y la materia lógica de programación, encontrando aportes como los del estudiante 3: "*si lo son porque, para programar algo hay que hacerlo bien y estar seguros y si necesito hacer una operación, puede ser que el sistema este mal y yo necesite comprobar ese resultado*"; el estudiante 1 escribe "*no solo porque el estudio matemática desarrolla la lógica sino porque también las matemáticas se usan en cualquier campo*"; el estudiante 6 realiza una asociación entre las matemáticas y los pasos para solucionar algoritmos: "*se requiere una serie de pasos lógicos y están relacionados con las matemáticas*".

Otra pregunta relacionada con la parte de programación es la Lógica a la cual el estudiante 1 aportó: "*la lógica de programación es la matemática aplicada a la programación, para facilitar el manejo y la construcción de algoritmos*"; el estudiante 6 también asocia las matemáticas con la programación como lo escribe "*son los pasos que yo sigo para hacer un programa y que esta enlazado con las matemáticas*"; el estudiante 10 propone que la lógica de programación le ayuda a "*aprender a crear programas de una manera simple o avanzada*" la definición del estudiante 5 es "*aplicación correcta de órdenes, comandos y procesos en una secuencia organizada*" .

Para terminar se les indago por el concento de pensamiento computacional no como una definición sino como un entendimiento al escuchar estas dos palabras juntas; el estudiante 5 refiere "*razonamiento claro y concreto, habilidad de organización*"; el estudiante 3 menciona "*para mi es pensar informáticamente, pensar en lo que haría una computadora*"; el estudiante 6 propone "*tiene que ver con todo lo interno del computador y como acata las ordenes que se les da*"; el estudiante 10 escribe "*entender o manejar un PC*".

Análisis cuestionario de entrada y de salida

Se indagó sobre las habilidades del pensamiento computacional con las cuales llegaban los estudiantes antes de la implementación de MED y si estas habilidades mejoraron después de interactuar con el MED. La prueba de entrada se presentó con un cuestionario estructurado de 10 preguntas (ver anexo 7); este cuestionario fue respondido por los estudiantes del curso PA02 el 2 de marzo de 2016 y tuvo una duración aproximada de 45 minutos. Posterior a la interacción de los estudiantes con el MED "Evolución" se procedió a entregar la prueba de salida en la cual se utilizó un cuestionario estructurado de 9 preguntas (ver anexo 8), el cual tuvo una duración aproximada de 45 minutos.

Con el fin de identificar las habilidades asociadas a cada tipo de pensamiento, según se describe anteriormente en apartado de categorías, se generaron unos indicadores de desempeño, los cuales estuvieran asociados a los retos del MED (Ver tabla 12).

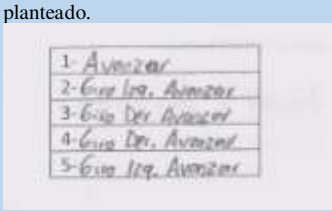
PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Tabla 12.

Indicadores de desempeño según habilidad de pensamiento observada.

Componentes del pensamiento computacional	Habilidades	Indicador
1.Pensamiento algorítmico	Encontrar patrones	1.1 Identifica los pasos para resolver los algoritmos 1.2 Realiza abstracciones de una secuencia de caracteres
2.Pensamiento matemático	Sentido numérico	2.1 Interpreta los datos que componen el problema 2.2 Realiza las operaciones matemáticas básicas asociadas al problema
3.Pensamiento critico	Interpretación Análisis	3.1 Identifica el problema planteado 3.2 Propone una solución acertada al problema 3.3 Explica cómo llegó a resolver un problema

Estos indicadores se verificaron en cada uno de los estudiantes, utilizando una rúbrica según se ejemplifica en figura 37 en la cual se comparan los resultados de los cuestionarios de entrada y de salida, para así determinar el aporte del MED “Evolución” en las habilidades asociadas a cada pensamiento.

	Estudiante 1					
	Prueba de entrada			Prueba de salida		
Indicador	Siempre	Algunas veces	Nunca	Siempre	Algunas veces	Nunca
1.1	X			X		
1.2	X			X		
Análisis	Realiza los pasos necesarios para resolver los algoritmos. Estos pasos son entendibles y coherentes. Abstrae patrones de forma correcta Crea algoritmos adaptándose al problema planteado.  P3			Realiza los pasos necesarios para resolver los algoritmos. Estos pasos son entendibles y coherentes. Abstrae patrones de forma correcta Crea algoritmos adaptándose al problema planteado.		

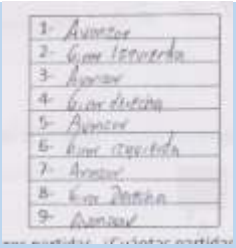
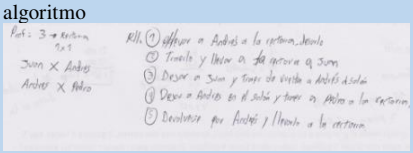
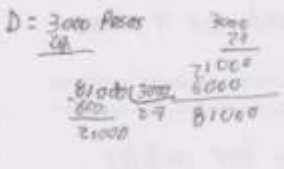
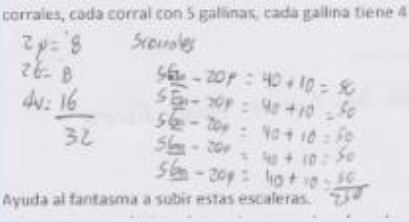
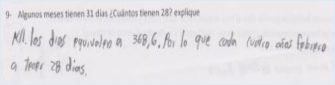
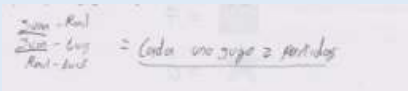
				 P3 Realiza un planteamiento para desarrollar un algoritmo  P6		
2.1		X		X		
2.2	X			X		
Análisis	Plantea de forma correcta los problemas matemáticos utilizando las operaciones adecuadas. Siempre realiza operaciones matemáticas escritas para resolver los problemas. Realiza verificación de la respuesta  P1			Plantea de forma correcta los problemas matemáticos utilizando las operaciones adecuadas. Siempre realiza operaciones matemáticas escritas para resolver los problemas. Descompone el problema en partes para dar una solución  P2		
3.1			X	X		
3.2		X		X		
3.3			X	X		
Análisis	Da la respuesta del problema pero no explica como la logro Plantea de forma incorrecta los problemas dados  P9			Identifica el problema y da una respuesta acertada, explicado como lo resolvió  P4		

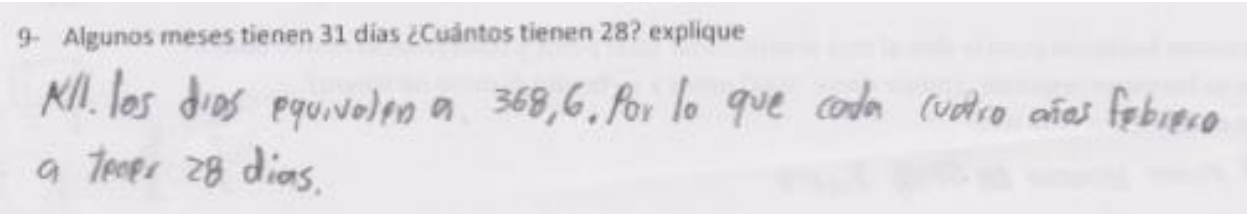
Figura 37. Rúbrica de análisis de los cuestionarios de entrada y salida. Los resultados reportados en esta rúbrica corresponden al estudiante 1 y es para referencia del formato que guio el análisis de todos los casos (ver anexo 14).

Análisis individual de los casos. A continuación se presenta un análisis detallado para cada uno de los casos según los 2 momentos observados.

Estudiante 1. En el cuestionario de entrada se evidencia que el participante cuenta con las habilidades de pensamiento algorítmico, que le permiten realizar los pasos necesarios para resolver los problemas planteados. Estos pasos son entendibles y coherentes y muestran abstracción de patrones de forma correcta y adaptación al problema planteado.

También se evidencia que tiene adecuadas habilidades de pensamiento matemático, cuando plantea de forma correcta los problemas matemáticos, utiliza las operaciones adecuadas y se apoya en las operaciones matemáticas de manera escrita para resolver los problemas verificando su respuesta.

Contrario a las habilidades mencionadas, sus habilidades de pensamiento crítico son menos sobresalientes, al no interpretar adecuadamente los problemas, razón por la cual no puede explicar cómo llega a las respuestas. La figura 38 permite evidenciar esta debilidad.


9- Algunos meses tienen 31 días ¿Cuántos tienen 28? explique

R/l. los días equivalen a 368,6. Por lo que cada cuatro años febrero a tener 28 días.

Figura 38. Ejemplo de falla de interpretación de un problema según habilidad de pensamiento crítico. Obsérvese que la explicación a la respuesta dada por el estudiante para la pregunta 9 no corresponde a la pregunta planteada.

Después de la implementación, las respuestas en el cuestionario de salida permiten observar que se mantienen sus habilidades en pensamiento algorítmico y matemático, logrando resolver los problemas planteados de una forma acertada, utilizando las operaciones matemáticas

correspondientes, con algoritmos entendibles y con buena estructura. En este cuestionario mejoran sus habilidades de pensamiento crítico, logrando entender los problemas planteados y argumentando adecuadamente cómo encontró la respuesta.

Estudiante 2. En el cuestionario de entrada se evidencia las pocas habilidades en pensamiento algorítmico; no identifica los pasos necesarios para resolver los algoritmos planteados ni se adapta a las condiciones planteadas en los problemas, aunque abstrae los patrones de forma correcta.

Sus habilidades en pensamiento matemático son bajas, realiza planteamientos de forma incorrecta y aunque utiliza operaciones matemáticas escritas, estas no son las adecuadas. En parte, esto se deba a que no interpreta los problemas ni los datos presentados en la pregunta. Esto significaría igualmente una debilidad en la habilidad de interpretación de los problemas, que al final no le permite dar soluciones adecuadas ni llegar a una explicación (Ver figura 39).

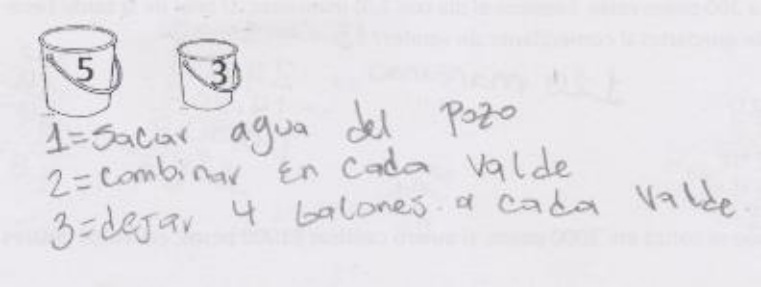


Figura 39. Error de planteamiento del algoritmo. Respuesta registrada ante pregunta 6 por estudiante 2. Se observa que el estudiante no interpretó correctamente el problema que debía solucionar, por lo cual simplemente se limita a describir 3 pasos que no cumplen con un proceso lógico para la solución del algoritmo planteado.

En el cuestionario de salida se evidencia que el estudiante mejora en la habilidad de identificación de los pasos para dar solución a los algoritmos planteados, pero no los organiza de manera coherente. Además es visible que realiza las abstracciones de forma correcta haciendo el

uso de los datos presentados en la pregunta. Se observa también mejora de sus habilidades en pensamiento matemático, pero aun no plantea de una forma adecuada la solución del problema, realiza muchas operaciones matemáticas escritas que no forman parte del problema a resolver. Aunque también mejoraron en algo sus habilidades de pensamiento crítico, no plantea de forma correcta algunos problemas. Aun así puede explicar algunas de las respuestas de los problemas de una forma acertada (Ver figura 40).

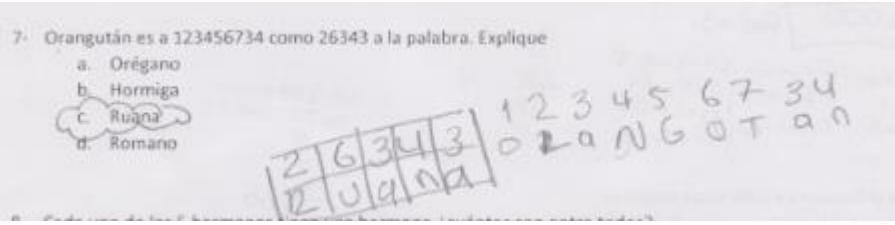


Figura 40. Planteamiento de abstracción de patrones. Respuesta del estudiante 2 ante pregunta 7, donde es posible observar que realiza una tabla para comprobar el patrón que tiene la pregunta y así deducir fácilmente la respuesta.

Estudiante 3. En el cuestionario de entrada se evidencia que el estudiante tiene bajas habilidades en pensamiento algorítmico. No identifica los pasos para resolver los algoritmos planteados, no se adapta a las condiciones de los problemas propuestos, aunque puede realizar abstracciones de patrones.

Sus habilidades de pensamiento matemático son insuficientes, no plantea de forma correcta los problemas matemáticos, realiza operaciones matemáticas sin tener un objetivo claro.

Sus habilidades de pensamiento crítico son mínimas, no identifica los problemas planteados ni utiliza los datos de las preguntas para lograr una respuesta (Ver figuras 41 y 42).

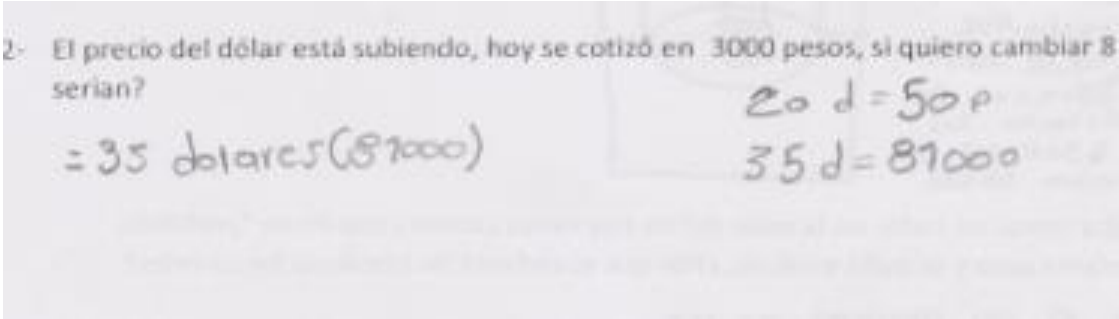


Figura 41. Operaciones matemáticas sin objetivo. Planteamiento del estudiante 3 ante pregunta 2. Se observa que los datos utilizados no se encontraban en el planteamiento del problema y por esta razón la respuesta no es acertada.

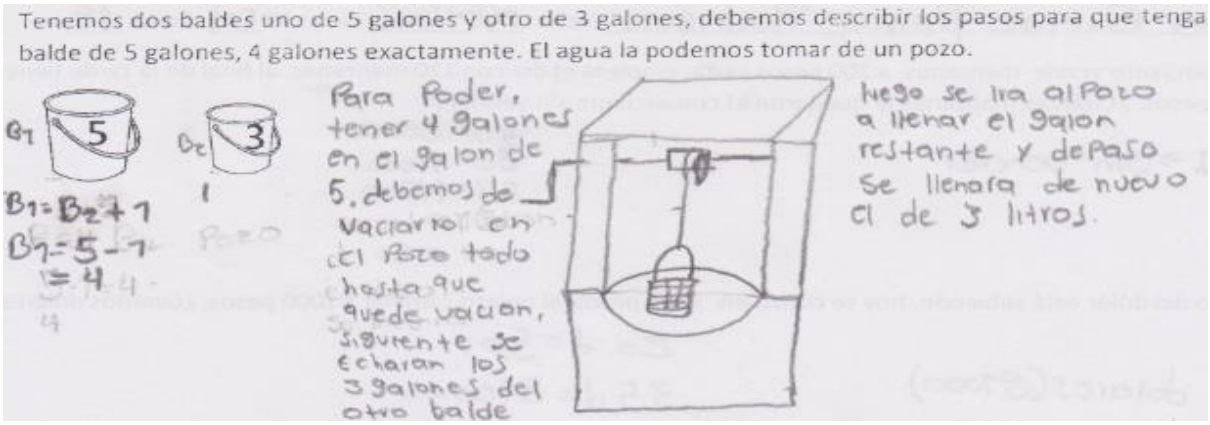


Figura 42. Planteamiento en forma gráfica de un algoritmo. Respuesta a la pregunta 6 por estudiante 3, donde es posible apreciar que a pesar de intentar hacer un análisis con una figura, ésta no aporta a la solución del problema, evidenciando sus escasas habilidades para entender y plantear el algoritmo de forma correcta.

En el cuestionario de salida, se observa mejora en sus habilidades en pensamiento algorítmico. Plantea de forma correcta los pasos para resolver los algoritmos; estos pasos son coherentes y se adaptan a una solución del problema planteado. Realiza además, abstracciones de forma correcta. Sus habilidades de pensamiento matemático mejoraron; identifica los

componentes del problema, utilizando las operaciones matemáticas adecuadas, planteándolas de una forma ordenada, aunque falta un poco más de análisis para llegar a la respuesta correcta. Sus habilidades de pensamiento crítico mejoraron, de manera que es visible que identifica el problema y puede plantear soluciones aunque no siempre son correctas; las respuestas correctas las explica con claridad (Ver figura 43).

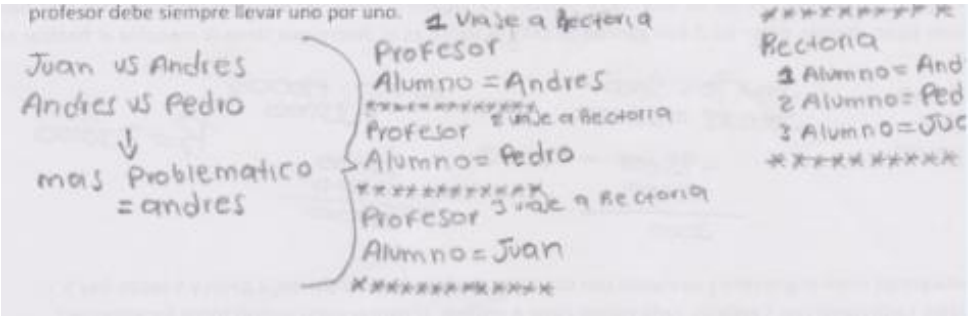


Figura 43. Planteamiento acertado de un algoritmo sin respuesta acertada. Aquí es posible observar que realiza un buen planteamiento del problema, aunque no entiende cómo resolverlo. Por tal motivo los pasos utilizados en el algoritmo son equivocados.

Estudiante 5. El desempeño en el cuestionario de entrada evidencia pocas habilidades en pensamiento algorítmico. No identifica los pasos necesarios para resolver los algoritmos planteados en las preguntas, aunque puede abstraer patrones de forma correcta.

Sus habilidades en pensamiento matemático son adecuadas, plantea de forma correcta las operaciones matemáticas necesarias para concluir de forma acertada los problemas planteados, es ordenado al presentar la información y se entiende el proceso realizado para llegar a las respuestas; se apoya en las operaciones matemáticas escritas para resolver los problemas.

Sus habilidades en pensamiento crítico también son adecuadas. Explica de forma coherente cómo llegó a la solución de los problemas porque entiende la pregunta propuesta (Ver figura 44).

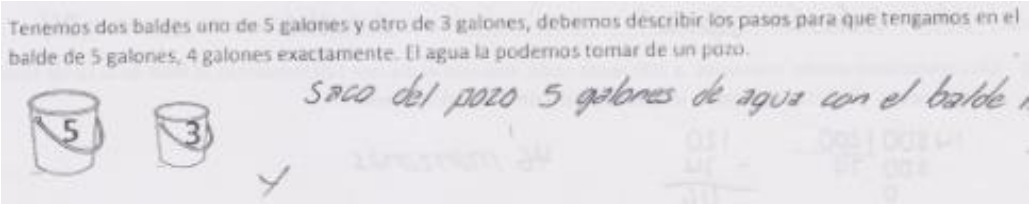


Figura 44. Error de planteamiento de un algoritmo. Respuesta del estudiante 5 ante pregunta 6, donde se muestra que el estudiante no entiende aun el problema planteado. Por esta razón no intenta ni resolverlo.

En el cuestionario de salida, es visible una mejora en el desempeño asociado al pensamiento algorítmico. El estudiante propone pasos ordenados para dar solución al algoritmo planteado y puede realizar abstracciones de los patrones planteados en las preguntas. Sus habilidades de pensamiento matemático siguen siendo estables; plantea de forma correcta los problemas utilizando las operaciones matemáticas adecuadas para concluir una respuesta. Sus habilidades de pensamiento crítico se mantienen con respecto al cuestionario de entrada, entiende el problema que se le plantea y explica cómo llegó a su solución.

Estudiante 6. En el cuestionario de entrada se evidencia que el estudiante tiene escazas habilidades de pensamiento algorítmico, al no plantear los pasos necesarios para resolver los algoritmos, al parecer porque no entiende las condiciones planteadas. Tampoco realiza ningún intento de resolver la pregunta planteada.

Sus habilidades de pensamiento matemático son deficientes. No hay evidencia de que plantee de forma correcta los problemas presentados; no utiliza las operaciones matemáticas adecuadas y algunas no tienen ningún propósito en el problema a resolver. Sus habilidades de pensamiento crítico son aceptables, ya que aunque puede entender las preguntas formuladas y plantear algunas veces las respuestas correctas, no puede explicar el procedimiento utilizado. Ver figura 45.

Figura 45. Operaciones matemáticas sin ningún propósito. Respuesta a pregunta 2 por estudiante 6, donde se muestra que la operación matemática está mal planteada y no tiene un procedimiento adecuado, ya que la operación esperada para resolver este problema es una división y el estudiante plantea una multiplicación que no sabe cómo resolver.

En el cuestionario de salida se evidencia avance en las habilidades de pensamiento computacional. Aunque realiza las abstracciones de patrones de forma correcta, no identifica todos los pasos para resolver los algoritmos planteados en las preguntas. Sus habilidades en pensamiento matemático mejoraron notablemente con relación al cuestionario de entrada. Realiza las operaciones matemáticas adecuadas según problema propuesto, aunque no siempre llega a una solución adecuada. Sus habilidades de pensamiento crítico también muestran mejoría, ya que identifica el problema, algunas veces propone soluciones adecuadas y puede explicar cómo llego a la solución de la pregunta planteada (Ver figura 46).

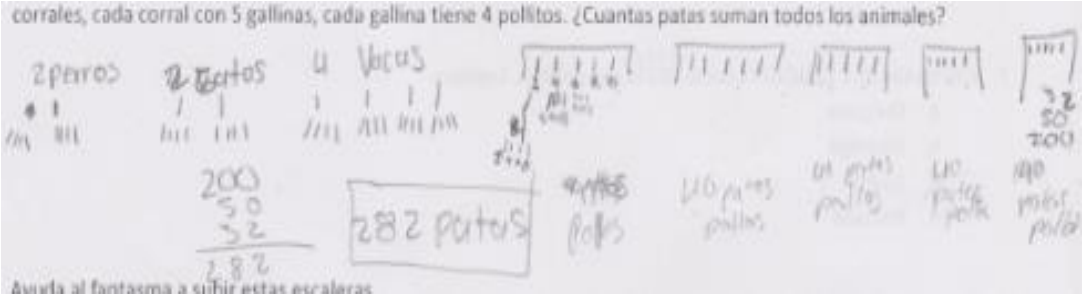


Figura 46. Planteamiento y resolución acertada de un algoritmo. Ante la pregunta 2, el estudiante 6 permite observar que interpretó el problema de forma adecuada y realizó una descomposición en partes pequeñas logrando un resultado satisfactorio.

Estudiante 7. En el cuestionario de entrada se evidencia dificultad en sus habilidades de pensamiento algorítmico. No identifica los pasos para resolver los algoritmos planteados, ni se adapta a las condiciones del problema propuesto.

Sus habilidades en pensamiento matemático son mínimas, pues no plantea de forma correcta los problemas matemáticos y es visible que no utiliza las operaciones adecuadas. Tampoco identifica los datos del problema y por esto realiza operaciones matemáticas sin ningún objetivo.

Sus habilidades de pensamiento crítico son bajas, cuando es evidente que no identifica el problema planteado según la pregunta y por esto no propone ninguna solución adecuada; como no identifica el problema no puede explicar ninguna solución (Ver figura 47 y 48).

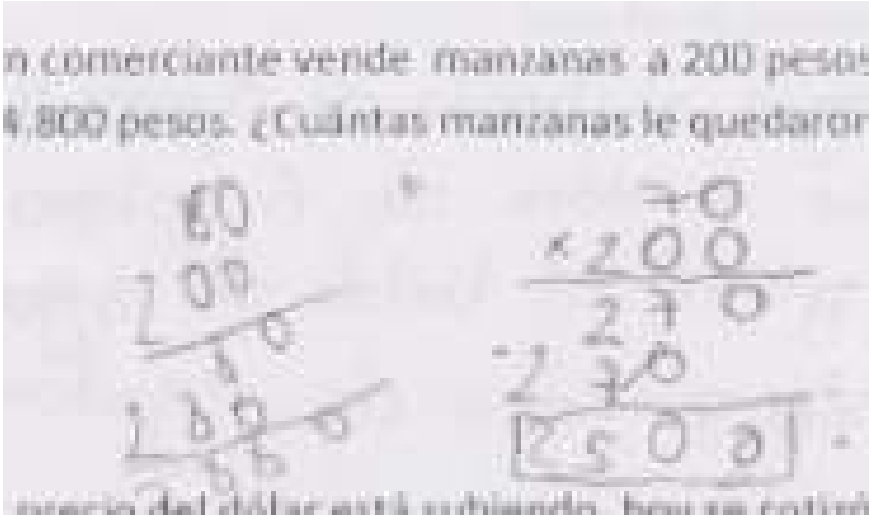


Figura 47. Error por operaciones matemáticas sin objetivo e incorrecta realización. Respuesta a pregunta 1 por parte del estudiante 7, donde se observa que el estudiante realiza una serie de operaciones matemáticas sin objetivo claro y que estas operaciones además de no corresponder, no están bien realizadas; así se aprecia en la multiplicación de 70 x 200.

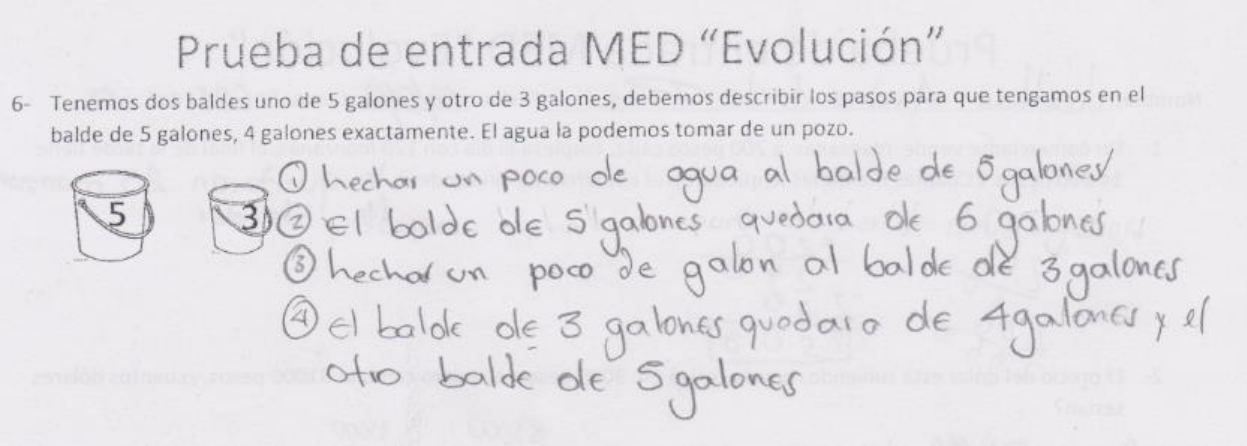


Figura 48. Intento de planteamiento de un algoritmo. Respuesta del estudiante 7 ante pregunta 6, donde se muestra que el estudiante no entiende aun el problema planteado. Por esta razón su planteamiento no está bien estructurado; en este caso se debe dar una respuesta exacta y el estudiante plantea un acercamiento con la expresión "echar un poco".

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

En el cuestionario de salida se evidencia una leve mejora en sus habilidades de pensamiento algorítmico. Identifica algunos pasos para resolver los algoritmos, pero no llega a una solución adecuada. Sus habilidades de pensamiento matemático no mejoraron. No plantea de forma correcta los problemas porque no identifica los datos de la pregunta; se muestra desordenado con las operaciones matemáticas. Sus habilidades de pensamiento crítico mejoraron aunque levemente, identifica algunos datos para resolver los problemas, pero no puede entender totalmente el problema planteado en la pregunta y por esta razón no logra llegar a una solución acertada (Ver figura 49).

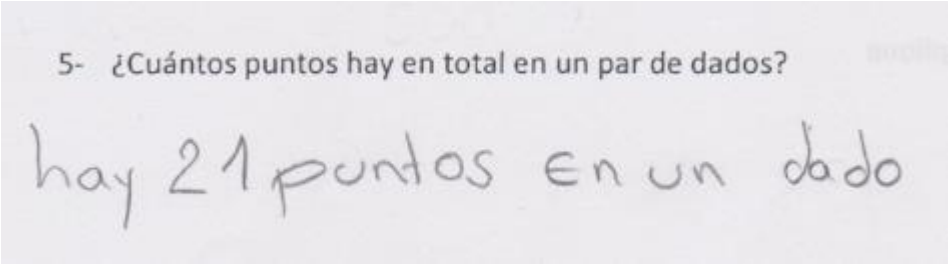


Figura 49. Error de interpretación de un problema. Respuesta incorrecta de la pregunta 2, por estudiante 7, donde se observa que interpretó parcialmente el problema, planteando la solución de la sumatoria de un solo dado pero no de los dos.

Estudiante 9. En el cuestionario de entrada evidencia deficiencia en sus habilidades de pensamiento algorítmico. No identifica los pasos para resolver los algoritmos planteados porque no se adapta a las condiciones del problema, esto se evidencia en el planteamiento de los pasos del algoritmo de la pregunta 3 (Ver figura 50).

Sus habilidades de pensamiento matemático son mínimas. No logra plantear de forma correcta los problemas, utiliza operaciones matemáticas sin ningún objetivo o propósito. Sus habilidades de pensamiento crítico son deficientes y no comprende el problema planteado en la pregunta, por tal motivo no propone ninguna solución correcta (Ver figura 51 y 52).

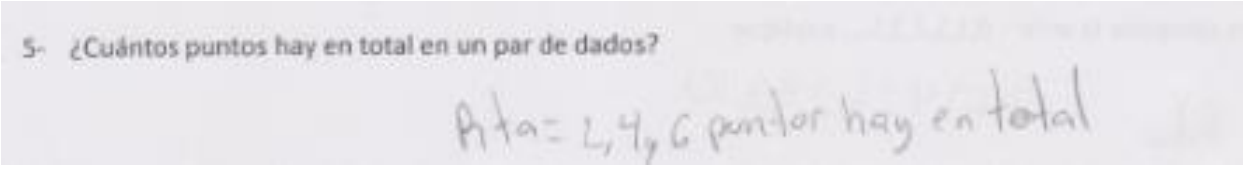


Figura 50. Desacierto en habilidad de análisis. Respuesta dada ante la pregunta 5 por estudiante 9. Se observa que el estudiante no entiende el problema y no sabe cómo plantearlo, dando como resultado una respuesta que no tiene ningún objetivo.

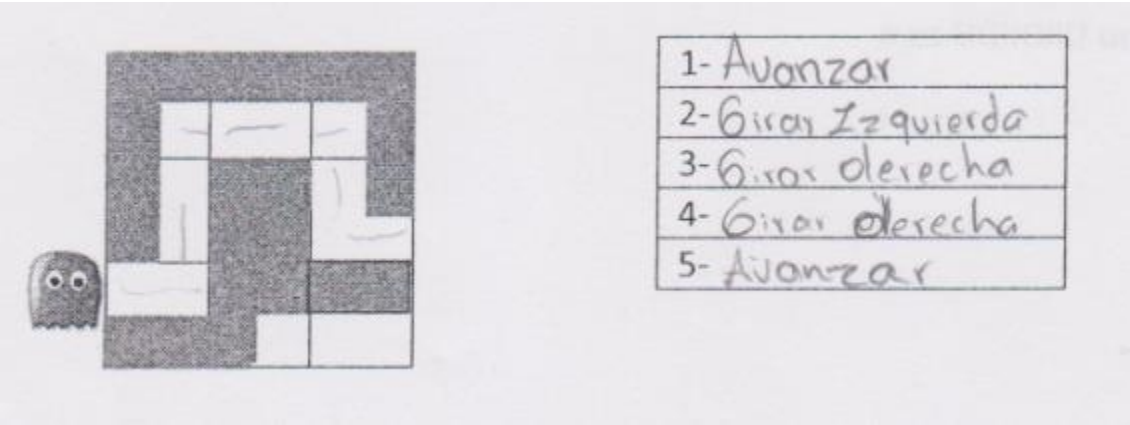


Figura 51. Planteamiento incorrecto de un algoritmo. Respuesta a la pregunta 3 por estudiante 9. Se observa que el estudiante no utiliza los pasos necesarios para resolver el algoritmo, se limita a colocar las instrucciones, pero sin seguir un orden adecuado.

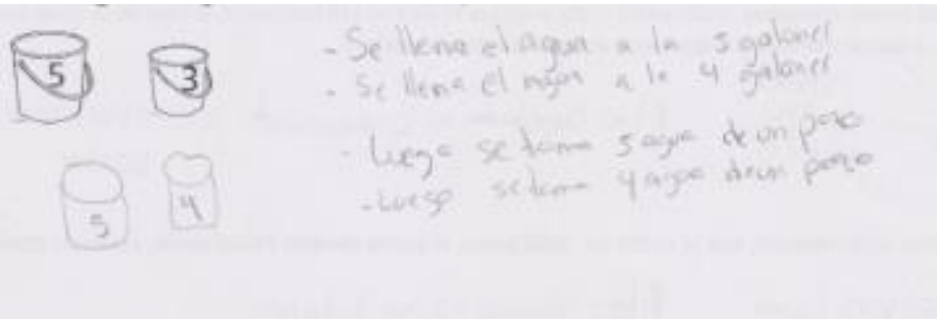


Figura 52. Error en planteamiento de algoritmo por dificultad en interpretación. Se observa que el estudiante no interpretó el problema que se necesitaba resolver, en esta imagen en particular se

evidencia que su planteamiento no es lógico, repitiendo los pasos cambiando el nombre de la acción, “se llena el agua a la de 5 galones” y se repite “se toma 5 agua de un pozo”

El cuestionario de salida evidencia que el estudiante no tiene ninguna mejora en sus habilidades de pensamiento algorítmico. No identifica los pasos para resolver algoritmos ni puede abstraer patrones de una secuencia de caracteres. Sus habilidades de pensamiento matemático son deficientes, no interpreta los datos planteados en los problemas, no realiza las operaciones matemáticas adecuadas y cuando las utiliza no tienen ningún objetivo para aplicar al problema planteado. Sus habilidades de pensamiento crítico siguen sin ningún cambio, no identifica el problema planteado, ni propone soluciones acertadas, por tal motivo no puede explicar ninguna respuesta (Ver figura 53 y 54).

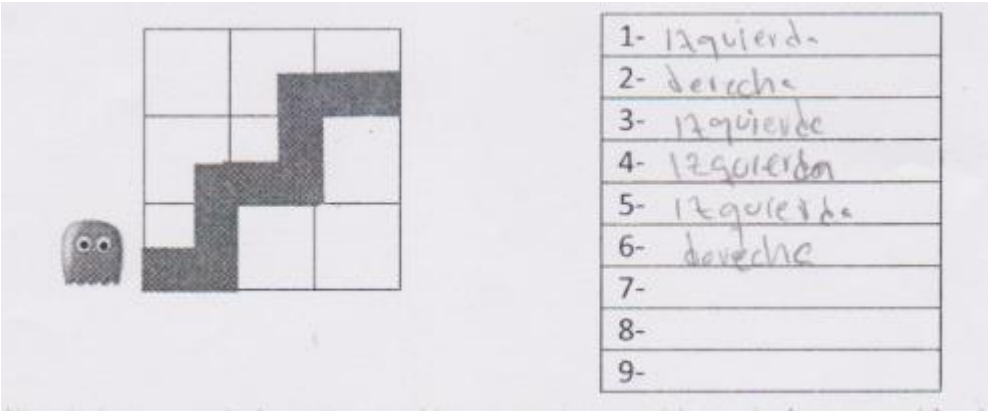


Figura 53. Planteamiento incorrecto del algoritmo pregunta 3, estudiante 9. Se evidencia que no interpreta el problema, planteando mal el algoritmo, utilizando dos acciones del problema de las tres planteadas para su solución.

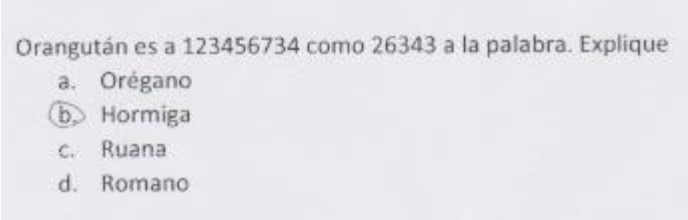

Orangután es a 123456734 como 26343 a la palabra. Explique
a. Orégano
b. Hormiga
c. Ruana
d. Romano

Figura 54. Planteamiento incorrecto por dificultad en abstracción de patrones. Se evidencia esta dificultad cuando selecciona la palabra que contiene la letra "h", la cual no es parte de la palabra de ejemplo.

Estudiante 10. El cuestionario de entrada evidencia que sus habilidades en pensamiento algorítmico son deficientes, no identifica los pasos para resolver los algoritmos planteados, esto se evidencia en el planteamiento del algoritmo de la pregunta 6 (ver figura 55)

Sus habilidades de pensamiento matemático son mínimas, no logra plantear de forma correcta los problemas, utiliza operaciones matemáticas sin ningún objetivo o propósito. Sus habilidades de pensamiento crítico son deficientes, no comprende el problema planteado en la pregunta por tal motivo no propone ninguna solución correcta.

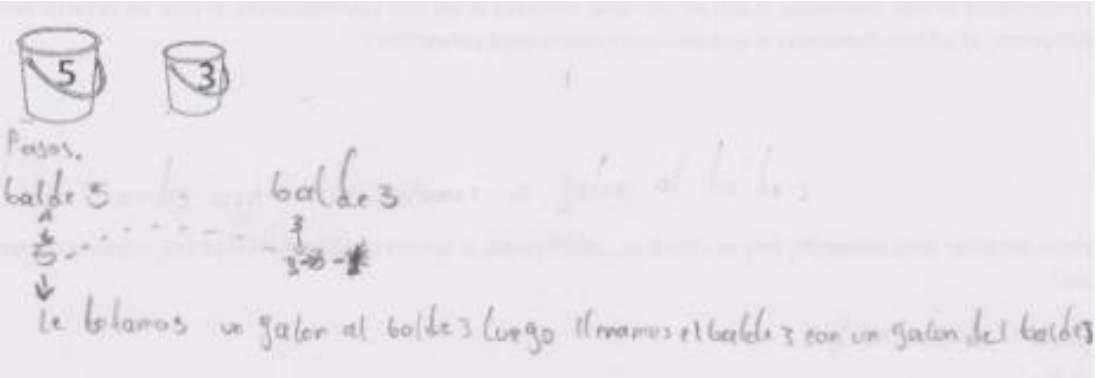


Figura 55. Error de planteamiento de un algoritmo por incongruencia entre los pasos planteados. Respuesta a la pregunta 6 por estudiante 10, donde se observa que los pasos planteados no son acordes con el algoritmo y simplemente inicia, pero no avanza en la solución.

El cuestionario de salida evidencia mejora leve respecto la prueba de entrada en sus habilidades en pensamiento algorítmico. Identifica los pasos para resolver algoritmos, pero estos no ofrecen solución adecuada al problema planteado; también puede abstraer de forma correcta patrones en secuencia de caracteres. Sus habilidades de pensamiento matemático mejoraron muy poco con respecto al cuestionario de entrada. Aun no plantea las soluciones correctas a los problemas propuestos y las respuestas no están argumentadas con ninguna operación matemática o procedimiento escrito. Sus habilidades de pensamiento crítico mejoraron muy poco con respecto al cuestionario de entrada. A veces identifica el problema propuesto, pero no siempre ofrece una solución acertada para resolverlo, tampoco puede explicar cómo llega a las respuestas que plantea.

Análisis de los datos de desempeño en interactividad de cada estudiante con el MED "Evolución"

A partir de las observaciones generales de desempeño registradas en el diario de campo durante la fase de implementación del MED, frente a cada reto propuesto, se encontró lo siguiente para cada uno:

El *reto1*, fue superado por todos los estudiantes, en su mayoría en el primer intento mientras otros en el segundo.

El *reto 2* fue repetido por la mayoría de estudiantes, algunos hasta más de 3 veces.

El *reto 3*, correspondiente a contenido de algoritmos y patrones, fue repetido por todos los estudiantes en más de 2 oportunidades. Algunos estudiantes avanzan al siguiente reto al no poder superar el reto 3. Es de recordar que el MED deja seguir al reto siguiente sin completar el anterior, pero no otorga la estrella en el reto.

El *reto 4,* fue repetido en varias ocasiones ya que son preguntas aleatorias el estudiante puede comprender algunas fácilmente y otras presentan algo de complicación.

El *reto 5* fue repetido muchas veces por un estudiante y se evidenció que para superarlo realizó operaciones con papel y lápiz.

El *reto 6,* fue repetido varias veces por los estudiantes pero después de varios intentos encontraron el patrón para resolverlo.

El *reto 7*, fue el que más dificultad tuvo para los estudiantes. Algunos intentaron observar qué hacían sus compañeros.

Ya de manera específica, se precisa describir los principales aspectos asociados al desempeño de los estudiantes frente a los retos después de realizar una observación detallada de los videos capturados en la fase de interacción de los estudiantes con el MED "Evolución". Para esto se diseñó una rúbrica de análisis del desempeño de cada estudiante, las cuales se presentan a continuación.

Desempeño estudiante 1. Según lo registrado en la rúbrica (Figura 56), el estudiante siempre tuvo en cuenta las instrucciones para cada uno de los retos. Los retos de mayor dificultad para el estudiante son los 3 y 7 en los cuales empleo un mayor número de repeticiones, los dos retos pertenecen a las habilidades de pensamiento algorítmico, los retos que incluían operaciones matemáticas tanto en habilidades de pensamiento matemático como crítico, fueron superados sin mucha dificultad, aunque se observa que la división es una operación que se debe mejorar porque se demoró más en encontrar el resultado en relación con las otras operaciones (ver figura 57).

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Estudiante 1

	Intentos	cambio reto	Operaciones fáciles	Operaciones difíciles	Puntaje	Lee la Ayuda	Dificultad
Reto 1	1	No	multiplicación	Sumas restas	69	Si	fácil
Observaciones **El estudiante encontró la forma de mantener los datos ocultos visibles, no involucra la concentración solo la solución de problemas matemáticos, resolvió primero las multiplicaciones y después las sumas y restas**							
Reto 2	2	si--3			105	Si	difícil
Observaciones **No puede interpretar el problema, Este reto lo deja de ultimo y cuando retoma resuelve sin problema la pregunta**							
Reto 3	17	si--4			64	Si	difícil
Observaciones **Tiende a realizar acciones aun sabiendo que el movimiento no representa un avance en el algoritmo, como abandono el reto y siguió con otros cundo retomo y después de realizar el reto 7 se tomó su tiempo para analizar los pasos sin embargo intenta realizar movimiento aun sabiendo que estos no resolverán el problema, cuando resolvió el reto lo logro en el segundo cero así que el programa lo marco como no resuelto cuando retoma el juego analiza y aunque lo intenta 2 veces más resuelve el patrón.**							
Reto 4	2	No			94	Si	media
Observaciones **Falto análisis en el primer intento**							
Reto 5	1	No	suma resta	división	40	Si	fácil
Observaciones **Un error con una multiplicación y se demora en la división mental**							
Reto 6	1				100	Si	fácil
Observaciones **Entendió el algoritmo y los pasos para solucionarlo**							
Reto 7	13	No			67	si	difícil
Observaciones **Leer de nuevo instrucciones, en 7 ocasiones estuvo a un movimiento de terminar el reto y aun así realizó un movimiento que no se podía, aun conociendo las instrucciones avanzaba y no era la solución correcta**							
Puntaje Total				539		tiempo total	30 minutos

Figura 56. Rúbrica de análisis del estudiante 1, interacción con el MED “Evolución”.

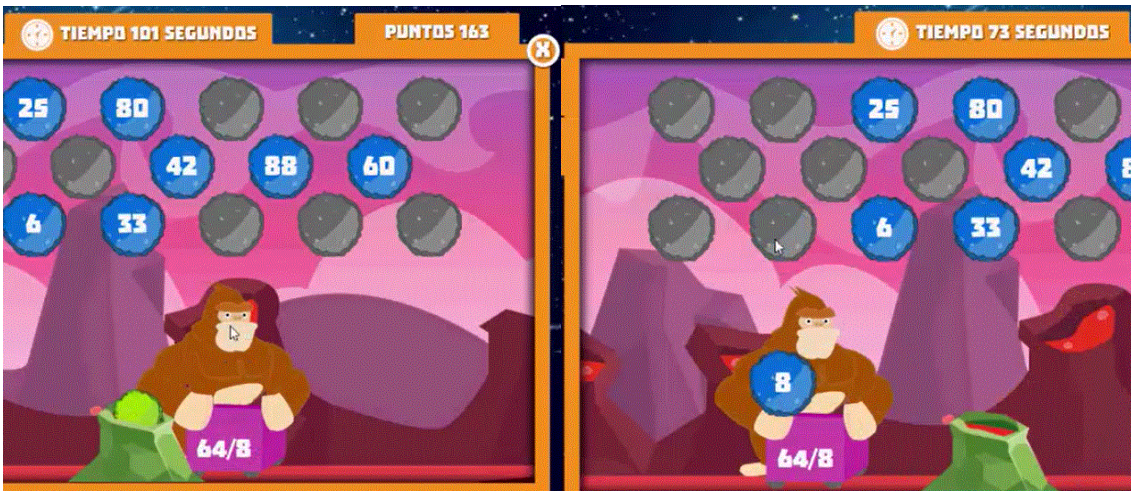


Figura 57. División del estudiante 1 en el reto 5. Se observa que según el tiempo de inicio de la operación y cuando encuentra el resultado pasaron 28 segundos.

Desempeño estudiante 2. En la rúbrica (figura 58) se registró que no lee la ayuda que tiene cada uno de los retos. Los retos de mayor dificultad para el estudiante son los 3, 6 y 7 en los cuales empleo un mayor número de repeticiones, aun con estas repeticiones los retos 3 y 7 no fueron superados, los tres retos pertenecen a las habilidades de pensamiento algorítmico. Los retos que incluían operaciones matemáticas tanto en habilidades de pensamiento matemático como crítico, presentaron gran dificultad si se observa en la rúbrica del estudiante el reto 5, en el cual se plantean operaciones matemáticas básicas, fue repetido ocho veces antes de ser superado.

Estudiante 2

	Intentos	cambio reto	Operaciones fáciles	Operaciones difíciles	Puntaje	Lee la Ayuda	Dificultad
Reto 1	2	No		Suma, resta multiplicación, división	106	No	Media
Observaciones **Encuentra las primeras dos parejas y después como no logra encontrar el resto comienza a tocar en forma aleatoria para encontrar las coincidencia, no aplica cálculo mental ni memoria**							
Reto 2	4	No		Suma resta	82	No	Difícil

Observaciones **No entiende la pregunta y por esta razón da respuestas alejadas de las solución**							
Reto 3 (no terminado)	20	Si--3			86	No	Difícil
Observaciones **Como no lee las instrucciones comienza a realizar movimientos sin ningún sentido pierde más de 1 minuto sin poder avanzar. En más de seis ocasiones estuvo a un movimiento de resolver el algoritmo pero no analizo el siguientes paso, se observa que es reiterativo con los pasos aun sabiendo que ya los realizo y no fueron correctos, retoma el reto pero no logra resolverlo abandona nuevamente, retoma de nuevo y aunque solo faltaba un movimiento no logra completarlo de forma correcta, en un último intento logra resolver el algoritmo, se observa que tomo su tiempo para analizar cada paso esta vez**							
Reto 4	3			Resta	99	No	Difícil
Observaciones **Se evidencia que no entiende la pregunta formulada y aunque intenta dar una respuesta esta no se aproxima por que realiza mal la resta de los números**							
Reto 5	8	Si--6		Suma resta multiplicación división		Si	Difícil
Observaciones **Se Observa que no tiene buenas bases matemáticas, las operaciones básicas le resultan complicadas de resaltar la multiplicación de 4*4 la fallo dos veces en el primer intento y en el segundo 1 y 12 *5 las fallo 3 veces en el segundo intento. Retoma el juego y no logra terminarlo abandona nuevamente, retoma el juego y no desarrolla ninguna actividad por más de 40 segundos abandona (temor al ver operaciones matemáticas) regresa al reto intenta 4 operaciones falla dos y abandona nuevamente, retoma y nuevamente no puede terminar. retoma una vez más y aunque realiza operaciones escritas no logra terminar el reto**							
Reto 6	12	Si--7			84	No	Difícil
Observaciones **No lee la ayuda y por esta razón comete varios errores lee nuevamente la ayuda pero no completa en total 4 veces retoma la ayuda, en muchas ocasiones realiza el mismo paso que ya le había dado error anteriormente. Cuando retoma falla la primera vez de con un paso que ya había dado pero en el siguiente intento logra resolver el algoritmo.**							
Reto 7 (no terminado)	16	Si--6				No	Difícil
Observaciones **Como no lee la instrucciones no realiza ninguna acción abandona y regresa al reto 6, retoma el juego sigue sin leer las instrucciones y se equivoca 6 veces lee las instrucciones y decide abandonar nuevamente, retoma y se equivoca 9 veces más comete los mis errores una y otra vez pero se reúsa a leer las instrucciones para entender el problema abandono nuevamente**							
Puntaje Total		457				Tiempo total	60 minutos

Figura 58. Rúbrica de análisis del estudiante 2, interacción con el MED “Evolución”.

Desempeño estudiante 3. En la rúbrica (figura 59) se registró que no lee la ayuda que tiene cada uno de los retos. El reto 1 fue el que presentó mayor dificultad para el estudiante en el cual empleo siete repeticiones, este reto pertenece a las habilidades de pensamiento algorítmico, los retos que incluían operaciones matemáticas tanto en habilidades de pensamiento matemático como crítico, fueron superados sin mucha dificultad.

Estudiante 3

	Intentos	cambio reto	Operaciones fáciles	Operaciones difíciles	Puntaje	Lee la Ayuda	Dificultad
Reto 1	1	No		Sumas restas multiplicación	2	No	Media
Observaciones El estudiante empieza tratando de armar las parejas y teniendo en cuenta los resultados, como no encuentra ningún resultado rápidamente comienza a abrir en forma aleatoria los datos que están ocultos, no aplica la concentración ni memorización de posicionamiento para hallar las parejas.							
Reto 2	3	No		Sumas	98	No	Difícil
Observaciones Realiza dos inténtenos y en el tercero logra resolverlo sin embargo se observa que no se toma el tiempo necesario para el análisis de la pregunta y responde datos alejados de las respuestas							
Reto 3	1	No			96	No	Fácil
Observaciones Esta observación es general, este estudiante no grabo la primera vez que interactuó con el material, se comprobó que el software de grabación de pantalla no se había activado, así que se le sugirió al estudiante que lo realizara de nuevo, se evidencia que después de jugar la primera vez pudo analizar el patrón con el cual dio solución y en la segunda oportunidad lo resolvió en un intento sin utilizar mucho tiempo							
Reto 4	4	No			103	No	media
Observaciones Falto análisis en los tres primeros intentos, aunque se tomó su tiempo para identificar el problema no pudo interpretar los datos asociados para su solución							
Reto 5 (no terminado)	2	No	suma resta	división	0	No	fácil
Observaciones Se observa que este reto en el primer intento no fue resuelto, tiene muchas dificultades para las operaciones matemáticas básicas sobre todo cuando implican dos cifras en ejemplo (12 *5, 30-13), no puede culminar el reto, completa la última operación pero ya está el tiempo en 0							
Reto 6	3	No			98	No	fácil
Observaciones Como ya había interactuado con este reto fue fácil resolverlo he identificar los pasos, sin embargo se equivoca una vez más pero da solución.							
Reto 7	7	No			58	No	Difícil
Observaciones Este reto ya lo había jugado una vez aunque se desconocen los intentos, la segunda vez que lo realiza no lee las instrucciones y comienza a cometer errores, realiza muchos pasos reiterativamente que lo llevan al mismo resultado, intenta analizar pero este análisis no termina de una forma adecuada.							
Puntaje Total				523	Este tiempo corresponde al segundo intento	Tiempo total	16 minutos

Figura 59. Rúbrica de análisis del estudiante 3, interacción con el MED "Evolución".

Desempeño estudiante 5. En la rúbrica (figura 60) se registró que solo en algunos retos lee la ayuda. Los retos 3 y 7 fueron los que presentaron mayor dificultad para el estudiante

teniendo en cuenta el número de repeticiones, estos retos pertenece a las habilidades de pensamiento algorítmico, los retos que incluían operaciones matemáticas tanto en habilidades de pensamiento matemático como crítico, fueron superados sin mucha dificultad.

Estudiante 5

	Intentos	cambio reto	Operaciones fáciles	Operaciones difíciles	Puntaje	Lee la Ayuda	Dificultad
Reto 1	1	No	Sumas, restas, multiplicaciones	división	100	No	Fácil
Observaciones El estudiante empieza tratando de armar las parejas y teniendo en cuenta los resultados, como no encuentra ningún resultado rápidamente comienza a abrir en forma aleatoria los datos que están ocultos, muy pocas veces utiliza la memoria para recordar los datos ya abiertos. Se observa que por iniciativa en la primera oportunidad alcanzo 40 puntos y decidió repetir el reto mejorando la forma de hallar las parejas y asociando las operaciones matemáticas más fácilmente que la primera vez.							
Reto 2	1	No	Sumas, restas		101	No	Fácil
Observaciones En único intento realiza la operación escribe un resultados incorrecto pero analiza una vez más y lo cambia antes de confirmar la respuesta.							
Reto 3	9	No			69	Si	Difícil
Observaciones El estudiante analiza los pasos necesario toma su tiempo y sabe cuándo se ha equivocado y reinicia la acción para intentarlo de nuevo, después de 7 intentos encuentra el patrón pero se le acaba el tiempo, cuando entra de nuevo lo intenta dos veces más y puede resolverlo tomando su tiempo para analizar cada movimiento.							
Reto 4	2	No			103	Si	Fácil
Observaciones Falto análisis en el primer intento pero en el segundo lo soluciono fácilmente							
Reto 5	1	No	suma resta multiplicación	división	51	Si	fácil
Observaciones Se toma su tiempo para resolver las operaciones acertando en todas se notó un tiempo más de lo normal en operaciones de dos cifras como por ejemplo(12 *5)							
Reto 6	1	No			98	No	fácil
Observaciones El estudiante no tomo en cuenta las instrucciones de este reto, y aun así pudo resolverlo en un corto tiempo analizando la situación planteada simplemente con observarla, es de resaltar que según la apreciación del investigador se evidencia que ya había jugado un reto parecido alguna vez y pudo asociar ese reto con el propuesto en este material, se resalta esta capacidad de adaptación							
Reto 7	7	No			66	Si	Difícil
Observaciones Lee las instrucciones pero según las repeticiones y erros de procedimiento contante se evidencia que no entiende bien el problema, esto conlleva a realiza muchos pasos reiterativamente que lo llevan al mismo resultado, intenta analizar pero este análisis no termina de una forma adecuada.							

Puntaje Total				581		Tiempo total	20 minutos

Figura 60. Rubrica de análisis del estudiante 5, interacción con el MED "Evolución".

Desempeño estudiante 6. En la rúbrica (figura 61) se registró que lee la ayuda que tiene cada uno de los retos. Los retos de mayor dificultad para el estudiante son los 3 y 7 en los cuales empleo un mayor número de repeticiones, aun con estas repeticiones los retos 3 y 7, el reto 3 no fue superado, los tres retos pertenecen a las habilidades de pensamiento algorítmico. Los retos que incluían operaciones matemáticas tanto en habilidades de pensamiento matemático como crítico, presentaron cierta dificultad. En particular el reto 5 el cual repitió tres veces para lograrlo superar.

Estudiante 6

	Intentos	cambio reto	Operaciones fáciles	Operaciones difíciles	Puntaje	Lee la Ayuda	Dificultad
Reto 1	1	No	Sumas, restas, multiplicaciones, división		54	Si	Fácil
Observaciones El estudiante tiene buenas bases matemáticas de retentiva es buena, no destapa el contenido en forma aleatoria, puede recordar en varias ocasiones donde está la relación entre la operación matemática y su resultado							
Reto 2	2	No	Sumas, restas		117	Si	Fácil
Observaciones Realiza dos intentos, toma su tiempo para analizar la pregunta identificar los datos y proponer una respuesta.							
Reto 3 (no terminado)	37	Si—4 Si---7 Si--7			0	Si	Difícil
Observaciones Lee las instrucciones pero no entiende cual es el patrón para solucionar el algoritmo, está apunto de solucionar pero no analiza el siguiente paso, abandona el reto después de 22 intentos. Retorna al juego y aunque sus movimientos lo acercan al resultado le falta el análisis final del último paso. Retomara por tercera vez al reto. Regresa al reto y aunque sus movimientos son mejores no logra encontrar el patrón para resolverlo. Regresa una vez más pro aunque los primeros movimientos se aproximan a resolver el algoritmo no puede encontrar el movimiento final							
Reto 4	3	No			64	Si	Medio
Observaciones Falto análisis en los dos primeros intentos, en el último se toma su tiempo en entender que le están preguntado y da una respuesta acertada							
Reto 5 (no terminado)	3	Si--6		División suma resta multiplicación	33	Si	Difícil

Observaciones Se toma su tiempo para analizar cada operación incluso tan sencillas como (10-5) en (15-6) se equivoca en 3 minutos solo realiza 5 operaciones de las 20 pospuestas. En su segundo reto se le complica las operaciones con dos dígitos como (12*5) en su segundo intento solo logra completar en 3 minutos 10 de las 20 operaciones propuestas. En el tercer intento se evidencia que el estudiante mejoro su atención y se concentra en las operaciones que debe realizar se toma su tiempo y aunque sigue cometiendo errores en operaciones con dos números (12*5) logra terminar el reto.							
Reto 6	2	No			63	Si	fácil
Observaciones Lee las instrucciones detenidamente cuando ingresa el juego analiza cada movimiento lo desarrollo en el primer intento							
Reto 7	45	Si—5 Si—3 Si--3			64	Si	Difícil
Observaciones Lee las instrucciones detenidamente pero realiza muchos intentos con el mismo error , en más de 10 ocasiones no consecutivas comete el error inicial, lee detenidamente dos veces más las instrucciones pero siempre arranca con un error que deberá estar claro si comprendiera el propósito del problema abandona. Cuando retoma el reto realiza este primer paso incorrecto lee nuevamente las instrucciones pero sigue proponiendo movimientos no acertados abandona nuevamente. Regresa nuevamente al reto y en los 6 primeros intentos comete el mismo movimiento que sabe que será un error lee nueva mente las instrucciones y se convirtió en constante que cuando las lee, el primer movimiento es error. A un no reconoce el problema que debe resolver abandona. Reintenta y después de 10 intentos más logra resolverlo							
Puntaje Total				395		Tiempo total	57 minutos

Figura 61. *Rúbrica de análisis del estudiante 6, interacción con el MED "Evolución".*

Desempeño estudiante 7. En la rúbrica (figura 62) se registró que lee la ayuda que tiene cada uno de los retos. Los retos de mayor dificultad para el estudiante son los 3 y 7 en los cuales empleo un mayor número de repeticiones, aun con estas repeticiones los retos 3 y 7, los tres retos pertenecen a las habilidades de pensamiento algorítmico. Los retos que incluían operaciones matemáticas tanto en habilidades de pensamiento matemático como crítico, presentaron cierta dificultad. En particular el reto 5 el cual repitió cuatro veces para lograrlo superar.

Estudiante 7

	Intentos	cambio reto	Operaciones fáciles	Operaciones difíciles	Puntaje	Lee la Ayuda	Dificultad
Reto 1	1	No	Sumas multiplicaciones		45	Si	Fácil

Observaciones El estudiante las parejas y teniendo en cuenta los resultados, la mayoría de parejas que encuentra las asocia teniendo retentiva de la operación matemática o el número asociado al resultado							
Reto 2	2	No	Sumas, restas		116	Si	Fácil
Observaciones Realiza un primer intento y falla pero no está lejos de la respuesta, en el segundo intento no tiene problema para hallar la respuesta							
Reto 3	11	No			38	Si	Difícil
Observaciones El estudiante realiza varios intentos y busca en internet la solución al algoritmo y lo encuentra en un video de YouTube, lo particular es que ve la solución una vez y aunque se equivoca en el primer intento en el siguiente encuentra el patrón en la apreciación del investigador posee capacidades de memoria al menos momentánea.							
Reto 4	4	Si--5			0	Si	Dificultad
Observaciones Falto analizar los datos y la pregunta en los tres primeros intentos, regresa analiza la pregunta y realiza la operación correcta							
Reto 5	4	Si--6		División suma resta multiplicación	38	Si	Fácil
Observaciones Se toma su tiempo para resolver las operaciones algunas la resuelve bien pero tiene problema con la división, en la operación (18/3) se equivoca 4 veces. En (15-6) se equivocó 2 veces, lo intenta de nuevo y sigue cometiendo errores en las operaciones abandona. Regresa al reto y aunque se toma su tiempo logra terminar las operaciones cometiendo pocos errores.							
Reto 6	15	Si--7			104	no	Fácil
Observaciones El estudiante no tomo en cuenta las instrucciones de este reto, realiza 6 movimientos iniciales que lo llevan al error hasta que decide leer las instrucciones, aunque las lee las instrucciones comete los mismos errores que al inicio sin leerlas. Regresa el reto y los dos primeros intentos falla nuevamente, lee una vez más las instrucciones y encuentra el patrón para resolver el algoritmo. Intenta resolverlo en menos tiempo pero se equivoca dos veces más antes de encontrar el patrón							
Reto 7 (no terminado)	30	Si--5			66	Si	Difícil
Observaciones Lee las instrucciones pero según las repeticiones y erros de procedimiento contante se evidencia que no entiende bien el problema, las vuelve a leer pero sigue cometiendo errores abandona en el intento 3, regresa es el último reto que le falta lee varias veces las instrucciones pero no interpreta el problema, lo fallos son reiterativos y comete los mismos errores una y otra vez. No logra resolver el reto.							
Puntaje Total				581		Tiempo total	59 minutos

Figura 62. Rúbrica de análisis del estudiante 7, interacción con el MED “Evolución”.

Desempeño estudiante 9. En la rúbrica (figura 63) se registró que no lee la ayuda que tiene cada uno de los retos. Los retos de mayor dificultad para el estudiante son los 3, 6 y 7 en los cuales empleo un mayor número de repeticiones, aun con estas repeticiones los retos 6 y 7 no

fueron superados, los tres retos pertenecen a las habilidades de pensamiento algorítmico. Los retos que incluían operaciones matemáticas tanto en habilidades de pensamiento matemático como crítico, presentaron gran dificultad si se observa en la rúbrica del estudiante.

Estudiante 9

	Intentos	cambio reto	Operaciones fáciles	Operaciones difíciles	Puntaje	Lee la Ayuda	Dificultad
Reto 1	1	No	Sumas multiplicaciones		94	**Si**	Fácil
Observaciones El estudiante haya las parejas y teniendo en cuenta los resultados, la mayoría de parejas que encuentra las asocia teniendo retentiva de la operación matemática o el número asociado al resultado se evidencia retentiva y memoria para recordar los datos							
Reto 2	4	Si--3	Sumas, restas		43	No	Difícil
Observaciones Realiza un primer intento y falla abandona. Regresa y coloca una respuesta muy alejada de la respuesta en el último intento lee el planteamiento, analiza y realiza la operación adecuada.							
Reto 3	30	Si--2			30	No	Difícil
Observaciones No lee las instrucciones por esto comete fallas reiterativas y son los mismos movimientos varias veces abandona. Cuando regresa realiza muchos movimientos iguales que lo llevan a un error pero es reiterativo con ellos. Al final de ensayo y error encuentra el patrón							
Reto 4	12	Si—5 Si--5			17	Si	Difícil
Observaciones Falto analizar los datos y sus respuestas son muy alejadas de la solución se evidencia que no reconoce el problema ni entiende los datos involucrados en el. Esto es repetitivo. Regresa y no logra analizar los datos planteados en la pregunta, una vez más intenta el reto pero igual que las veces pasadas su respuesta es alejada de la solución, regresa y obtiene el mismo resultado respuesta alejada de la solución. Después de varios intentos encuentra una solución.							
Reto 5	2	Si—4		División suma resta multiplicación	38	Si	Difícil
Observaciones En su primer intento se toma su tiempo para cada una de las operaciones ninguna es incorrecta pero se le acaba el tiempo, evidencia que conoce las operaciones pero no es muy ágil con el cálculo mental, en su segundo intento se repite lo mismo mucho tiempo para realizar las operaciones y se acaba el tiempo.							
Reto 6 (no resuelto)	20	Si--7			104	no	Difícil
Observaciones El estudiante no tomo en cuenta las instrucciones de este reto, realiza movimientos al azar pero no logra entender cierra el reto y cuando lo abre de nuevo lee las instrucciones y aunque se toma su tiempo cundo ejecuta de nuevo el reto comete error tras error, trata de realizar pasos de forma aleatoria sin fundamento, sigue realizando movimientos sin sentido, (este estudiante pido ayuda a un compañero)							
Reto 7 (no terminado)	40	Si—5 Si--4			66	Si	Difícil

Observaciones Lee las instrucciones pero según las repeticiones y erros de procedimiento contante se evidencia que no entiende bien el problema, realiza varios movimientos pero abandona. Regresa y comete los mismo errores y pasos incorrectos (pide ayuda a un compañero)							
Puntaje Total				345		Tiempo total	49 minutos

Figura 63. Rúbrica de análisis del estudiante 9, interacción con el MED "Evolución".

Desempeño estudiante 10. En la rúbrica (figura 64) se registró que no lee la ayuda que tiene cada uno de los retos. Los retos de mayor dificultad para el estudiante son los 3, 6 y 7 en los cuales empleo un mayor número de repeticiones, los tres retos pertenecen a las habilidades de pensamiento algorítmico. Los retos que incluían operaciones matemáticas tanto en habilidades de pensamiento matemático como crítico, presentaron gran dificultad si se observa en la rúbrica del estudiante. El reto 5 después de tres intentos no fue superado.

Estudiante 10

	Intentos	cambio reto	Operaciones fáciles	Operaciones difíciles	Puntaje	Lee la Ayuda	Dificultad
Reto 1	3	No		Sumas multiplicaciones	106	**No**	Difícil
Observaciones El estudiante no haya las parejas de una forma ordenada trata de adivinar y toca los elementos sin ningún objetivo se acaba el tiempo. En el tercer intento sigue abriendo en forma aleatoria para descubrir parejas solo que esta vez tiene mejor suerte y termina el reto.							
Reto 2	2	No		Sumas, restas	89	Si	Difícil
Observaciones Realiza un primer intento y falla abandona. Regresa y coloca una respuesta correcta aunque se nota que tiene dificultad con las operaciones por que toma su tiempo para enviar la respuesta correcta							
Reto 3 (no resuelto)	40	Si—4			0	No	Difícil
Observaciones No lee las instrucciones por esto comete fallas reiterativas y son los mismos movimientos varias veces Cuando regresa realiza muchos movimientos iguales que lo llevan a un error pero es reiterativo con ellos. Al final de ensayo y error encuentra el patrón pero lo realiza cuando el tiempo llega a 0 y el material no activa como reto solucionado.							
Reto 4	6	Si—5			63	Si	Difícil
Observaciones Falto analizar los datos y sus respuestas son muy alejadas de la solución se evidencia que no reconoce el problema ni entiende los datos involucrados en el. Esto es repetitivo. Regresa y no logra analizar los datos planteados en la pregunta, Después de varios intentos encuentra una solución.							

Reto 5 (no resuelto)	3	Si—4 Si—4		División suma resta multiplicación	0	Si	Difícil
Observaciones En su primer intento se toma su tiempo para cada una de las operaciones ninguna es incorrecta pero se le acaba el tiempo, evidencia que tiene problema con las operaciones básicas falla en (4*4) en 3 minutos solo realizo 2 operaciones de 20 abandona, nuevamente regresa y en 3 minutos solo resuelve 2 operaciones abandona. Un nuevo intento pero no logra solucionar no puede realizar las operaciones abandona							
Reto 6	18	No			99	no	Difícil
Observaciones El estudiante no tomo en cuenta las instrucciones de este reto, realiza movimientos al azar pero no logra entender cierra el reto y cuando lo abre de nuevo lee las instrucciones y aunque se toma su tiempo cundo ejecuta de nuevo el reto comete errores que ya ha cometido, trata de realizar pasos de forma aleatoria sin fundamento, al fin **logra encontrar** el patrón de muchos intentos							
Reto 7 (no terminado)	38	No			0	Si	Difícil
Observaciones Lee las instrucciones pero según las repeticiones y erros de procedimiento contante se evidencia que no entiende bien el problema, realiza varios movimientos repetitivos que conducen a un error aun así los realiza, después de tanto ensayar encuentra el patrón.							
Puntaje Total				370		Tiempo total	60 minutos

Figura 64. Rúbrica de análisis del estudiante 10, interacción con el MED “Evolución”.

Análisis de los datos reportados en cuestionario y grupo focal sobre interactividad con el MED “Evolución”

El cuestionario interacción con el MED, conformado por 13 preguntas abiertas, tuvo el propósito de indagar en los estudiantes sobre su apreciación del material (fortalezas y debilidades), también sus aportes para resolver problemas y a la utilización de las matemáticas. El investigador observó que los estudiantes estaban respondiendo las preguntas con muy poca argumentación o muchas las estaban dejando en blanco, así que procedió a indagar de forma informal en un grupo focal sobre la implementación del material.

Este cuestionario fue realizado el día 2 de Marzo de 2016 en el curso PA02 del Instituto Colombiano de Aprendizaje INCAP sede chapinero, con una duración de 30 minutos, al finalizar este cuestionario se procedió a realizar el grupo focal el cual tuvo una duración de 30 minutos aproximadamente.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

En primer lugar se solicitó a los estudiantes que dieran una explicación o conceptos con sus propias palabras sobre el MED "Evolución". Al respecto, el estudiante 1 escribió: "*un conjunto de juegos con el objetivo de desarrollar actividades tanto lógicas como de creatividad*"; el estudiante 10 propuso "*es una página que contiene una serie de juegos los cuales consisten en evolucionar mediante una serie de problemas*"; el estudiante 3 da una explicación un poco más detallada: "*es un juego de aprendizaje el cual ayuda a desarrollar cosas en el cerebro para tener una buena lógica e interpretación y también matemática*" el estudiante 5 explica que "*es una herramienta para fortalecer los conocimientos previos para mejorar la capacidad lógica*"; también se menciona que es un juego que puede ayudar a entender problemas como lo plantea el estudiante 7: "*es la capacidad de pensar ante un problema para llegar a resolverlo y entender como lo resolvió*". En esta idea se evidencia que no es solo pasar los retos que propone el MED, sino entender cómo se llegó a resolverlo; a su vez estos retos están asociados con el tema de algoritmos como lo expone el estudiante 2: "*es un juego educativo que nos ayuda a pensar y a ejercitar la lógica de los algoritmos*"; el estudiante 5 concluye que "*el juego de evolución me parece una muy buena herramienta por que explora todos los niveles desde el más básico que uno considera bueno, pues bastante elementales pero uno a veces a conciencia con el tiempo olvida varias cosas, entonces digamos que si sirve como para fortalecer las capacidades previas la capacidad de lógica organizar los procesos, me parece que si es una buena herramienta pedagógica*".

Se indago además por la navegabilidad (orientación, localización de elementos) del MED. Al respecto el estudiante 3 dice que "*tiene una interfaz sencilla es muy fácil navegar en el*"; el estudiante 5 aporta "*es un material de fácil manejo que usa medios sencillos y bien explicados*". Se puede entonces resaltar que el material es de fácil uso, fácil de navegar y su

interfaz sencilla hace que sea agradable. El estudiante 7 concluye que "*si fue fácil y bueno y ahí decían cómo hacer, como inscribirse, como registrarse y para mí fue fácil*"; se evidencia en la observación de los videos de interactividad con el MED que los estudiantes vieron el manual incorporado en la página web, en el cual se daban las instrucciones de cómo registrarse y poder acceder al MED "Evolución".

Se preguntó por la ayuda que traía el material, la cual según las observaciones del investigador no era utilizada. En cada reto aparecen las instrucciones y la mayoría de los estudiantes no leían estas instrucciones; el estudiante 7 manifiesta: "*no utilicé mucho la ayuda*"; solo el estudiante 3 manifiesta que la ayuda era necesaria: "*para cada reto juego necesitaba saber que hacer*". Aunque los estudiantes no utilizaron mucho la ayuda, se les preguntó si sabían dónde encontrar esa ayuda y todos respondieron que en el signo de interrogación "*?*".

Así como se indago por la ayuda también se preguntó si en el MED "Evolución" existió algo que no entendieran. La mayoría de estudiantes concordaron en que el MED era de fácil comprensión; así lo redacto el estudiante 5: "*lo comprendí en su totalidad*", lo complementa el estudiante 1 cuando afirma que "*todo estaba claro, tomó tiempo, pero es bastante claro*". Ese tiempo al que se refiere el estudiante es el tiempo de resolver los retos.

Se preguntó también por los retos que les parecieron más difíciles de superar. Para algunos los retos más difíciles fueron los algorítmicos como lo expresa el estudiante 2: "*el de los cavernícolas me demore mucho calculando el resultado*"; el estudiante 7 también concuerda con que este juego era el más difícil de pasar: "*el de los cavernícolas y aborígenes porque no entendía cómo llevar las personas al otro lado del rio; tocaba seguir los pasos del algoritmo, entonces si uno se saltaba un paso sí era difícil*"; el estudiante 9 también manifiesta que este juego fue el más complicado; al estudiante 6 se le complico más el reto de las ranas: "*el de los*

sapitos porque no podía seguir los pasos para pasarlos de un lado al otro"; aunque el estudiante 5 manifiesta que "*naturalmente cada nivel tenía una mayor dificultad que el anterior, pero al usar la lógica y el análisis los pude solucionar sin inconvenientes*". Aquí se evidencia que la dificultad del MED aumenta a medida que se avanza exigiendo mayores habilidades y concentración. Para otros estudiantes los retos matemáticos implicaron una mayor dificultad y lo justifican con sus conocimientos en matemáticas, como lo refiere el estudiante 3: "*con el juego del gorila pues por lo que no soy muy bueno en la matemática y necesitaba hacer el proceso, pero el problema era el tiempo muy corto*"; él estúdiate 3 coincide también con que este reto se dificulto más; el estudiante
10 menciona que "*fue el que más se me dificultó porque no tengo gran capacidad para realizar operaciones*". Aquí se evidencia que aunque las operaciones básicas para algunos son sencillas para otros tienen gran dificultad.

Se indago si este MED mejoro su lógica para resolver algoritmos, a lo cual el estudiante 10 responde "*si en parte porque cada uno de los ejercicios tenían una especie de pasos*"; el estudiante 3 resalta los retos algorítmicos: "*si ayuda pues en el juego de los cavernícolas y los aborígenes, teníamos que hacer una serie de pasos para llegar a un resultado lo mismo que se hace en un algoritmo*"; el estudiante 1 también destaca que los retos requieren de análisis para poderlos resolver con sus palabras: "*si porque me vi en la obligación de analizar, razonar y encontrar las variables para dar solución al problema*"; el estudiante 2 aporta que "*hay que pensar cada movimiento*"; el estudiante además del análisis resalta que para resolver los retos algorítmicos se debe tener un orden: "*ayuda a fortalecer el análisis y organizar los procesos*". Algunos estudiantes identifican los pasos para el desarrollo de algoritmos como secuencias, tal como lo expresa el estudiante 10: "*Pues en varios juegos encontré esas secuencias porque por*

ejemplo, en el que tocaba pasar los aborígenes tocaba seguir una serie de pasos para completar el paso; por ejemplo, primero cavernícolas y luego aborígenes".

Se preguntó también si el MED "Evolución" realizo algún aporte a las habilidades matemáticas en particular a las operaciones básicas (suma, resta, multiplicación, división). Al respecto el estudiante 1 se refirió en particular al primer reto, el cual pretendía encontrar parejas de operaciones matematices básicas y sus resultados: "*aumenta uno la capacidad de memorizar las operaciones grandes, también digamos porque le dice una operación cercana a la que uno hizo entonces uno la asimila y ya toma el valor más fácil y ya tiene más capacidad de hacer operaciones matemáticas*"; el estudiante 10 escribe que el MED "*ayuda a agilizar la mente en un el entorno matemático*"; el estudiante 2 concuerda con esta afirmación explicando: "*si porque nos pone a pensar más rápido coda una de estas operaciones*"; el estudiante 3 refiere que "*ayuda y mucho*"; por último el estudiante 7 expresa que "*si ayuda a mejorar los conceptos básicos de las matemáticas, para resolver problemas y mejorar nuestras capacidades*".

Se les preguntó por una definición en sus propias palabras sobre pensamiento computacional, ante lo cual el estudiante 3 escribe: "*Pues yo lo tomo como por el lado de pensar de cómo lo hará la maquina*"; el estudiante 1 explica: "*Entiendo que es la relación que hay entre el hombre y los equipos y se puede relacionar con la secuencia de todo computador y tiene una secuencia y nosotros nos basamos en secuencias, yo lo tomo como una relación*". En este caso el estudiante identifica una relación entre el hombre y la máquina. El estudiante 5 da una definición donde sitúa al pensamiento computacional en sus actividades diarias: "*Pues yo creo que el pensamiento computacional es más como un pensamiento organizado; de pronto una secuencia de pasos, de procesos que obviamente cumplen con un fin, digamos una función, y debe ser coherente, tiene que haber una secuencia que respete el orden que se va dando; porque*

digamos, el pensamiento computacional incluso se puede dar en el día a día, digamos cocinar; entonces digamos yo tengo que respetar ese proceso, unos pasos, porque por ejemplo no tendría una lógica prender la estufa mientras voy lavando los utensilios porque no estaría aplicando un orden lógico".

Se indagó también a los estudiantes por si este tipo de materiales fortalecen y ayudan a mejorar sus capacidades para la materia de lógica de programación y el pensamiento computacional. Según sus anteriores afirmaciones, el estudiante 1 expone: "pue*s yo creo que si porque al repetirlo varias veces lo ve uno como más claro la primera vez si se le hace más difícil, pero ya después uno ve que tiene que hacer primero unos pasos para que pueda terminarlo*". Aquí se resalta que la repetición puede aportar a entender la solución de los retos planteados en el MED, el estudiante 10 menciona: "*pues sí creo que ayudan un poco porque nos ayudan a agilizar un poco la mente, a no perder conocimiento sobre el tema y sí me parece un buen método pedagógico y educativo*"; el estudiante 2 manifiesta que este tipo de materiales lo saca de la rutina de las clases: "*Desde mi punto sería una buena herramienta porque lo hace salir de lo fácil de lo que uno está acostumbrado que la tecnología lo hace todo por uno, y en el juego puede evidenciar que lo hace pensar a uno varias veces para hacer las cosas; no es como lo que uno hace que busca en internet algún tipo de cosa y ya, pues le bota la información que uno necesita. En cambio en el juego tiene que dar uno un pensamiento más profundo y pues, no como tan usado normalmente o usualmente*". Este planteamiento del estudiante permite identificar una reflexión, y es que muchas veces la tecnología lo hace todo por las personas y que muchas de las acciones asociadas a esta tecnología se desarrollan en internet, como la búsqueda de información, pero con la utilización de los MED, se involucra el pensamiento y otras actividades a las cuales no se está acostumbrado. Por su parte para el estudiante 5 los MED son

una herramienta que permite desarrollar varias habilidades: "*me parece una buena herramienta pedagógica, digamos si a uno le ayuda a desarrollar esas habilidades de lógica de razonamiento yo creo que si definitivamente esta es una de esas herramientas que debería ser usada en mayor escala en todas las áreas del conocimiento; hoy en día que todavía los centros universitarios todavía manejan a la antigua prácticamente, y no se han dado cuenta que con la globalización, las últimas tecnologías son prácticamente un requisito; también el acceso a estos medios informativos que obviamente lo ponen a uno a la par con personas de otras latitudes*". En esta última afirmación del estudiante se evidencia que tiene la precepción que este tipo de materiales no son utilizados por la mayoría de docentes y que la tecnología no se está involucrando tanto en el contexto educativo.

Al indagar por los aspectos positivos del MED "Evolución", los estudiantes asociaron los retos con operaciones matemáticas, algoritmos, la solución de problemas y con la posibilidad de mejorar el pensamiento como lo redacta el estudiante 6: "*me ayuda de una manera dinámica a resolver problemas agilizar mi pensamiento*"; el estudiante 2 responde que le ayuda a "*pensar, ser más rápido, tener más lógica*"; estudiante 1 "*desarrolla la capacidad de entender y resolver algoritmos de más sencillos a los más complejos*"; el estudiante 3 menciona que estimula el pensamiento: "*ayuda a mejorar el pensamiento y desarrollar habilidades*"; el estudiante redacta algunas habilidades del juego que fueron fortalecidas: "*habilidades matemáticas, habilidades lógicas, capacidad de análisis*". En consecuencia se podría pensar que el MED cumple con su objetivo de fortalecer habilidades que ya se tienen y que no se practican.

Otra pregunta que se realizó a los estudiantes fue con respecto a qué se debería mejorar en el MED "Evolución". Algunas de las respuestas fueron: Para el estudiante 7, "*Nada. Debería dejarlo como está, creo que así como está, está genial*"; el estudiante 10 sin embargo propone

que se debería aumentar la dificultad de los juegos; en sus palabras "*se supone que nosotros estamos trabajando programación, por lo tanto este tipo de ejercicios nos ayudan a refinar esos factores. Tanto la matemática como la lógica son fundamentales a la hora de programar. Algo que sí creo que le faltó, es lo que dijo el compañero, que era trabajar bajo presión, como los niveles, disminuir el tiempo*". Algunos estudiantes están de acuerdo que el tiempo de los retos se disminuya y que se incorporen nuevos retos al MED: el estudiante 2 expresa "*Digamos como juegos de habilidad, pero algo más rápido, tiempos de respuesta más rápida, algo que lo haga decidir a uno por así decirlo bajo presión*"; el estudiante 6 participa refiriendo "*Pues en los juegos yo diría que el del mico (orangután), podríamos hacer operaciones matemáticas más grandes y así con el tiempo más restringido*". El estudiante 2 propone "*un nivel que practiquemos el seudocódigo*", el estudiante 3 aporta: "*quizá el sudoku sería una buena ayuda, pero que lo hicieran más interactivo*".

Por último se indagó por el uso de este tipo de MED en otras clases a lo cual el estudiante 3 redacto "*si, pues este material nos ayuda a desarrollar grades cosas y de esta manera ser más eficientes en la clase*". Los estudiantes creen que los MED son divertidos y es una forma diferente de aprender, como lo manifiesta el estudiante 6: "*si porque no es siempre lo mismo y se aprende de forma diferente y divertida*"; el estudiante 2 menciona "*si porque son más divertidas las clases*"; el estudiante 1 opina " *queda claro que todo lo que sea educación digital es más sencillo de aprender que todo lo que solo abarca tablero y marcador*"; el estudiante 5 plantea que estos materiales le ayudan a mejorar las habilidades en otras materias: "*permite mejorar la compresión, análisis y razonamiento de los estudiantes*".

Reporte de resultados según categorías de análisis

Los hallazgos encontrados a partir de los instrumentos de recolección de información son presentados según las preguntas propuestas para cada categoría de análisis planteada. Inicialmente se reporta lo correspondiente a la experiencia de los estudiantes en el área de las matemáticas según caracterización de la muestra y con el uso de recursos TIC en el aula, así como el significado que éstas tienen para ellos dentro de su proceso de formación para responder a la pregunta ¿Qué tanto integra el estudiante las TIC en los procesos de formación?

En un segundo apartado se reportan los principales hallazgos sobre el desempeño de los estudiantes según los retos propuestos en el MED Evolución, las dificultades y en general estrategias observadas para su logro que permite responder a los interrogantes:
¿Cuáles actividades fueron más fáciles? ¿Cuáles actividades fueron más difíciles?

Posteriormente, se hace un reporte por estudiante y general sobre el desempeño visto desde cada una de las habilidades de pensamiento según reto, así como un reporte de las percepciones de los estudiantes tras la implementación del MED, sobre la experiencia de uso, aspectos de diseño a mejorar y posibilidad de este tipo de materiales para la enseñanza de la materia de Lógica de Programación. Bajo este análisis de resultados se busca responder a los interrogantes:
¿Qué tanto aportó el MED en la experiencia de aprendizaje? ¿Qué tan significativo fue para el usuario/estudiante?
¿Cuáles habilidades asociadas al pensamiento computacional se reconoce ha de fortalecerse?
¿Qué características del diseño colaboraron en el abordaje de los aspectos disciplinares mencionados?

Experiencia de uso de recursos TIC en el aula y frente al área de matemáticas. A partir de la información proporcionada por cada estudiante según cuestionario de caracterización previo a la implementación del MED "Evolución" y después del análisis presentado en el apartado anterior, se encuentra lo siguiente:

- Los estudiantes en su generalidad rescatan el uso de ciertos recursos en el aula como por ejemplo, correo electrónico, enciclopedias virtuales, foros. Hay quienes mencionan el uso de redes sociales (Facebook, Blogger, Twiter, etc.), o en general el uso de dispositivos como computadores, videobeam o celulares. Algunas de las materias donde son implementados estos recursos y materiales de apoyo (guías, talleres, entre otros), son informática, física, química, programación y por lo general están disponibles en un aula virtual.
- Aunque no hay claridad en lo que diferencia a un recurso TIC, los estudiantes consideran que son herramientas motivadoras para el aprendizaje.
- La mayoría de los estudiantes reporta "mala experiencia" con el área de matemáticas. Aunque se admite debilidad en esta área, se reconoce que las matemáticas están presentes en todas las situaciones de la vida diaria.
- Los estudiantes reconocen la relación entre las matemáticas y la materia de Lógica de Programación. Entre las razones encontradas está la relevancia de las matemáticas en la "aplicación correcta de órdenes, comandos y procesos en una secuencia organizada".

Desempeño de los estudiantes durante el uso del MED Evolución. Es de recordar que los retos 1 y 5 fueron especialmente diseñado para que los estudiantes practicaran las operaciones matemáticas básicas. Al realizar el análisis de desempeño de los estudiantes en el MED "Evolución" según la rúbrica diseñada para ello, se observó que las operaciones

matemáticas básicas como suma, resta, multiplicación y división para la mayoría de estudiantes son muy complicadas. Se encontró que seis de los estudiantes tienen alguna dificultad con estas operaciones y en particular cuando estas tienen más de un número. Un ejemplo de esto son los errores cometidos en operaciones como (12+5) o (30-13). El número de intentos según los retos 1 y 5 son representados en figura 65.

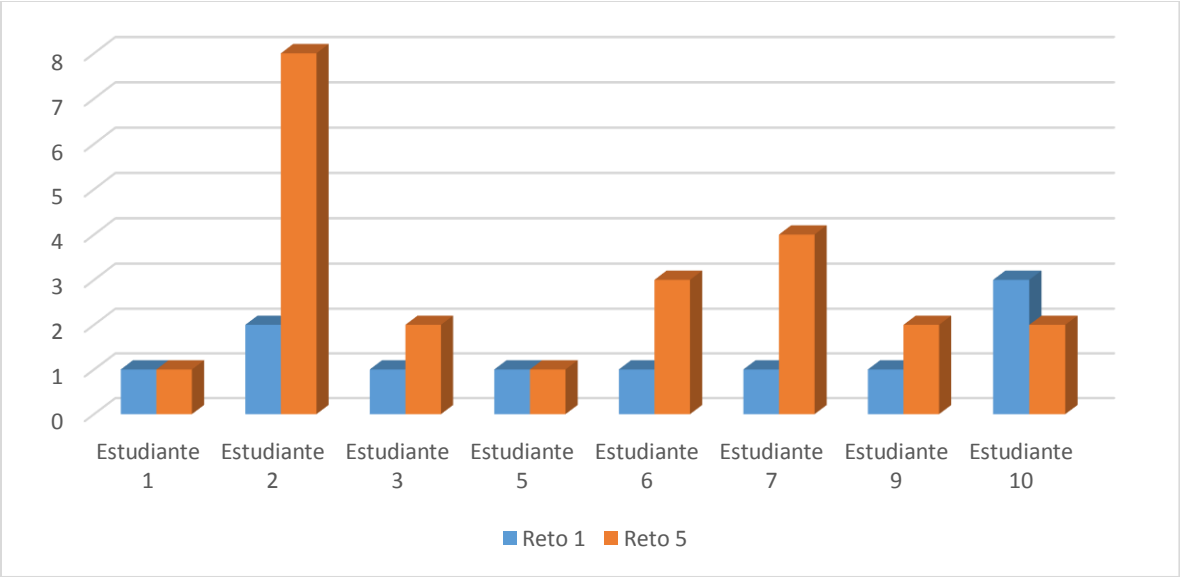


Figura 65. Número de intentos para retos sobre pensamiento matemático.

El reto 1, el cual involucra la asociación de parejas entre una operación matemática con su resultado, fue superado por seis estudiantes en el primer intento. Se pudo observar que una buena parte de los estudiantes, realizaban este reto en forma desordenada, tratando de adivinar o tal vez esperando a "que la suerte" les ayudara a descubrir las parejas. Un caso particular fue el observado en el estudiante 1, el cual encontró la forma de hacer visible las etiquetas de operación que se ocultaban detrás de cada elemento a aparejar, esto lo logro por accidente al dar doble clic sobre una célula que ya tenía el resultado descubierto. El estudiante simplemente se limitó a realizar las operaciones matemáticas y no involucró la memoria o la concentración según se esperaba para el reto (Ver figura 66).

Figura 66. Operaciones y resultados visibles. En esta figura se evidencia que el estudiante 1, logro que los resultados fueran visibles.

Es pertinente resaltar que los estudiantes 2, 6 y 10 no lograron superar el reto 5, el cual involucraba las cuatro operaciones básicas. En particular, el estudiante 2 intentó 8 veces solucionarlo y no pudo completarlo, teniendo errores reiterativos con la mayoría de operaciones. Se hace conveniente recordar que este reto tiene una duración de 3 minutos, lo que quiere decir que el estudiante empleó 24 minutos tratando de superarlo como se muestra en la rúbrica del estudiante (ver figura 58); en su último intento realizó operaciones matemáticas escritas, pero no tuvo éxito. Esta deficiencia en el cálculo mental, Gálvez et al (2011) las asocia con la utilización de las calculadoras y la llegada de los celulares, pero también a los métodos tradicionales de enseñanza de las matemáticas, donde se pretende lograr un aprendizaje mecánico, memorizando los algoritmos de las operaciones matemáticas, donde para lograr esta memorización se utilizan los cálculos escritos (ver figura 67).

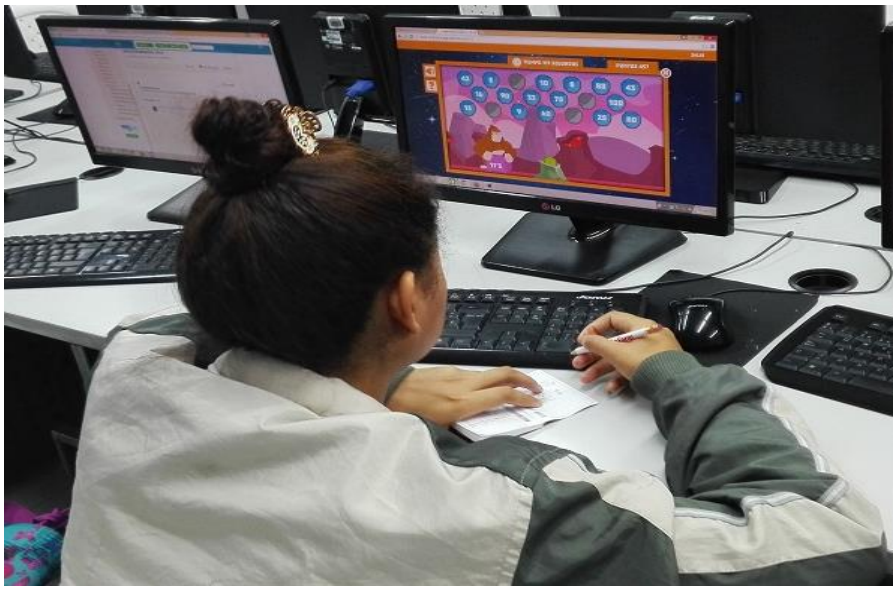


Figura 67. Operaciones matemáticas escritas. El estudiante 2 después de siete intentos tratando de resolver el reto 5 opta por realizar las operaciones en forma escrita.

Los retos 3, 6 y 7 fueron diseñados para involucrar habilidades de pensamiento algorítmico. Al realizar el análisis mediante las rubricas se observó que el reto que presentó menos dificultad fue el reto 6, esto se debió es que su solución tiene menos pasos que los retos 3 y 7, este reto se resuelve con seis pasos y los otros dos con más de diez. A pesar de que el MED reporta el logro de este reto, se toma como no alcanzado por el estudiante 9, ya que el investigador observó en la implementación que el estudiante pidió la ayuda a un compañero. Una gráfica de desempeño según número de intentos para estos retos se presenta en la figura 68.

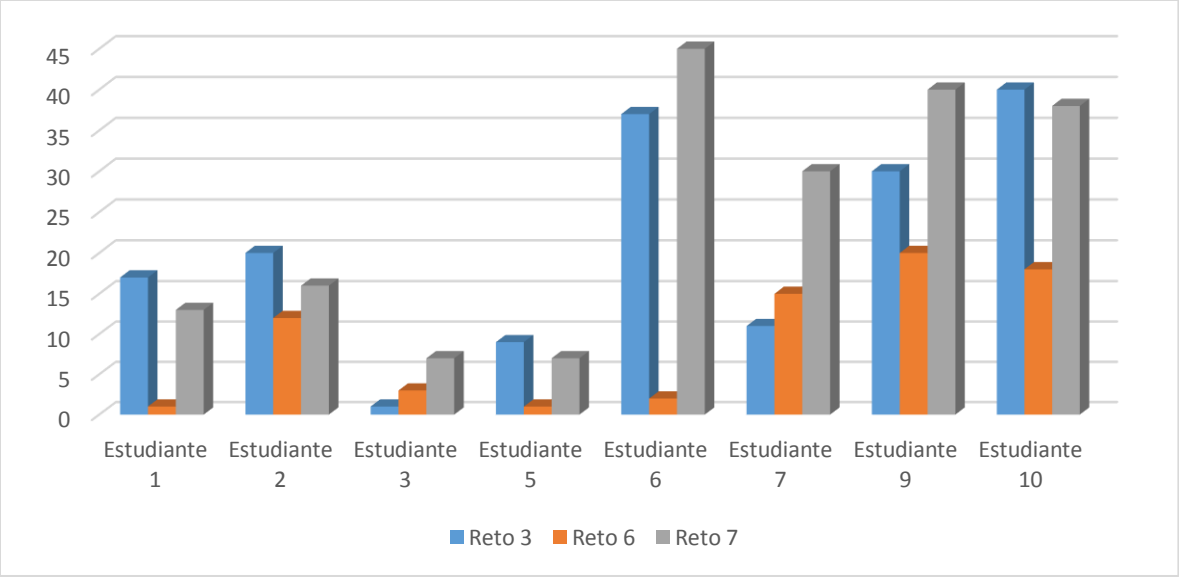


Figura 68. Número de intentos para retos sobre pensamiento algorítmico.

El reto 3 ocupa el segundo grado de dificultad. Los estudiantes 2, 6 y 10 a pesar de los intentos no pudieron encontrar el patrón para resolver el algoritmo. Cinco de los ocho estudiantes cometían los mismos errores y reiteraban en pasos que ya habían probado; aun sabiendo que la consecuencia sería un error, los cometían muchas veces (ver figura 69). Se hace pertinente mencionar que el estudiante 7 intenta una vez resolver el reto y falla, situación que lo anima a busca la solución en Internet, donde accede a un video de YouTube donde resuelven este algoritmo (ver figura 70).

Figura 69. Error común reto 3. En la imagen se aprecia un error común del reto 3, el cual consistía en el salto de una rana a una piedra vacía, pero como se ve en la figura el estudiante avanza todas las ranas verdes sin dejar espacio para el salto de la rana morada.

Figura 70. Búsqueda de solución en youtube.com. En la imagen se evidencia que el estudiante 7 al no poder resolver el reto 3 prefiere buscar en internet la solución la cual encuentra en un video de YouTube.

El reto 7 fue el de mayor dificultad para los estudiantes. En efecto es uno de los retos con mayor promedio de intentos (24) según las rubricas elaboradas para analizar cada estudiante. Los estudiantes 2, 7, 9 y 10 no pudieron solucionarlo; entre los cuatro estudiantes promediaron 31 intentos sin poder llegar a la solución. Como en el reto anterior (reto 6), se reiteran pasos con los cuales ya se había evidenciado un resultado de error y aun así perseveran en su estrategia.

Por su parte los retos 2 y 4 fueron diseñados para enviar preguntas aleatorias de manera que los estudiantes además de utilizar operaciones matemáticas como sumas y restas, incorporaran análisis e interpretación de los datos planteados en las preguntas. Estos retos fueron superados por todos los estudiantes, pero en un segundo intento. Según lo observado, los estudiantes 2, 9 y 10 ofrecen respuestas alejadas de la solución. Los 3 estudiantes superan estos retos con las preguntas más sencillas, que no implican un análisis complejo y operaciones como sumas y restas. La figura 71 permite observar el desempeño según número de intentos para estos retos.

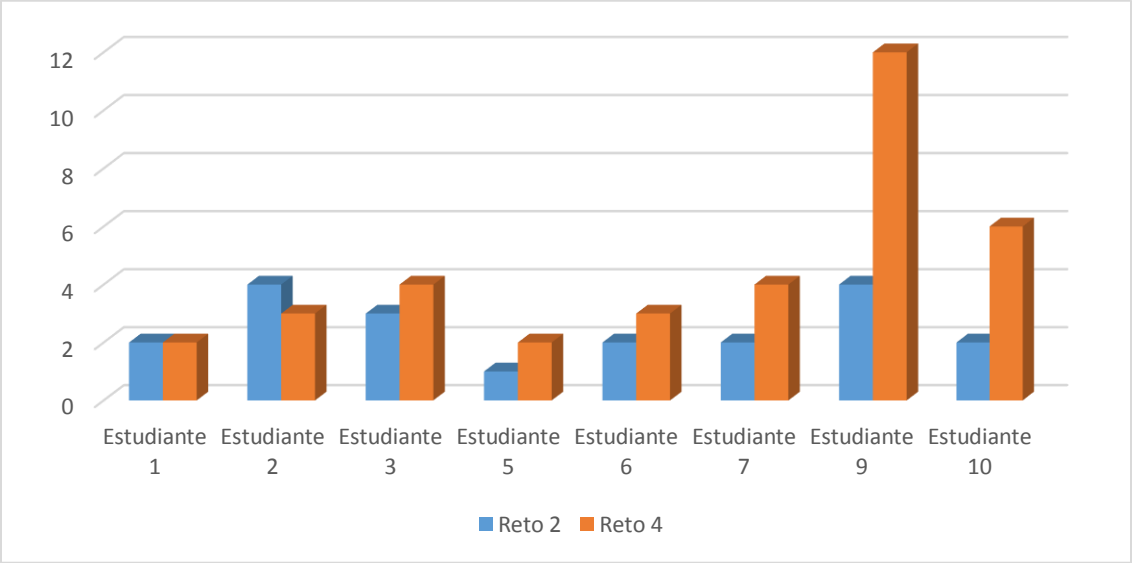


Figura 71. Intentos según retos asociados a pensamiento crítico.

Con todo lo anterior, se evidencia que los estudiantes presentan dificultades en el manejo de las operaciones matemáticas básicas. Esto sucede sobre todo cuando hay más de un número involucrado, sin importar si es suma, resta, multiplicación o división. La operación más compleja para los estudiantes es la división. Defior (2000) explica que el algoritmo de la división es el más difícil de entender porque las demás operaciones se ejecutan de izquierda a derecha la división va de derecha a izquierda, además esta no tiene un sistema de mecanización como la multiplicación.

Adicionalmente, se encuentra que los estudiantes no leen las instrucciones de los retos y esto los lleva a cometer muchas fallas. Esto se observa sobre todo en los retos de algoritmos, en los cuales las reiteraciones de pasos que llevan a un error son constantes; no analizan el siguiente paso o movimiento y prefieren simplemente adivinar o esperar que un compañero lo resuelva y les diga cómo realizarlo (ver figuras 72 y 73).

Figura 72. Error reiterativo en el reto 7. En la imagen muestra el error común en los estudiantes, como se observa en el lado derecho los aborígenes son dos y un cavernícola, el lado izquierdo esta la misma organización. Aun cuando ya había presentado el error segundos antes lo comete de nuevo.

Figura 73. Error reiterativo en el reto 3. En la imagen muestra el error común en los estudiantes, como se observa en el lado derecho las ranas moradas quedaron en el centro, los estudiantes repetían el patrón que da error pero con las ranas de color verde como se observa en el lado izquierdo están también en el centro.

Algunos estudiantes no analizan las preguntas ni interpretan los datos dados para encontrar una solución, así que sus planteamientos están muy lejos de llegar a un resultado correcto. Aunque estos retos fueron los de menos intentos, también se resalta que cuando los pasaron fueron en preguntas que involucraban un bajo análisis y operaciones como sumas y restas de un solo número. Un gráfico comparativo del desempeño de los estudiantes según los retos se presenta en la figura 74.

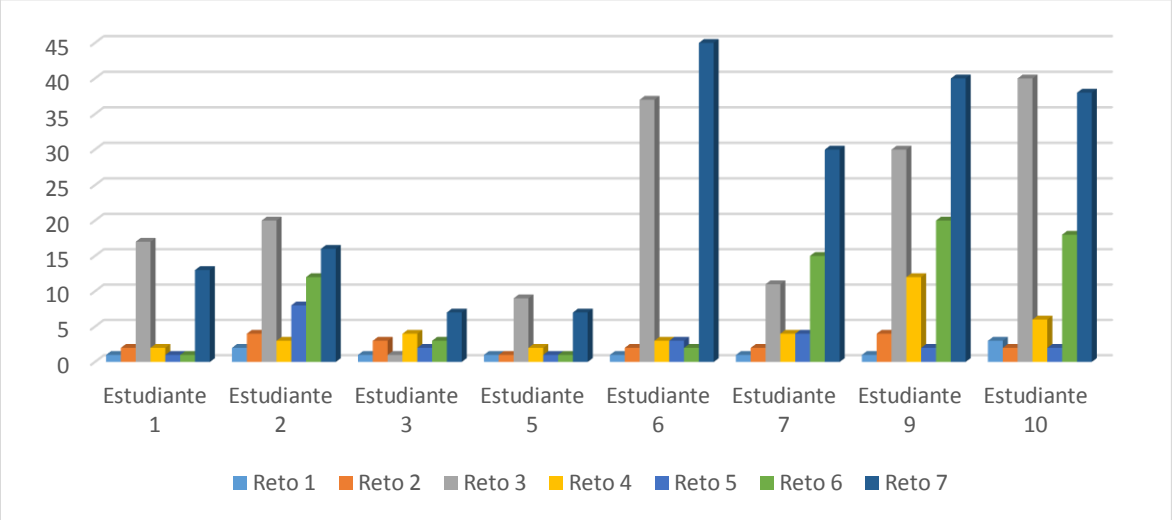


Figura 74. Número de intentos realizados por cada estudiante para cada reto

Desempeño de los estudiantes según habilidades de pensamiento. Para identificar qué habilidades asociadas al pensamiento computacional mostraban los estudiantes *antes* de la implementación y su posible mejoría *después* de interactuar con el MED Evolución, se hizo un análisis de los resultados obtenidos a partir de una prueba de entrada y salida, el cual permitió llegar a los siguientes resultados:

Comparación de los casos. Las habilidades de mayor dificultad para los casos con bajo desempeño, son las asociadas al pensamiento matemático lo que se puede evidenciar en las pruebas de entrada y salida según el análisis realizado. Después de la intervención con el MED parece potenciarse al menos una forma de pensamiento para todos los casos, así sea de manera leve. Como se observa en la gráfica 75 tres de los estudiantes no presentaron ninguna mejora después de la implementación, la preguntas propuestas para estos retos requerían un análisis de un problema y de su entendimiento dependía la solución.

Orrantia (2006) argumenta que existe una preocupación de los encargados de la enseñanza en todos sus niveles por entender las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas; hace referencia en particular a las operaciones matemáticas básicas, las cuales tienen sentido si se asocian a un problema, y no solo si se ven de forma aislada tratando de repetir un ejercicio para simplemente mecanizarlas.

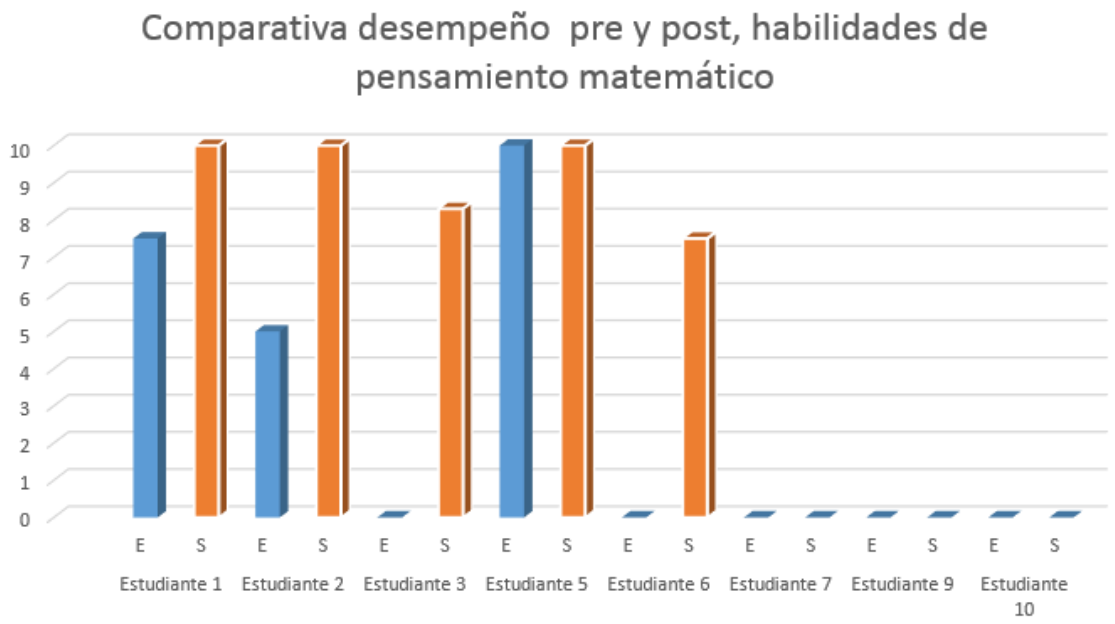


Figura 75. Gráfica comparativa habilidades matemáticas. Esta grafica muestra el desempeño de las habilidades matemáticas en la prueba de entrada y de salida.

En la mitad de los casos según la rubricas de análisis, pareciera haberse potenciado las habilidades de pensamiento matemático y algorítmico. En dos de los casos con mayor dificultad, se evidencia mejora en habilidades de pensamiento crítico y en uno de estos dos casos, se encontró un mejor desempeño según habilidades de pensamiento algorítmico.

Uno de los ocho casos analizados tanto en la prueba de entrada y salida, de más bajo desempeño fue el del estudiante 9, el cual no mostró cambio alguno comparando estas dos pruebas (ver figura 75). A su vez si se revisa el análisis de su rúbrica (ver figura 63) se evidencia que fue uno de los que más intentos realizo en la mayoría de los retos. Esto muy posiblemente esté asociado a una dificultad en el aprendizaje de las matemáticas según lo referido por Orrantia (2006), derivadas de metodologías de aprendizaje mecanicistas.

La figura 76, ilustra el desempeño de los estudiantes antes y después de la intervención con el MED, según el tipo de pensamiento observado.

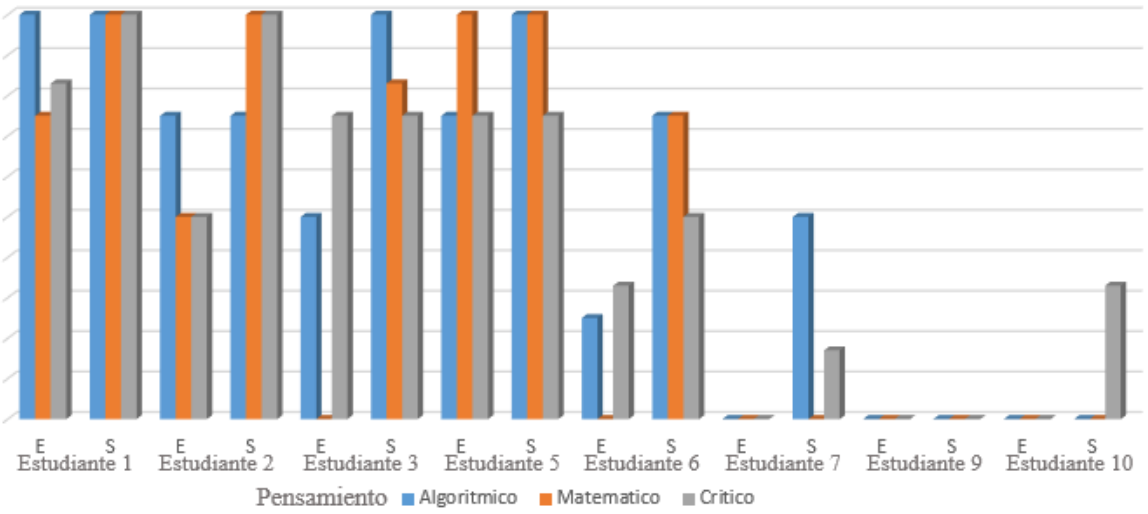


Figura 76. Gráfica comparativa del desempeño de los casos.

Dentro de las fallas más comunes asociadas a las habilidades de pensamiento (algorítmico, matemático, crítico), que colaboran al pensamiento computacional, se encontró siguiente:

Se observó en el análisis de cada uno de los casos, que una de las principales dificultades es entender el problema; algunos empiezan a realizar operaciones sin ningún objetivo claro y algunas de estas operaciones no son bien planteadas, como no entienden el problema no saben qué operación matemática deben aplicar; sobre todo ante operaciones como la multiplicación y la división (ver figura 77).

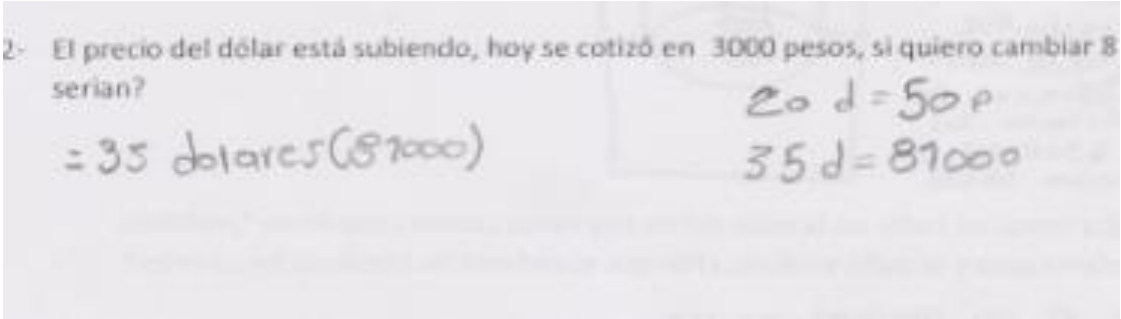


Figura 77. Ejemplo de operación mal planteada. Este es un ejemplo de una operación mal planteada en la cual se necesita realizar una división, pero como entiende el problema sus operaciones no tienes objetivo.

La habilidad para entender los problemas es una falla en la mayoría de estudiantes, no logrando comprender qué se quiere hallar con la pregunta planteada. De esto se deriva que los indicadores de las habilidades de pensamiento crítico no se cumplan; si no se entiende el problema no se puede proponer una solución adecuada y en consecuencia no se puede explicar ninguna solución. Con respecto a la comprensión lectora y su relación con las matemáticas Gordillo y Restrepo (2012) después de una investigación en estudiantes de pregrado concluyen que la habilidades lectoras son requeridas para cualquier disciplina, y en particular a las matemáticas, porque cualquier argumentación matemática parte del entendimiento de un problema. También se hace relevante referir que las habilidades matemáticas se pueden mejorar si el estudiante puede leer y escribir de forma correcta; la lectura se considera como elemento fundamental para entender el problema y la escritura el medio para poderlo redactar en forma ordenada y presentar una argumentación. Sobre esto es valioso recordar a Meyer (1986) quien afirma que los problemas matemáticos que incluyen narrativa necesitan de habilidades en lingüística.

Se evidencia en las rubricas de análisis de las pruebas de entrada y salida, que en la mayoría de estudiantes el indicador de abstracción de patrones es uno de los que presenta mayor facilidad, el cual permite asociar rápidamente los términos dados y dar una solución correcta a la pregunta. Por otro lado, como la solución de un algoritmo requiere de las habilidades que permitan entender el problema planteado, y como se evidencia en los otros tipos de pensamiento,

al no entender el problema no se pueden plantear los pasos lógicos y ordenados para dar una solución coherente.

Situaciones especiales. Como se ha podido observar a lo largo del reporte de resultados, se encuentran algunas situaciones especiales o no esperadas durante la implementación del MED y que motivó la creación de una nueva categoría de análisis (emergente). Estas situaciones son presentadas en la tabla 13, donde se clasifican según si hay una solución o no de los retos:

Tabla 13.

Tipo de situaciones especiales detectadas durante la implementación del MED.

Tipo de situación	Ejemplo de situación según observación
Solución fuera de la estrategia esperada	- Encuentra la forma de que el material educativo le muestre la respuesta. - No realiza cálculo mental. - Acierta por azar. - Consulta en internet las respuestas. - Consulta con un par la forma de responder.
No soluciona	- Reiteración en el error.

Experiencia de uso del MED Evolución. Como percepción de experiencia de uso del MED Evolución, la mayoría de los estudiantes expresan que es una herramienta que aporta en el desarrollo de habilidades (lógica, interpretación, matemática, resolución de problemas) y que tiene un propósito de aprendizaje que va más allá de superar los retos presentados:

> *"es un juego educativo que nos ayuda a pensar y a ejercitar la lógica de los algoritmos" (Estudiante 2).*

"el juego de evolución me parece una muy buena herramienta por que explora todos los niveles, desde el más básico -que uno considera bueno, pues, "bastante elementales-", pero uno a veces a conciencia, con el tiempo olvida varias cosas; entonces digamos que si sirve como para fortalecer las capacidades previas, la capacidad de lógica, organizar los procesos. Me parece que sí es una buena herramienta pedagógica." (Estudiante 5).

Frente a aspectos de diseño del MED, específicamente sobre la navegabilidad del material (orientación, localización de elementos), consideran que es un recurso con una interfaz no solo agradable a la vista sino de fácil navegación, todo esto parte de los principios claves en el diseño y desarrollo de materiales educativos digitales según Cabero y Gilsbert (2005). Se considera la ventaja de contar con una ayuda que facilita el registro y el acceso, mediante el manual incorporado en la página web.

Respecto al uso de la opción de Ayuda, los estudiantes reconocieron que se identificaba con el signo "**?**" aunque no hicieran mucho uso de ésta, ya que según la opinión general el material presenta de manera clara todos los retos.

Los retos algorítmicos fueron de mayor dificultad a opinión de los estudiantes, entre ellos el reto de los cavernícolas. Se considera que el MED propone una mayor dificultad a medida que se avanza en los retos:

"naturalmente cada nivel tenía una mayor dificultad que el anterior, pero al usar la lógica y el análisis los pude solucionar sin inconvenientes" (Estudiante 5).

Otros retos de dificultad son los retos matemáticos, relacionado según los estudiantes a los escasos conocimientos en matemáticas, dificultad para desarrollar las operaciones matemáticas (dificultad para concentrarse) y al mínimo tiempo dado para el logro del reto.

Los estudiantes consideran que el MED aporta en la lógica para resolver algoritmos por las siguientes razones:

- Los retos exigen el planteamiento de una serie de pasos/secuencias para llegar a un resultado.
- Se exige una serie de habilidades de pensamiento para dar solución a un problema, entre ellas "analizar, razonar y encontrar variables".

También consideran que el MED aporta en el fortalecimiento de las habilidades matemáticas, particularmente, en la capacidad de memorización, agilidad mental y realización de operaciones básicas.

Dentro de los aspectos de mejora del MED Evolución, se menciona aumentar la dificultad de los juegos mediante la disminución del tiempo de los retos y el nivel de complejidad, propios de los desafíos según Proactive (2011). También se considera importante la incorporación de nuevos retos.

> *"Digamos como juegos de habilidad pero algo más rápido tiempos de respuesta más rápida, algo que lo haga decidir a uno por así decirlo bajo presión" (Estudiante 2)*
>
> *"Pues en los juegos yo diría que el del mico (orangután) podríamos hacer operaciones matemáticas más grandes y así con el tiempo más restringido" (Estudiante 6)*
>
> *"quizá el sudoku sería una buena ayuda pero que lo hicieran más interactivo" (Estudiante 3, sobre la incorporación de un nuevo reto).*

Respecto a la pertinencia de este tipo de recursos en la enseñanza de la materia de lógica de programación, se encuentra consenso en las ventajas que éstos puedan ofrecer en el ámbito educativo y a la falta de implementación de los mismos en el aula:

> *"Desde mi punto sería una buena herramienta porque lo hace salir de lo fácil de lo que uno está acostumbrado, que la tecnología lo hace todo por uno, y en el juego puede evidenciar que lo hace pensar a uno varias veces para hacer las cosas. No es como lo que uno hace que busca en Internet algún tipo de cosa y ya, pues le vota la información que uno necesita. En cambio en el*

juego tiene que dar uno un pensamiento más profundo y pues no como tan usado normalmente o usualmente" (Estudiante 1).

"Me parece una buena herramienta pedagógica. Digamos si a uno le ayuda a desarrollar esas habilidades de lógica, de razonamiento, yo creo que sí, definitivamente esta es una de esas herramientas que debería ser usada en mayor escala en todas las áreas del conocimiento. Hoy en día que todavía los centros universitarios todavía manejan a la antigua prácticamente, y no s e han dado cuenta que con la globalización, las últimas tecnologías prácticamente son un requisito, también el acceso a estos medios informativos que obviamente lo ponen a uno a la par con personas de otras latitudes" (Estudiante 5).

Lo anterior también hace presente que los estudiantes reconocen la necesidad de involucrar este tipo de recursos en los contextos de aprendizaje, en un mundo donde se han roto las barreras de comunicación y donde se replantea la forma de enseñanza tradicional según el auge de las TIC, tal como lo refiere Moya (2009).

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, y con el propósito de responder a la pregunta que la orientó, es posible concluir lo siguiente:

Los estudiantes participantes exigen de condiciones cada vez más novedosas que hagan posible la experiencia de aprendizaje, según lo refiere Moreira (2005). Aún sin tener un conocimiento profundo de lo que significan las TIC, es claro su interés en este tipo de tecnologías y reconocen su importancia en un mundo globalizado.

Entre los recursos que a consideración de los estudiantes son implementados en algunas de las asignaturas por ellos tomadas, se encuentran el uso de redes sociales, juegos interactivos y materiales digitales. Integrar recursos TIC en los procesos de formación, resulta motivante e invita a aprender de una forma distinta y poco convencional, sintiéndose parte del proceso de aprendizaje y con una actitud diferente hacia este proceso, tal como lo señala Moreira (2005).

Aun así es importante tener en cuenta aquellos momentos donde el uso de la tecnología no logra cumplir con el objetivo de aprendizaje. Así por ejemplo, se identifica en esta investigación que durante la implementación del material educativo digital, algunos estudiantes no alcanzan el objetivo de aprendizaje trazado según reto, porque se evade el proceso en busca de otras alternativas poco reflexivas, como copiar las respuestas ya sea de un compañero, a través de la búsqueda en Internet o sencillamente identificando las debilidades de un programa.

Lo anterior pone de manifiesto que así los estudiantes tengan una relación cercana con las TIC, en los diferentes ámbitos (personal y educativo), se debe contar no solo con la motivación para aprender, la actitud para asociar los contenidos utilizados y darles un significado que pueda concluir en un conocimiento sino también lo que Falbel (1993) refiere como compromiso del estudiante frente al proceso de aprendizaje, que permita conectar los conocimientos a las tareas.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Cuando se quiere establecer el aporte del Material Educativo Digital “Evolución”, según el objetivo general de esta investigación, es importante considerar lo planteado por Ausbel (1976), quien indica que para tener un aprendizaje significativo, se debe tener un conocimiento previo para que este sea relacionado con el nuevo conocimiento. Los estudiantes que participaron en la investigación tenían unos conocimientos iniciales, los cuales fueron adquiriendo en sus diferentes años escolares o en experiencias personales, estos conocimientos para algunos fueron significativos para otros solo fue un aprendizaje mecánico según lo planteado por Palomino (1996), al interactuar con los retos planteados en el MED “Evolución”, este material sirvió para mejorar esos conocimientos iniciales recordar los que ya tenían.

Partiendo de lo hallado en la prueba de entrada y de salida, se evidencia que los estudiantes ingresan al programa de Operación de Programas Informáticos y Base de Datos con una serie de dificultades asociadas a falta de conocimientos previos necesarios según el nivel exigido para la materia de Lógica de Programación. Se encuentra entonces que los estudiantes que participaron en la investigación tienen dificultad en el uso de las operaciones básicas, análisis, interpretación y planteamiento de problemas paso a paso, éste último asociado al pensamiento algorítmico según la European Schoolnet (2014).

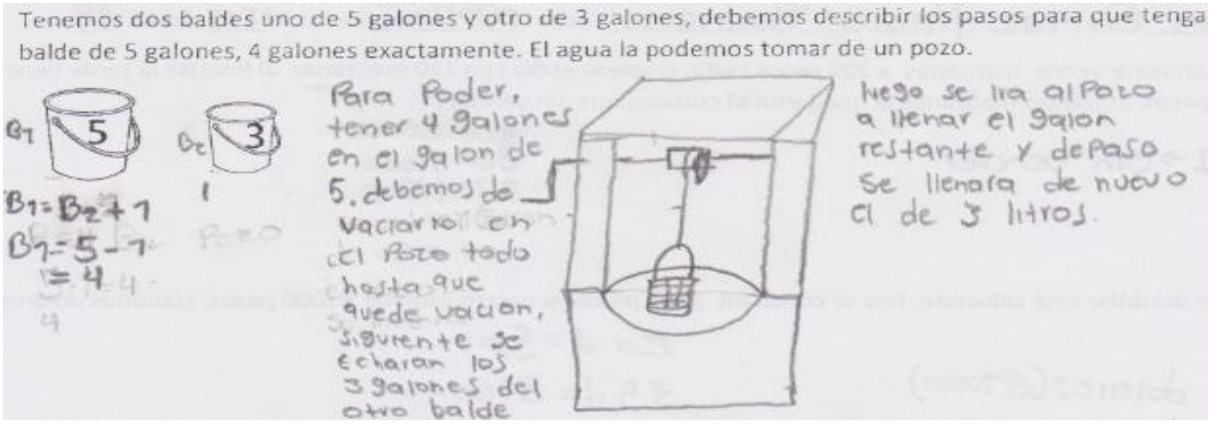


Figura 78. Planteamiento incorrecto de un algoritmo. En esta figura es posible apreciar un mal planteamiento de un problema algorítmico evidenciando escasas habilidades por parte del estudiante para entender y plantear una solución correcta.

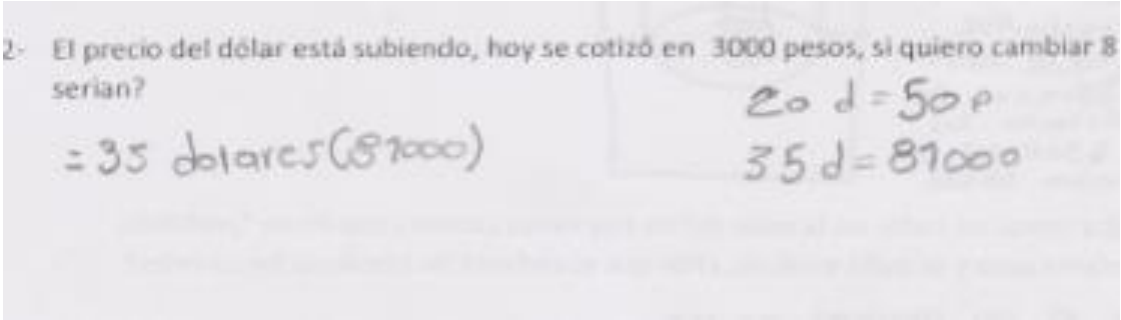


Figura 79. Planteamiento incorrecto de un problema matemático. En esta figura es posible apreciar un mal planteamiento de un problema matemático, el estudiante no sabe qué operación matemática se debe realizar, en este caso se espera una división pero el estudiantes simplemente se limita hacer aproximaciones, evidenciando escasas habilidades para entender y plantear la operación matemática correcta.

En términos de habilidades observadas asociadas a las tres formas de pensamiento (matemático, algorítmico y crítico), base del pensamiento computacional, se encontró que en prueba de entrada los estudiantes demostraron lo expresado en momento previo a la implementación del MED, es decir, su dificultad frente a habilidades propias del *pensamiento matemático*. Esencialmente se encontró poca habilidad de interpretación de problemas con narrativa como lo explica Mayer (1986), donde se requiere un conocimiento lingüístico, semántico, esquemático, estratégico y operativo, con los cuales no llegan los estudiantes.

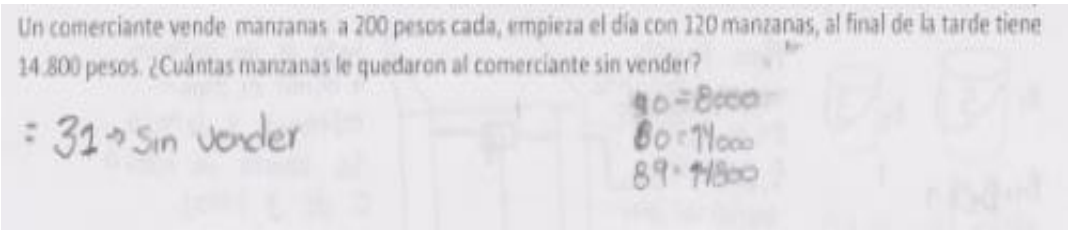


Figura 80. Planteamiento incorrecto problema matemático con narrativa. En esta figura es posible apreciar un mal planteamiento de un problema matemático, el estudiante no sabe qué operación matemática se debe realizar por que no entiende el enunciado.

Otra dificultad asociada es la que da cuenta de la habilidad de sentido numérico propuesta por Berch (2005), quien considera que las habilidades matemáticas son innatas en el ser humano y que han de ser mejoradas a medida que se avanza cognitivamente. Se encontró que algunos estudiantes tienen dificultad al proponer un planteamiento mediante el uso de operaciones matemáticas que en nada corresponden con el problema presentado. De manera particular para este estudio, se encuentra que algunos estudiantes confunden entre la pertinencia de uso de la operación matemática multiplicación y división; adicionalmente, se encuentra la inadecuada ejecución de estas operaciones.

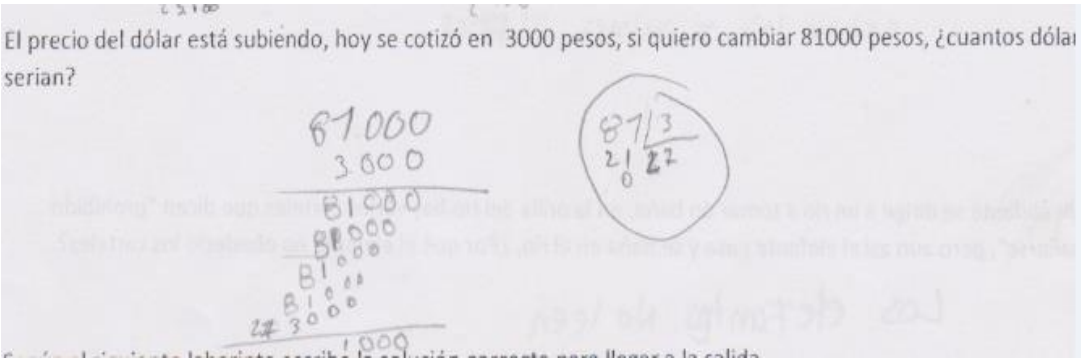


Figura 80. Operación matemática incorrecta. En esta figura es posible apreciar que según el enunciado la operación para llegar a la respuesta es la división y aunque la plantea en forma incorrecta termina realizando una multiplicación que está mal desarrollada.

Posteriormente, los resultados obtenidos en la prueba de salida, después de la implementación del MED Evolución, muestran un desempeño satisfactorio. Este desempeño evidencia mejora en habilidades de pensamiento matemático en la mayoría de los estudiantes. Se entiende que el MED aportó en facilitar un aprendizaje de ensayo-error según lo planteado por Palomino (1996), cuando se repiten las operaciones y los estudiantes las pueden apropiar en un determinado tiempo. Aunque no se asegura que sea un aprendizaje significativo, Ausubel (1976) expone que este tipo de aprendizaje es necesario cuando se tienen pocos conceptos sobre un tema en particular y este aprendizaje arbitrario se puede enriquecer y convertirse en un subsumidor, ver figura 75.

Respecto a los hallazgos sobre habilidades de *pensamiento algorítmico* en la prueba de entrada, se encuentra que la mayoría de los estudiantes cuentan con habilidades mínimas propias a este tipo de pensamiento. La capacidad de abstracción es una de estas habilidades, producto del desarrollo de actividades diarias donde se deben seguir una serie de pasos para llegar a una solución. Este hallazgo hace manifiesta una forma de pensamiento que aunque se asocia a un proceso computacional, es muy común y natural en la cotidianidad de las personas (Zsakó y Szlavi, 2012), ver figura 76.

Tras la implementación del MED, la prueba de salida reporta una mejoría en estas habilidades o por lo menos constancia en el desempeño para algunos de los casos que reportaron eficiencia. De acuerdo con los resultados, se puede considerar que el MED realizó un aporte a los estudiantes mejorando sus habilidades de pensamiento algorítmico, gracias a la incorporación de algoritmos representados en forma gráfica. Gracias a estos el estudiante pudo ensayar una y otra vez los pasos hasta encontrar el patrón que lo llevaría a la solución. En este caso el estudiante aunque sea repetitivo con los movimientos, puede analizar los errores y al corregirlos encontrar

la solución. Estos errores según Papert (1987) benefician el aprendizaje porque es posible entender lo que está mal y así poder corregir, ver figura 76.

Es importante hacer notar que según los análisis de los resultados en ambas pruebas escritas, cuando el estudiante debe resolver un algoritmo y no lo entiende, ni siquiera intenta plantear los pasos abandonando el reto o pregunta. Sucede lo contrario cuando interactúa con el MED "Evolución" y muy seguramente con algún otro medio didáctico parecido; esto es, tratar una y otra vez de resolver el reto planteado. Así se comprueba lo argumentado por Obaya (2003), quien explica que estos ejercicios rutinarios asistidos por computador, en los cuales no se utiliza papel y lápiz son más motivantes, porque en parte no se necesita de un profesor para confirmar la respuesta, fomentando así el aprendizaje individual.

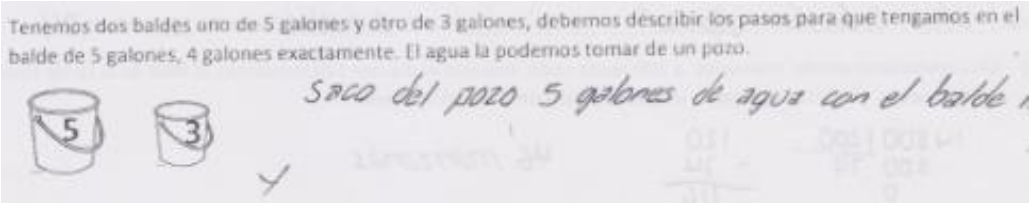


Figura 81. Intento nulo de resolver un algoritmo escrito. Respuesta del estudiante 5 ante pregunta 6, donde se muestra que el estudiante no entiende aun el problema planteado. Por esta razón no intenta ni resolverlo.

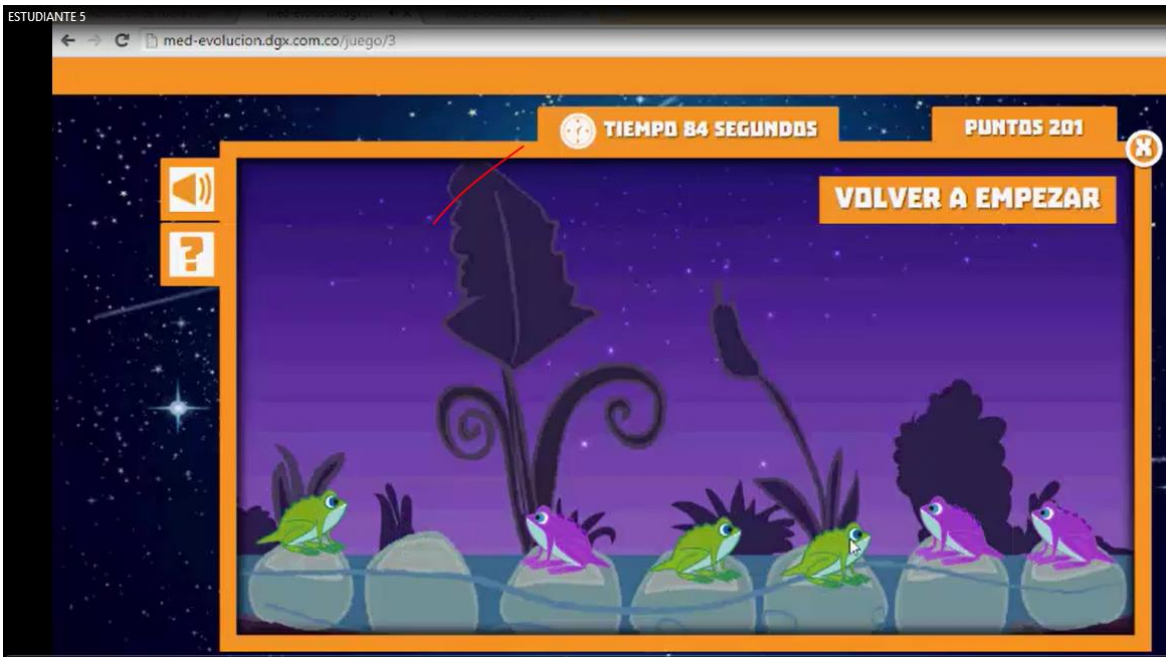
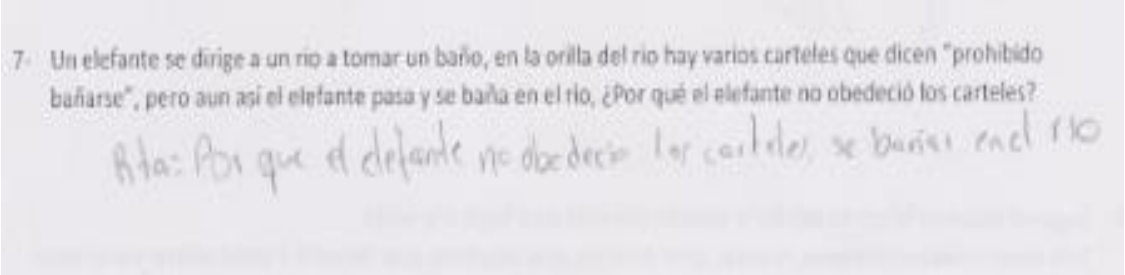


Figura 82. Reto tres del estudiante 5. En este reto el estudiante realizo 9 intentos para llegar a la solución el algoritmo, no desistió hasta lograr superar el reto propuesto por el MED.

Sobre las habilidades de *pensamiento crítico*, al analizar la prueba de entrada se evidencia que los estudiantes no cuentan con la suficiente habilidad para identificar el problema que se plantea. Como consecuencia no puede proponer una solución acertada, considerada ésta habilidad fundamental del pensamiento crítico según la perspectiva de Facione (2007).


7- Un elefante se dirige a un rio a tomar un baño, en la orilla del rio hay varios carteles que dicen "prohibido bañarse", pero aun así el elefante pasa y se baña en el rio, ¿Por qué el elefante no obedeció los carteles?

Rta: Por que el elefante no obedecio los carteles se bañaba en el rio

Figura 83. Respuesta sin evidenciar análisis. En la imagen se observa la respuesta del estudiante a una pregunta donde debe entender el enunciado y dar una respuesta, en este caso la respuesta no es coherente.

Una de las posibles causas principales según las observaciones realizadas al analizar esta prueba, es que el estudiante no entiende el problema que planteaba la pregunta, además no reconoce los datos iniciales para poder concluir con una respuesta correcta, y si a esto se agrega que tenga que realizar alguna operación matemática ya sea escrita o mental, se hace evidente una dificultad mayor.

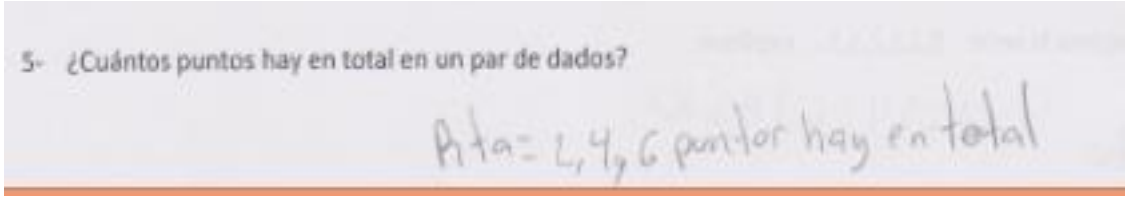


Figura 84. No entendimiento del problema. En la imagen se observa la respuesta del estudiante a una pregunta pero como no entiende el problema no puede deducir los datos para realizar la operación mental o escrita con la cual podría plantear una solución.

Después de la implementación del MED "Evolución" se reflejaron ciertos avances en la mayoría de estudiantes. La influencia del material se puede evidenciar en las observaciones realizadas en los retos que incluían preguntas de análisis e interpretación. Los estudiantes se tomaban su tiempo para responderlas y ya no plantear una respuesta a la ligera, ver figura 76.

Todo lo anterior permite responder a la pregunta de investigación *¿Cómo aporta un MED en el desarrollo del pensamiento computacional, en estudiantes de primer semestre de la materia lógica de programación, en el Instituto Colombiano de Aprendizaje "INCAP"?*

Se concluye entonces que el MED "Evolución" realizó un aporte significativo a las habilidades de los pensamientos asociados al pensamiento computacional, siendo las habilidades de pensamiento algorítmico las más influenciadas tras su implementación.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

De manera concreta se encuentra que el MED Evolución, aporta de la siguiente forma al desarrollo del *pensamiento computacional*:

Facilita el aprendizaje de conceptos base del pensamiento computacional. Se puede destacar que es un juego según las afirmaciones de los estudiantes, que tiene componentes que van de lo básico con operaciones matemáticas (sumas, restas, multiplicaciones, divisiones), a lo más complejo, como lo es la solución de algoritmos. Esta estructuración hace que sea un material que facilita el aprendizaje de conceptos de algoritmos, lógica y organización de procesos, indispensables en el desarrollo del pensamiento computacional.

"*el juego de evolución me parece una muy buena herramienta por que explora todos los niveles desde el más básico que uno considera bueno, pues bastante elementales pero uno a veces a conciencia con el tiempo olvida varias cosas, entonces digamos que si sirve como para fortalecer las capacidades previas la capacidad de lógica organizar los procesos, me parece que si es una buena herramienta pedagógica*". (*Estudiante 5*)

Motiva al aprendizaje y/o a entrenar en conceptos esenciales para esta forma de pensamiento. Este material genera una motivación en el estudiante para aprender o reforzar sus conocimientos de una forma diferente, fundamentándose sobre una base pedagógica. Esto se correspondería con lo expresado por Obaya (2003), quien plantea que los juegos de carácter educativo son diseñados para el aprendizaje de un tema en particular; en este caso la solución de algoritmos que pueden involucrar operaciones matemáticas básicas, combinado con el interés despertado en los estudiantes según Bautista, Raudel y Hiracheta (2014), como aspecto importante de estos materiales.

Facilita el aprendizaje y el desarrollo de habilidades de pensamiento de manera autónoma. El MED generó en el estudiante una motivación que llevó a una interactividad con el

mismo. Mediante este recurso digital pudo repasar conceptos, proponer soluciones y analizar casos de una forma autónoma, evidenciando como el computador le da un rol activo al estudiante y se convierte en su aliado según Papert (1987).

> *"Desde mi punto sería una buena herramienta porque lo hace salir de lo fácil de lo que uno está acostumbrado, que la tecnología lo hace todo por uno, y en el juego puede evidenciar que lo hace pensar a uno varias veces para hacer las cosas. No es como lo que uno hace que busca en Internet algún tipo de cosa y ya, pues le vota la información que uno necesita. En cambio en el juego tiene que dar uno un pensamiento más profundo y pues no como tan usado normalmente o usualmente" (Estudiante 1).*

Permite detectar habilidades de pensamiento fuertes y débiles. Los retos del MED "Evolución" evidencian qué habilidades de pensamiento observadas se deben fortalecer, ya sea en mayor o menor grado unas frente a otras. Para el caso de estudio, este fortalecimiento debe darse con más fuerza en las habilidades matemáticas, donde se deben incorporar mecanismos para que el estudiante pueda realizar las operaciones matemáticas básicas naturalmente. Todo esto se sabe que está ligado a la estimulación de la memoria y a la resolución de algoritmos (Breen, 2010), necesarios en el pensamiento computacional.

Considerando el desempeño de los estudiantes antes y después del uso del MED, se encuentra que hay un aporte en el desarrollo del pensamiento computacional, cuando se plantea un problema que puede ser representado mediante un algoritmo, según lo refiere Aho (2012), ver figura 76.

Reta al estudiante a superarse en habilidades propias de este tipo de pensamiento. Desde el punto de vista pedagógico, también se puede resaltar que el MED aporta cuando desafía al estudiante en el logro de los retos. Esto habla de una característica que debe estar presente en un juego digital según lo propone Proactive (2011).

El MED aporta también en el rol que da al docente, como agente que se ocupa de socializar las acciones que se llevan a cabo. Es un facilitador del aprendizaje que bajo la mirada del construccionismo pone a disposición del estudiante los medios adecuados según una planeación, facilitando la exploración y la socialización con fines de desarrollo personal y de conocimiento (Obaya, 2003).

Como parte de los aspectos que deben fortalecerse en los estudiantes y que se evidencian tras el uso del MED, se encuentra el refuerzo de las operaciones matemáticas básicas, en particular la división. Es pertinente mencionar que las operaciones matemáticas en el MED no incluían más de dos cifras en ninguno de los argumentos (20/2) (15*6). Estas operaciones estaban más encaminadas hacia un cálculo natural de operaciones comunes de la vida diaria, aunque algunas sin narrativa; simplemente el hecho de comprar un artículo y saber cuánto es el cambio, debería ser un operación natural más funcional según la habilidad de sentido numérico inherente al ser humano según Berch (2005).

Así mismo se considera la necesidad de incluir retos de algoritmos de organización y estructuración de actividades que podrían mejorar las habilidades de pensamiento algorítmico.

Otra de las necesidades que deja al descubierto el desarrollo de la presente investigación, es la importancia de fortalecer habilidades de pensamiento crítico como las abordadas, mediante actividades que demanden del estudiante el analizar, proponer y explicar cómo llega a una solución.

Estos aportes y necesidades permiten recordar a Repenning y Ioannidou (2008), cuando mencionan que uno de los retos en la enseñanza de la programación es la creación de materiales con fundamentos educativos bien estructurados. Aquí se plantea la necesidad de desarrollo no

sólo en el área de Lógica de Programación sino un reto común a todos los campos de conocimiento de cualquier nivel educativo.

En cuanto al diseño del MED “Evolución” se quiere mencionar que sus características colaboraron e hicieron posible que por una parte los estudiantes interactuaran con el material y por otra, mejoraran sus habilidades a medida que se alcanzaba cada reto.

Según el análisis de las afirmaciones dadas por los estudiantes, estas características fueron: una interfaz gráfica sencilla, agradable a la vista y de fácil navegación. Adicionalmente, los estudiantes reconocen que el MED “Evolución” realiza aportes a la habilidad de lógica, en la solución de problemas, el desarrollo de algoritmos, entre otras.

Sobre este aspecto, es relevante notar que el MED “Evolución” fue concebido con intenciones pedagógicas y de enseñanza, y según criterios de diseño gráfico de fácil utilización según lo plantea Cabero (2010), como por ejemplo, los objetivos de enseñanza en los contenidos que se querían transmitir y facilidad de acceso tanto a nivel de ingreso como de tecnología utilizada para su manipulación, que proporcionaran una interactividad y una motivación para adquirir el conocimiento o reforzar el existente.

También hay que mencionar que los estudiantes describen el MED “Evolución” como un juego, el cual les permite aprender conceptos nuevos o reforzar conocimientos existentes. Si se tiene en cuenta la clasificación de los materiales según Galvis (1992), este se consideraría como un juego educativo el cual sirve para reforzar temas, conceptos y desarrollar destrezas. Dentro de las destrezas desarrolladas, los estudiantes coincidieron en que al utilizar el material, los retos algorítmicos donde se incluye una serie de pasos para poderlos superar, estimulan la lógica y se mejoran habilidades de pensamiento algorítmico.

> *“es un juego educativo que nos ayuda a pensar y a ejercitar la lógica de los algoritmos” (Estudiante 2).*

Lo anterior permite considerar el cumplimiento de un propósito pedagógico según lo planteado por Galvis (1992), Cabero y Gisbert (2005), quienes refieren que lo más importante de un material es fundamentarse en un proceso de enseñanza y aprendizaje, más que en su entorno gráfico.

También se concluye que el diseño del MED Evolución, puede no ser un recurso que se ajuste para todos los casos como se evidencia según el desempeño de algunos estudiantes, que aunque son la minoría, recuerdan la necesidad de contemplar las diferencias cognitivas según lo afirma Cabero (2010), las cuales llevan a que varíen los resultados y las formas de utilización de los recursos TIC en los procesos de aprendizaje.

Según las sugerencias de los estudiantes y considerando los fundamentos pedagógicos que soportan el diseño del material, se hace posible contemplar el ajuste de los retos, según: el tiempo de resolución, bonos de tiempo, ayudas, niveles de complejidad, inclusión de otros retos. Todo esto con el fin de poner a disposición del estudiante un material que se ajuste aún más a su capacidad cognitiva.

> *"Digamos como juegos de habilidad pero algo más rápido tiempos de respuesta más rápida, algo que lo haga decidir a uno por así decirlo bajo presión" (Estudiante 2)*

Lo anterior también hace un llamado a recordar que este tipo de materiales son solamente un complemento educativo, el cual debe estar acompañado de la guía de un profesor para evidenciar sus aportes, tal como resalta Cabero (2007) donde expone que estos medios tecnológicos no son el futuro de la educación sino medios para mejorarla siempre y cuando se creen soluciones pedagógicas y no tecnológicas.

Limitaciones del estudio

Es pertinente mencionar algunas limitantes presentadas en este estudio, debido a factores asociados con el MED, como con aspectos de la implementación.

El tiempo es un factor determinante en esta investigación. El material se implementó una sola vez por cada fase (prueba piloto, implementación final) y se hizo un análisis de la interactividad de cada estudiante en cada una de las fases mencionas, observando su comportamiento y resultados; realizando esto en un solo momento para no viciar los datos, ya que el estudiante podría resolver los algoritmos o las preguntas con ayuda de otro compañero o buscando en Internet, como se evidencio en uno de los casos.

Sin embargo, si se hubiera contado con el tiempo para el desarrollo de otras implementaciones, se podría tener una mayor certeza de la consolidación de los conocimientos. Verificar si los ensayos-error fueron significativos, pudiendo encontrar nuevamente el patrón para resolver los algoritmos, realizando las operaciones matemáticas mucho más rápido, o más importante, no equivocarse al realizarlas.

Se considera que el tiempo de desarrollo de la implementación fue un factor que no permitió la participación de la totalidad de estudiantes seleccionados. Es de recordar que por ser una implementación de más de 3 horas, algunos estudiantes no pudieron terminar todas las fases planteadas.

Otra limitación encontrada es la falta de claridad en el entendimiento del caso del estudiante que no evidenció ninguna mejora en el desarrollo de la investigación. Aunque no esté dentro del alcance de este estudio indagar sobre las razones de tal desempeño, se considera relevante observar con mayor detenimiento este tipo de casos en futuras investigaciones.

Aportes del estudio

Agregado a todo lo mencionado, uno de los aportes más importantes del presente estudio es generar inquietud frente a una nueva forma de pensamiento, como lo es el pensamiento computacional.

Es importante que la comunidad educativa (estudiantes/profesores), comprenda que la programación no es solo para quienes estudian lo relacionado a Ciencias de la Computación, sino que es un pensamiento disponible a cualquier persona que tenga interés en lograr estas habilidades como lo proponen diferentes autores (Wing, 2006; Basogain, 2015, Upton, 2012, pISTE, 2011, entre otros). El desarrollo de la presente investigación aporta en hacer visible la importancia de este pensamiento emergente.

Prospectiva

Un material educativo digital se elabora de acuerdo con una concepción tanto pedagógica como de diseño gráfico y programación. El desarrollo del mismo demanda un periodo largo de tiempo en ejecutarse, los factores asociados a tiempo/costo, se deben tener en cuenta para futuras investigaciones en la cuales se utilicen este tipo de materiales.

Refiriendo al MED "Evolución" después de validar que aportó en las habilidades de los pensamientos asociados al pensamiento computacional, se tiene como objetivo darle continuidad al material. Para esto se propone seguir planteando diferentes retos, teniendo en cuenta lo mencionado por los estudiantes como el reto sudoku, reto torres de Hanói, también como lo hallado en diferentes investigaciones como el reto organización de pasos (este reto pretende dar una serie de pasos que resuelve un algoritmo en particular y que el jugador los organice de forma correcta); reto divide y vencerás (reto planeado para mejorar las habilidades en la operación matemáticas de división, el cual consiste en realizar esta operación trasladando elementos de un lugar a otro para hallar el resultado). Todos estos retos serían integrados conservando la narrativa del juego, asociándolos con la metáfora que caracteriza el MED, es decir, *evolución*, pero en este caso de pensamiento y habilidades.

Se estima conveniente extender esta investigación a otro grupo de estudiantes de otra materia, que no sea de la línea de programación de software; con el propósito de analizar la influencia del MED en otro tipo de estudiantes y así comparar los casos y lograr dar mayor profundidad al estudio.

A nivel institucional se ve la importancia de difusión de esta investigación, con el propósito de que la comunidad educativa (estudiantes/profesores) se beneficien y la consideren como una propuesta que aporte en la enseñanza de la materia de lógica de programación, la base de todas las materias de programación de la carrera de sistemas.

Lo hallado en esta investigación propone considerar no solo el aporte de una herramienta, sino también un nuevo enfoque a la materia de lógica de programación, mediante la posible reestructuración de la materia, fomentando el pensamiento computacional a través de actividades institucionales que involucren a un gran número de estudiantes de todas las áreas.

De manera especial, también se propone como iniciativa probar la enseñanza del pensamiento computacional en población con necesidades especiales de educación para así cumplir con los objetivos planteados por el Ministerio de educación Nacional (2007), en los cuales se busca garantizar la educación a las personas con diferentes tipos de discapacidad. Siendo el primer acercamiento de inclusión del pensamiento computacional hacia la población sorda.

A las instituciones de educación superior, se les invita a generar una línea de investigación sobre pensamiento computacional, teniendo como referencia algunos hallazgos encontrados durante investigación, en los cuales la competencia digital se está limitando al uso de la tecnología y a evaluar información. El mundo actual necesita no solo de consumidores, sino de productores de esta tecnología.

Se propone a otros investigadores que no cuenten con los recursos monetarios o de tiempo para desarrollar un material educativo digital, que tomen los recursos disponibles en Internet. A través de ellos es posible crear ambientes de aprendizaje con retos similares y así motivar al estudiante a mejorar sus habilidades de pensamiento computacional.

Se invita también a los investigadores a que se acerquen a las iniciativas existentes a nivel mundial, para fomentar la programación en cualquier edad. Una de estas iniciativas de acceso libre es *la hora del código*[10], la cual ofrece recursos gratuitos para que los estudiantes inicien su camino hacia el pensamiento computacional a través de juegos.

Para futuras investigaciones se debe incorporar actividades, escritas, orales o con materiales educativos que promuevan la comprensión lectora, esta habilidad en esta investigación según los resultados, es fundamental tanto en la matemática como para solución de algoritmos, porque permite en entendimiento de un problema o una situación planteada, si se entiende lo que se debe realizar seguramente se puede llegar a una solución o respuesta correcta y considerando el planteamiento de Wing (2014), el pensamiento computacional, las habilidades de lectura, escritura y la aritmética serán necesarias para todos en el siglo 21.

[10] https://hourofcode.com/es

Aprendizajes

"El estudio de las personas y el estudio de lo que aprenden y piensan es inseparable..."

(Papert, 1980)

El pensamiento computacional es una habilidad del siglo XXI. Esta habilidad se debe fomentar desde edades tempranas para que los niños puedan empezar a solucionar problemas; solucionando problemas se adquiere una serie de habilidades que están relacionadas con muchas áreas del saber cómo las matemáticas, las ciencias, la informática, por solo nombrar algunas.

Estas habilidades dotarán a las personas de herramientas que les enseñaran a comprender este nuevo entorno, donde los avances tecnológicos son imparables y deben ser entendidos tanto en su funcionamiento y manipulación como en el origen de su desarrollo.

No es guiar al niño para que cuando crezca solo se dedique a la programación o al desarrollo de tecnología. Es involucrar al niño para que a medida que progresa tanto a nivel físico como intelectual, pueda utilizar esta tecnológica de forma consciente, que sepa sus bondades y limitaciones.

Si empezamos desde ahora a generar esa inquietud e interés en el pensamiento computacional, se contará con futuras generaciones capaces de aportar nuevas ideas que permitan avanzar tanto en el campo tecnológico como de conocimiento.

Reconociendo las bondades del pensamiento computacional y la aplicación de este pensamiento en diferentes áreas del conocimiento, se llegará a mejorar las capacidades matemáticas de los estudiantes, la capacidad para solucionar problemas con pasos ordenados y lógicos, solucionando los inconvenientes que se presentan a nivel educativo, de los estudiantes que salen de su vida escolar y se deben enfrentar a una educación técnica o superior.

Aunque el estudiante sea el centro de esta investigación, se reconoce que los formadores son ajenos a este concepto del pensamiento computacional, lo cual indica que el primer paso sería la capacitación de formadores para involucrar el pensamiento computacional en nuestras, escuelas, colegios, institutos, universidades.

Sobre los materiales a utilizar y según los autores citados en la investigación, no siempre debe ser involucrado el computador. Se pueden planear diferentes actividades que permitan la solución de problemas, creando situaciones, actividades que involucren otro tipo de equipos tecnológicos.

Cuando se creen o se desarrollen estos materiales se debe tener en cuenta las necesidades de los estudiantes, las limitaciones de los ambientes de aprendizaje, para crear soluciones con aportes pedagógicos y que realmente aporten a la construcción del conocimiento por parte del estudiante.

En lo personal, la Maestría en Informática Educativa ha ampliado muchos conocimientos: unos nuevos, otros que faltaba profundizar. Es de resaltar la importancia de la investigación en el campo docente; cómo estas investigaciones y sobretodo su publicación puede fortalecer y enriquecer el aprendizaje de los estudiantes a cargo.

Por otra parte la investigación brindó una oportunidad de interactuar con personas expertas en el campo del pensamiento computacional de otros países, creando vínculos educativos con objetivos investigativos, que pretenden generar un aporte a la educación en varios contextos.

Referencias

Abid, A., Farooq, M. S., & Farooq, U. (2015). A Strategy for the Design of Introductory Computer Programming Course in High School. *Jouurnal of Elementary Education*, *25*(1), 145–165.

Aguilar, L. (2000). *Fundamentos de Programación Libro de Problemas*. Madrid: McGRAW-HILL.

Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking. *Computer Journal*, *55*(7), 833–835. https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074

Alessio, C. (2008). *Lógica y sentido común*. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Almeida, S. (1997). Evolución de la enseñanza asistida por computadoras. Retrieved from Evolución de la enseñanza asistida por computadoras

Ausubel, D. (1997). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1–10. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Avalos Flores, I. (2013). No Title. *Revista Educateconciencia*, (2). Retrieved from http://www.tecnocientifica.com.mx/volumenes/V2A7.pdf

Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *38*(4), 333–339. https://doi.org/10.1177/00222194050380040901

Blikstein, P. (2013). Thinking about learning, and learning about thinking. Retrieved from https://tltl.stanford.edu/content/seymour-papert-s-legacy-thinking-about-learning-and-learning-about-thinking

Brassard, G., & Bratley, P. (1997). Fundamentos de algoritmia.

Breen, S. E., & O 'shea, A. (2010). Mathematical Thinking and Task Design. *Irish Math. Soc.*

Bulletin, *66*, 39–49. Retrieved from http://www.maths.tcd.ie/pub/ims/bull66/ME6601.pdf

Butler, W. (2014). Game Based Learning: What it is, Why it works, and where its going. Retrieved from http://www.newmedia.org/game-based-learning--what-it-is-why-it-works-and-where-its-going.html

Cabero Almenara, J. (2007). Las necesidades de las TIC en el ámbito educativo: oportunidades, riesgos y necesidades. *Tecnología Y Comunicación Educativas*, *21*(45), 4–19. https://doi.org/Año 21, No. 45

Campo Saavedra, M. F., Martínez Barrios, P. D. P., Ruíz Rodgers, N., & Rendón Osorio, H. J. (2012). *Recursos Educativos Digitales Abiertos COLOMBIA*. *Sistema Nacional de Innovación Educativa con Uso de TIC* (Ministerio). Bogotá. Retrieved from a través de la Internet

Cardozo, J. M. (2011). TIC en el aula: Materiales, medios y tecnología educativa. Retrieved from http://www.americalearningmedia.com/edicion-009/111-white-papers/687-tic-en-el-aula-materiales-medios-y-tecnologia-educativa

Centros Piloto Internet en el Aula. (2005). Evaluación de material educativo digital, 1–7. Retrieved from http://www.edubcn.cat/rcs_gene/2_ficha_evaluacion_material

Cibersociedad. (2009). El papel de los materiales digitales multimediales en el aula. Retrieved from http://www.cibersociedad.net/congres2009/es/coms/el-papel-de-los-materiales-digitales-multimediales-en-el-aula/324/

Cisneros, O., & Collazo, R. (2007). Videojuego educativo como apoyo a la enseñanza de la algoritmia para los estudiantes del Programa Nacional de Formación en Sistemas e Informática. *Universidad Nacional Autónoma de México*, 7.

Cobo, J. C. R. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las

definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento. *Zer - Revista de Estudios de Comunicación*, *14*, 285–318. https://doi.org/10.4067/S0718-13372003000200001

Coll, C. (1986). Recopilación De Textos Sobre Las Aplicaciones Pedagógicas De Las Teorías De Piaget. *Psicología Genética Y Aprendizajes Escolares*, 1–20. Retrieved from http://bibliopsi.org/docs/materias/obligatorias/CFP/educacional/chardon/Coll - Psicologia genetica y aprendizajes escolares.pdf

Coll, C. (1996). Constructivismo y educación escolar: ni hablamos siempre de lo mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica. *Anuario de Psicología*, (69), 153–178. Retrieved from http://132.248.239.10/programas/actuales/especial_maest/cecyte/00/02_material/mod4/archivos/ArtsConstructivismo/Constructivismo-COLL.pdf

Courant, R., & Herbert, R. (1941). ¿Qué es la matemática? Retrieved from http://www.cimat.mx/~gil/docencia/2010/elementales/que_es_la_matematica.pdf

Csta.Iste. (2011). Computational Thinking in K–12 Education leadership toolkit, 43.

Dehaene, S. (1997). *The number sense. How the mind creates mathematics*. *Science Spectra*. https://doi.org/10.2307/2589308

Dehaene, S., Dantzing, T., & Dehaene, S. (2002). El Sentido Numérico : como la mente crea las matemáticas, *IX*, 97–103. Retrieved from http://www.emis.de/journals/BAMV/conten/vol9/vpadron-libro.pdf

Del Puerto, S., & Minnaard, C. (2002). La calculadora como recurso didáctico. *Homenatge Al Professor L. A. Santaló*, 166–175. Retrieved from http://www.udg.edu/portals/88/santalo/llibre_homenatge/la_calculadora_como_recurso_didactico_paper97.pdf

Delgado, M., & Arrieta, X. (2012). Comparación de teorías relacionadas con la formación de conceptos científicos Comparasion of Theories Related to the Formation of Scientific Concepts, *12*, 3–12. Retrieved from http://200.74.222.178/index.php/multiciencias/article/view/16926/16900

Dewey, J. (1993). Cómo pensamos.pdf. Retrieved from http://cooperativo.sallep.net/Cómo pensamos.pdf

Domínguez Merlano, E. (2009). Las TIC como apoyo al desarrollo de los procesos de pensamiento y la construcción activa de conocimientos. *Zona Próxima*, *10*(10), 146–155. https://doi.org/1657-2416

Dr, S. Campos, Lic. J. Febles, L. V. E. (2006). Las Tecnologías de la información y las comunicaciones en la universalización de la enseñanza médica, 1–18. Retrieved from http://www.rcim.sld.cu/revista_16/articulos_pdf/tics.pdf

Dr. Diego J. González, I. S. E. J. V. (2000). UNA CONCEPCION INTEGRADORA DEL APRENDIZAJE HUMANO, *17*(2), 124–130. Retrieved from I:\HumanArtes N? 3 - Julio-Diciembre 2013 (1).pdf

Durall, E., Gros, B., Maina, M., Johnson, L., & Adams, S. (2012). Perspectivas tecnológicas : educación superior en Iberoamérica 2012-2017, 27.

El País. (2014). 70% de los estudiantes en Colombia se rajan en matemáticas. *Octubre 8,2014*. Retrieved from http://www.elpais.com.co/elpais/colombia/noticias/gina-parody-preocupada-por-pobres-resultados-estudiantes-pruebas-saber

Facione, P. A. (2007). Pensamiento Crítico: ¿Qué es y por qué es importante?, 1–22. Retrieved from http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/PensamientoCriticoFacione.pdf

Falbel, A. (2001). Construccionismo. *Enlaces 2001, Abriendo Las Fronteras Del Aula*, 1–11.

Retrieved from http://www.tecnoedu.net/lecturas/materiales/lectura15.pdf

Fernández, J. A. (2005). Desarrollo del Pensamiento Matemático en Educación Infantil, 1–44. Retrieved from www.grupomayeutica.com/documentos/desarrollomatematico.pdf

Futschek, G. (2006). Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science. *Informatics Education–The Bridge between Using and Understanding Computers*, *4226*, 159–168. https://doi.org/10.1007/11915355_15

Gallardo, J. (1998). Enseñanza y Aprendizaje del cálculo aritmético, 1–27. Retrieved from http://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/7059/Enseñanza y Aprendizaje del Cálculo Aritmético Elemental.pdf?sequence=1

García, J. (2012). Piaget vs Vygotsky : Similitudes y diferencias entre sus teorías. Retrieved from https://psicologiaymente.net/desarrollo/piaget-vygotsky-similitudes-diferencias-teorias#!

Godino, J. D., Batanero, C., & Font, V. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros*. Retrieved from http://www.ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/manual/1_Fundamentos.pdf

González, M. (2006). *Desarrollo de Pensamiento Relacional y comprensión del signo igual por alumnos de tercero de primaria*. Retrieved from http://funes.uniandes.edu.co/544/1/MolinaM06-2822.PDF

Guadalupe, M., Sánchez, B., Raudel, A., & Moreno, M. (2014). El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC ’ s) para mejorar el alcance académico, 183–194. Retrieved from http://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/14/CyT_14_11.pdf

Guba, E., & Lincoln, Y. (2002). Paradigmas en competencia en la investigación educativa. *Por Los Rincones. Antología de Métodos Cualitativos En La Investigación Social.* Retrieved

from http://www.ustatunja.edu.co/cong-civil/images/curso/guba_y_lincoln_2002.pdf

Guide, P. (2008). 21st Century Skills , Education & Competitiveness. https://doi.org/6th August 2016

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2006). *Análisis de los datos cuantitativos.* (M. G. Hill, Ed.), *Metodología de la investigación*. Retrieved from https://competenciashg.files.wordpress.com/2012/10/sampieri-et-al-metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-sampieri-2006_ocr.pdf

Instituto Politécnico. (2009). Clasificación de Recursos Didácticos Digitales. *Secretaria Académica*, 1–9. Retrieved from http://www.isc.escom.ipn.mx/docs/escomunidad/formatosydocumentos/uteycv/UTEYCV-UPEV_clasificacionRecursosDidacticos.pdf

Laiton Poveda, I. (2010). Formación de pensamiento crítico en estudiantes de primeros semestres de educación superior. Retrieved from http://rieoei.org/3263.htm

Linares Gómez, A. (2013). Por qué somos tan malos en Matemáticas. Retrieved from http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13088961

Linn;, M. C., Aho;, A. V, Blake;, M. B., Constable;, R., Kafai;, Y. B., Kolodner;, J. L., … Bradley, S. (2010). *Report of a Workshop on The Scope and Nature of Computational Thinking*. *Thinking* (Vol. 1). https://doi.org/10.17226/12840

Londoño, G., & Paz, G. (2007). Redalyc. Programación básica para adolescentes. *Sistemas & Telemática*, 11.

López, Juan Carlos, E. (2008). Guía de Algoritmos y Programación para docentes, 96. Retrieved from http://www.eduteka.org/GuiaAlgoritmos.php\nhttp://www.eduteka.org\nhttp://www.eduteka

.org/modulos.php?catx=9&idSubX=298

López, J. (2008). Guía de Algoritmos y Programación para docentes. *Fundación Gabriel Piedrahita Uribe*, 96.

López, L. (2013). ¿Por qué trabajar la programación de computadoras en la escuela? Preguntas, sugerencias y herramientas. *Para El Aula*, 9–11. Retrieved from https://www.usfq.edu.ec/publicaciones/para_el_aula/Documents/para_el_aula_06/0004_para_el_aula_06.pdf

López, L. (2013a). Metodología para el Desarrollo de la Lógica de la Programación Orientada a Objetos. *Revista Iberoamericana de Sistemas, Ciibernética E Informática*, 27–32. Retrieved from http://www.iiisci.org/journal/CV$/risci/pdfs/CA889XD13.pdf

López, L. (2013b). Metodología para el Desarrollo de la Lógica de la Programación Orientada a Objetos. *Revista Iberoamericana de Sistemas, Ciibernética E Informática*, 27–32.

Mas, O. T. (2011). El profesor Universitario : Competencias y su Formación. *Profesorado: Revista de Curriculum Y Formación Del Profesorado*, *15*(Diciembre), 195–211.

McMillan, J. (2005). *Investigación Educativa*. (A. W. Pearson, Ed.). Retrieved from https://es.scribd.com/doc/171326451/Investigacion-Educativa-Mcmillan

Ministerio de Educación. (2016). Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Retrieved October 16, 2016, from http://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-234968.html

Ministerio de Educación Nacional, Saavedra, M. F. C., & Rodríguez, G. G. C. (2013). *Competencias TIC Para el Desarrollo Profesional Docente*. *Colección Sistema Nacional de Innovación Educativa con uso de Nuevas Tecnologías*. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Montealegre, R. (2007). La solución de problemas cognitivos. Una reflexión cognitiva

sociocultural. *REDALY Avances En Psicología Latinoamericana*, *25*(2), 20–39.

Moreira, M. (2012). ¿ Al final, qué es aprendizaje significativo? *Qurriculum*, *1*, 1–25. Retrieved from http://moreira.if.ufrgs.br/alfinal.pdf

Moursund, D. (2006). Introduction to using games in education: A guide for teachers and parents, *6*, 1–155. Retrieved from https://scholarsbank.uoregon.edu/xmlui/handle/1794/3177

Moya, A. (2009). "Las nuevas tecnologías en la educación." *Innovación Y Experiencias Educativas*, *24*, 1–9. https://doi.org/1988-6047

National, C. of T. of M. (2014). Six Principles for School Mathematics. *National Council of Teachers of Mathematics*, 1–6. Retrieved from http://www.nctm.org/uploadedFiles/Math_Standards/12752_exec_pssm.pdf

Obaya Aldivia, A. (2003). El construccionismo y sus repercusiones en el aprendizaje asistido por computadora. *ContactoS*, *48*, 61–64.

Olivé, L. (2005). La cultura científica y tecnológica en el tránsito a la sociedad del conocimiento. *Revista de Educación Superior*, *XXXIV*(106), 49–63.

Orozco, C., & Labrador, M. E. (2006). LA TECNOLOGÍA DIGITAL EN EDUCACIÓN: IMPLICACIONES EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO DEL ESTUDIANTE. (Spanish). *DIGITAL TECHNOLOGY IN EDUCATION: IMPLICATIONS IN THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL THOUGHT OF THE STUDENT. (English)*, *15*(2), 81–89.

Palma Suárez, C., & Sarmiento Porra, R. (2015). Estado Del Arte Sobre Experiencias De Enseñanza De Programación a Niños Y Jóvenes Para El Mejoramiento De Las Competencias Matemáticas En Primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*,

20(65), 607–641.

Papert, S. (1980). *Childrens , Computers and powerful ideas*. Retrieved from http://staff.kfupm.edu.sa/coe/adlogi/download/mindstorms-papert.pdf

Papert, S. (1990). A critique of technocentrism in thinking about the school of the future. Retrieved from http://www.papert.org/articles/ACritiqueofTechnocentrism.html

Papert, S. (1999). *Logo Philosophy and Implementation. Lcsi*. https://doi.org/10.1111/j.1468-0149.1994.tb02396.x

Papert, S., & Solomon, C. (1972). With a Computer, 1–20. Retrieved from http://soloway.pbworks.com/w/file/fetch/110054662/Twenty Things to Do with a Computer-Dr. S. Papert - Dr. C. Solomon April 1972 -pages 9-18. Volum.pdf

Parra Pineda, D. M. (n.d.). Manual De Estrategias De Enseñanza / Aprendizaje. *Servicio Nacional de Aprendizaje*, 1–120. Retrieved from http://www.uaem.mx/sites/default/files/facultad-de-medicina/descargas/manual-de-estrategias-de-enseñanza-aprendizaje.pdf

Pianucci , Irma Guadalupe , Chiarani Marcela Cristina, M. . M. T. Á. profesorado – D. de I. F. de C. . F. M. y N. (2010). Elaboración de Materiales educativos digitales. *1er Congreso Internacional de Punta Del Este*, 1–6. Retrieved from Pianucci , Irma Guadalupe , Chiarani Marcela Cristina , M . Mercedes Tapia ?rea profesorado ? Departamento de Informática Facultad de Cs . Física Matemáticas y Naturales

Piette, J. (2008). Una educación para los medios centrada en el desarrollo del pensamiento crítico. Retrieved from http://www.quadernsdigitals.net/datos_web/biblioteca/l_776/enLinea/5.htm

Pozo 1997. (n.d.).

Presidencia de la Republica. (2006). Decreto 2020 de 2006 Por medio del cual se organiza el sistema de calidad de formación para el trabajo. Retrieved from http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36358

Prof, A., Boote, R., Facilitador, B., Digital, P., & Distrito, E. N. (2014). El Pensamiento Computacional en el Modelo 1 a 1 . " Scratch en el 6º : Aprender y Jugar en entornos digitales " El Pensamiento Computacional en el Modelo 1 a 1 . " Scratch en el 6º : Aprender y Jugar en entornos digitales ," 1–18. Retrieved from http://www.oei.es/congreso2014/memoriactei/986.pdf

Repenning, A., & Ioannidou, A. (2008). Broadening participation through scalable game design. *ACM SIGCSE Bulletin*, *40*(1), 305. https://doi.org/10.1145/1352322.1352242

Resnick, M. (2014). From Technology consumers to change makers. Retrieved from http://www.wise-qatar.org/teachers-learn-to-code?_ga=1.212129108.1516551125.1471295485

Ricardo Barreto, C., & Mizuno Haydar, J. (2010). El razonamiento lógico en estudiantes universitarios. *Zona Próxima, Universidad Del Norte, Colombia*, *12*, 62–75. Retrieved from http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/zona/article/viewFile/1125/702

Ruiz, Velazco, E. (2007). Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología. Ediciones Díaz de Santos. Retrieved from https://books.google.com.co/books?id=cFcZadBx2C8C&pg=PR5&lpg=PR5&dq=(Ruíz+y+Sánchez,+2007).&source=bl&ots=eZHk02pEuK&sig=xPE0cqBFH53nAnyvjw1_lQt1X2c&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiWkLbNwfLOAhWMSyYKHfAUC0YQ6AEIGjAA#v=onepage&q=peipert&f=false

Saiz, C. (2012). PENSAMIENTO CRÍTICO Y APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS COTIDIANOS, 1–17.

Saur, K. G. (1997). International Standard Bibliographic Description for Elecronic Resources. Retrieved from http://archive.ifla.org/VII/s13/pubs/isbd.htm

Semenov, A. (2005). *Las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza*. (A. Anderson Jonathan, Universidad de Flinders, Ed.). Retrieved from http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139028s.pdf

Serna M, E., & Flórez O, G. (2013). El Razonamiento Lógico como Requisito Funcional en Ingeniería. *Laccei'2013*, 1–10. Retrieved from http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP221.pdf

Serrano Castañeda, J. A. (2005). Reseña de "Cómo pensamos. Nueva exposición de la relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo" de John Dewey. *Revista Intercontinental de Psicología Y Educación*, *7*(2), 154–162. Retrieved from http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80270211

Siciencie, C. T. A. (2011). Pensamiento Computacional (PC) en educación escolar. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 1–46. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Solórzano, V. C. M. (2009). Construccionismo. Referente sociotecnopedagógico para la era digital. *Innovación Educativa*, *9*(47), 45–50. Retrieved from http://www.redalyc.org/pdf/1794/179414895005.pdf

Sykora, C. (2014). Computational Thinking for all. Retrieved from https://www.iste.org/explore/articleDetail?articleid=152

The Royal Society. (2012). Shut down or restart? *Technology*, (January).

Togyer, J. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why? *The Link Magazine*, June 23, 2015. Retrieved from http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why

Torrente, J., Marchiori, E. J., Blanco, Á. del, Sancho, P., Ortiz, I. M., Moreno-Ger, P., … Dumitrache, A. (2011). Fomentando la Creatividad: Creación de Escenarios de Aprendizaje Basados en Juegos. *Una Guía Para Profesores*, 1–46. Retrieved from http://www.ub.edu/euelearning/proactive/documents/handbook_creative_gbl_es.pdf

UNESCO. (2013). Enfoque Estratégico Sobre Tics En Educación En América Latina Y El Caribe. *Enfoque Estratégico Sobre Tics En Educación En América Latina Y El Caribe*, 62.

Unesco, I. (2013). *Hacia un aprendizaje universal*. Retrieved from http://www.uis.unesco.org/Education/Documents/lmtf-summary-rpt-sp.pdf

Universidad De Costa Rica, Saxe, B., Murillo, C., Electrónica, R., Investigativas, A., Rica, U. D. C., … Rodríguez, S. (2004). OBJETOS PARA PENSAR , ENTIDADES PÚBLICAS Y MICROMUNDOS. *Revista Electrónica*, 1–13. Retrieved from http://www.redalyc.org/pdf/447/44740104.pdf

Vaquero, A. (2010). Los comienzos de la Enseñanza Asistida por Computadora. Papel de España. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, (11), 3–10. Retrieved from https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3188203.pdf

Velasquez, M. (2013). Aprender a Programar desde Jóvenes. Retrieved from https://www.examtime.com/es/blog/aprender-a-programar-desde-jovenes/

Wiley, D. a. (2014). Connecting learning objects to instructional design theory: adefinition, a metaphor, and a taxonomy. *Igarss*, *2830*(1), 1–35. https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2

Wing, J. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *IPDPS Miami 2008 - Proceedings of the 22nd IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium, Program and CD-ROM*, (July), 3717–3725. https://doi.org/10.1109/IPDPS.2008.4536091

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33–35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Wing, J. M. (2009). Computational Thinking and Thinking About Computing, 1–32. Retrieved from https://competencias3m.files.wordpress.com/2011/08/traduccion-jeannette-m-wing-computational-thinking-and-thinking-about-computing.pdf

Wing, J. M. (2010). Computational Thinking: What and Why? *Thelink - The Magazine of the Varnegie Mellon University School of Computer Science*, (March 2006), 1–6. Retrieved from http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why

Yvon, G. (2007). Enseñanza y aprendizaje del cálculo aritmético, 1–22. Retrieved from http://www.uvp5.univ-paris5.fr/TFM/Aide/TFM-Calculmental.pdf

Zsakó, L., & Szlávi, P. (2012). ICT Competences : a Logarithmic Thinking, *5*(2). Retrieved from http://dppd.ubbcluj.ro/adn/article_5_2_6.pdf

Anexo 1:
Story Board del MED Evolución

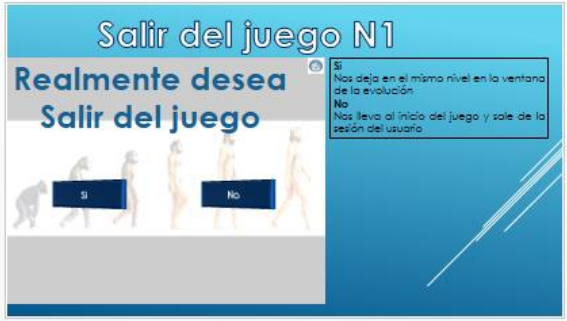
1

2

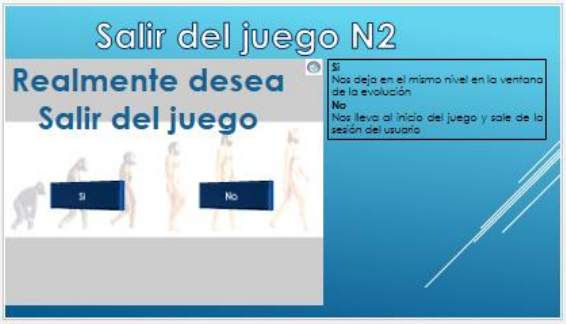
3

4

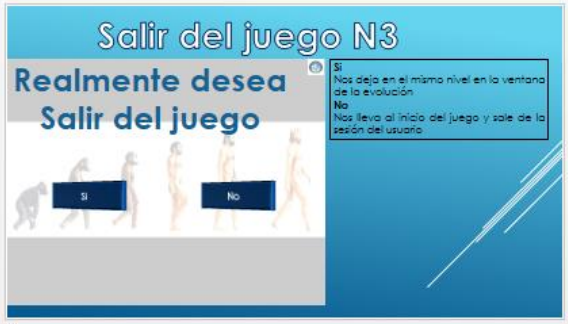
5



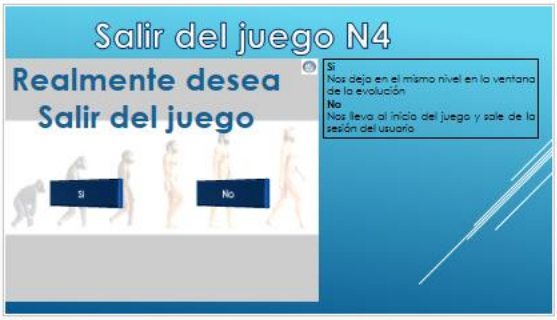
6



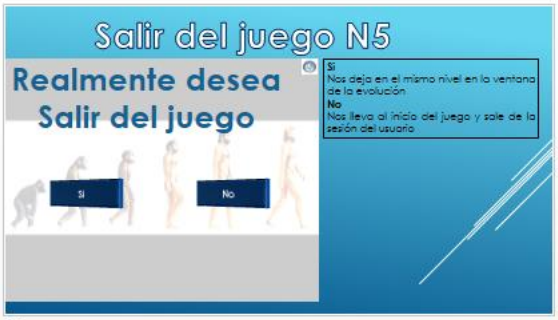
7



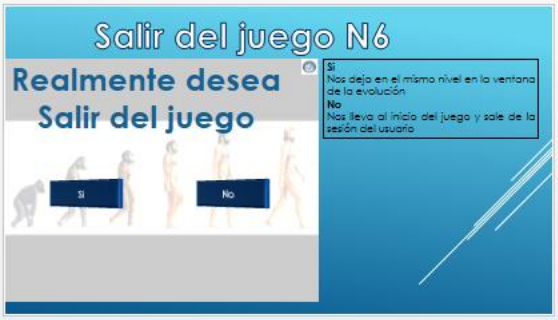
8



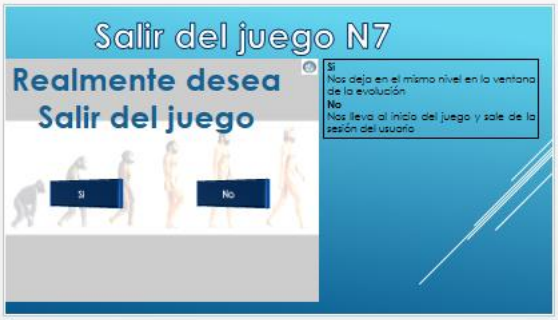
9



10



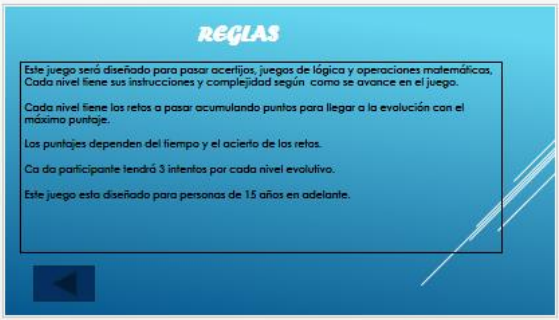
11



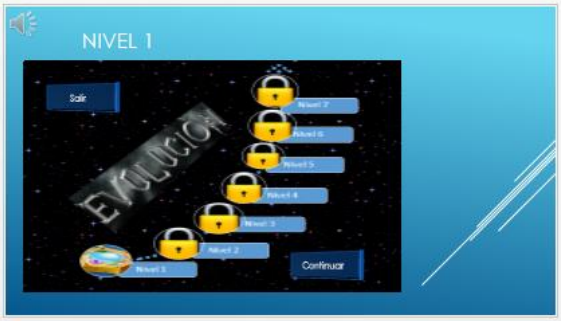
12

13

14



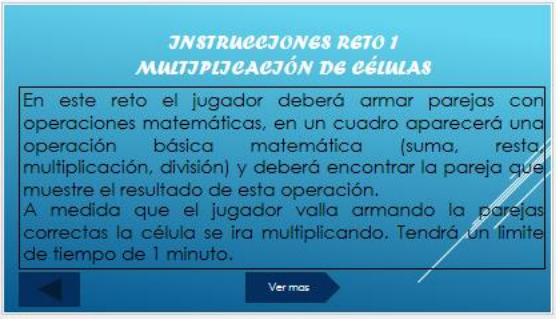
15



16

17

18



19

20

21

22

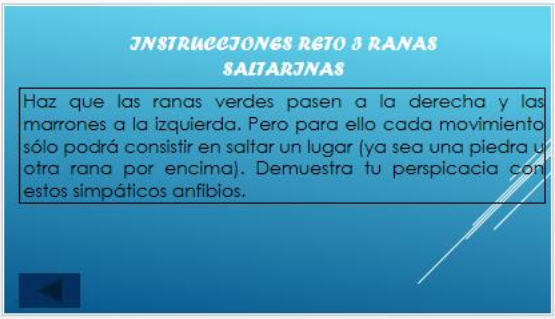
23

24

25

26

27



28

29

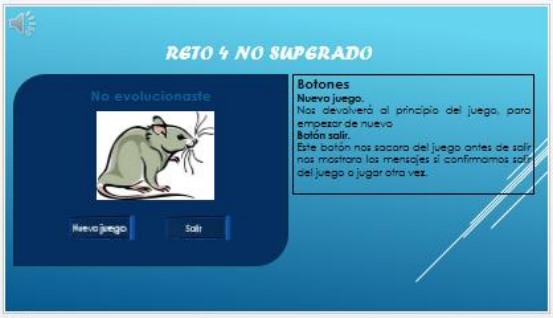
30

31

32

33

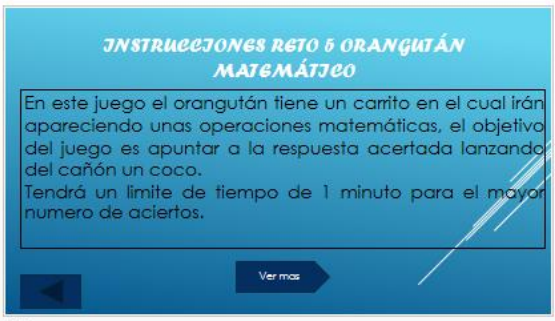
34



35

36

37



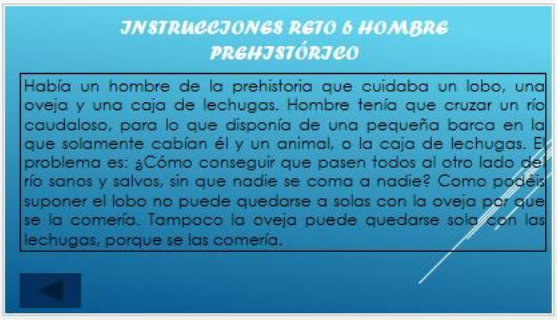
38

39

40

41

42



43

44

45

46

47

48

00:05

ULTIMO RETO SUPERADO
Has pasado todos los retos
Puntaje: 1000 puntos
Felicidades evolucionaste
Resultados
Salir
Botones
Botón salir.
Este botón nos sacara del juego antes de salir nos mostrara los mensajes si confirmamos salir del juego o jugar otra vez.
Aparecerá un puntaje dado a través del juego según el tiempo utilizado para resolver los retos propuestos
Música final
Este el fin del juego. Aun en etapa de diseño, se ampliaran los niveles próximamente

49

RETO 6 NO SUPERADO
No evolucionaste
Nuevo juego
Salir
Botones
Nuevo juego.
Nos devolverá al principio del juego, para empezar de nuevo
Botón salir.
Este botón nos sacara del juego antes de salir nos mostrara los mensajes si confirmamos salir del juego o jugar otra vez.

50

Puntaje y tiempos
El total de puntaje del juego son 1000 puntos
Duración del juego total 18 minutos

51

Resultados del juego
Los datos serán enviados al correo del jugador y al correo Mauricioriiu@unisabana.edu.co
El juego se pasa con mínimo: 700 puntos
Si es menos de 700 aquí aparecer aun mensaje "No alcanzaste la evolución completa inténtalo de nuevo
Si son 700 a 800 aquí aparecerá un mensaje " Muy Bien has evolucionado pero puedes mejorar
Si son 800 a 900 aquí aparecerá un mensaje " Muy Bien lograste muy buenos resultados pero puedes mejorar
Si son 1000 aquí aparecerá un mensaje "EVOLUCION COMPLETA"
Puntos y tiempos

52

Anexo 2

Evaluación del material por expertos

Análisis de material educativo digital

(Tomado de: Cómo valorar la calidad de la enseñanza basada en las TIC. Barberá, Elena et all. 2008)

DIMENSIONES EVALUADAS

Identificación y características generales del material.

0. **Accesibilidad y facilidades de uso:**
1. **Características multimedia del material.**
2. **Objetivos y contenidos.**
3. **Presentación, organización y secuenciación de los contenidos.**
4. **Usos del material en procesos formativos**

Desarrollo

0. **<u>IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MATERIAL.</u>**
   a. **Nombre del material: EVOLUCION**
   b. **Autor: Mauricio Javier Rico Lugo**
   c. **URL: Formadorvirtual.com**
   d. **Fecha de edición y versiones: Diciembre 5 2015 V.01**
   e. **Destinatarios del material: Personas de 14 años en adelante**
   f. **Temática: Retos matemáticos, retos de lógica y acertijos**
   g. **Objetivos:**
      i. **Se describen:** <u>Si</u>
   h. **Contenidos:**
      i. **Se describen: Si X No___**
      ii. **Cuáles son:**

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un MED con retos lógicos y matemáticos que contribuyan a fortalecer las competencias en el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de la materia lógica de programación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Fortalecer el pensamiento Computacional en estudiantes de la materia lógica de programación
Fortalecer el uso de las operaciones básicas en estudiantes de la materia lógica de programación

METAS DEL JUEGO

Los estudiantes podrán resolver problemas o situaciones utilizando la lógica para encontrar la mejor solución.
Los estudiantes fortalecerán las operaciones matemáticas y las podrán aplicar a diferentes contextos tanto a nivel educativo como a nivel personal.
Los estudiantes fortalecerán el pensamiento computacional para aplicarlo a las distintas materias de su programa educativo.

i. **Apoyo al docente: Si _X No___**
j. **Apoyo tecnológico: si**
k. **Recomendaciones sobre su uso en procesos formativos: Si X No___**

2. **ACCESABILIDAD, FACILIDADES DE USO Y FIABILIDAD.**
   a. **Acceso: Internet Si www.formadorvirtual.com**
   b. **Equipo necesario para accederlo:**
   c. **Calidad de la imagen:**

Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Muy buena
			X	

   d. **Calidad del sonido:**

Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Muy buena
		X		

   e. **Desajustes en la correspondencia entre imágenes y sonido: Si ___ NoX**

f. **Facilidad de uso del sistema de navegación**

MUY BAJA___ ____ ACEPTABLE___ ALTA X MUY ALTA _____

Si la valoración es muy baja, baja ó aceptable, indicar las dificultades y a qué características del sistema de navegación cabe atribuirlas:_____

g. **Velocidad de navegación**

MUY BAJA_____ ACEPTABLE___ ALTA X MUY ALTA _____

Si la valoración es muy baja, baja ó aceptable, indicar si la lentitud es generalizada o se produce únicamente en algunas zonas: _____

3. **CARACTERÍSTICAS MULTIMEDIA DEL MATERIAL**

a. **Lenguajes utilizados en la presentación de los contenidos**

Item	SI	NO
Texto oral		x
Texto escrito	x	
Imágenes fijas	x	
Imágenes en movimiento	x	
Gráficos	x	
Mapas conceptuales		x
Sonido	x	
Lenguajes simbólicos (lenguaje matemático)	x	

b. **Calidad técnica de las imágenes**

Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Muy buena
			x	

c. **Tipos de letras y caracteres tipográficos en general:**

Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Muy buena
			x	

Por qué: El tipo de letra y fuente es adecuada y se entiende

d. **Calidad técnica del sonido locución:**

Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Muy buena
			x	

e. **Calidad técnica de la integración sonido-imagen (audio y video se perciben como un todo):**

Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Muy buena
		x		

f. **Frecuencia global de los diferentes lenguajes utilizados en la presentación de los contenidos (en el conjunto del material)**

Item	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Texto oral	x				
Texto escrito				x	
Imágenes fijas			x		
Imágenes en movimiento			x		
Gráficos			x		
Sonido / música			x		

g. **Utilización combinada de diferentes lenguajes en la representación de contenidos**

Nunca	Casi nunca	A veces	Frecuentemente	Sistemáticamente
	X			

4. **Objetivos y contenidos**

a. **El material incluye una formulación explícita de los objetivos formativos perseguidos mediante su utilización o estudio**

SI	NO
x	

b. **Tipos de contenidos abordados en el conjunto del material**

	Totalmente ausentes	Muy poco frecuentes	Relativamente frecuentes	Bastante frecuentes	Muy frecuentes
Hechos, datos		x			
Conceptos, principios, teorías	x				
Procedimientos,			x		
Actitudes, valores		x			

c. **Complejidad del conjunto de los contenidos del material**

Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
		x		

5. **Presentación, organización y secuenciación de los contenidos.**

a. **Presentación de una visión de conjunto de los contenidos del material**

SI	NO
x	

b. **Correspondencia entre la visión de conjunto de los contenidos del material y su desarrollo efectivo**

Muy escasa	Escasa	Aceptable	Alta	Muy alta
			x	

c. **Transparencia, visibilidad y claridad de la organización de los contenidos del material en su conjunto (organización por fases, apartados, puntos, temas, núcleos… transparente, clara y visible)**

Muy escasa	Escasa	Aceptable	Alta	Muy alta
			x	

d. **Tipos de secuencias presentes en la organización de los contenidos del material en su conjunto (no excluyentes)**

	SI	NO
Secuencia global: De lo simple a lo complejo	x	
Secuencia global: aportación de información, explicación-ilustración, ejemplificación	x	
Secuencia global: aportación de información, explicación-problemas	x	
Secuencia global de: resolución de problemas	x	

e. **Ritmo en la presentación de los contenidos**

Muy inadecuado	Inadecuado	Aceptable	Adecuado	Muy adecuado
		x		

6. **Tratamiento instruccional de los contenidos**

a. **Elementos instruccionales presentes en el material y en las unidades, temas, bloques, módulos o partes en que está organizado**

	Nunca	Casi nunca	A veces	Frecuentemente	Sistemáticamente
Elementos de refuerzo de la comprensión de los contenidos (esquemas, gráficos, señalizaciones, animaciones, simulaciones, ejemplificaciones)			x		
Interpelaciones al estudiante para que anticipe, prevea, reflexiones, relacione			x		
Mensajes de refuerzo emocional		x			
Mensajes de refuerzo cognitivo		x			
Ejemplos, situaciones, problemas, elementos. relevantes del medio socio cultural de los aprendices			x		
Elementos de sorpresa o divertidos que rompen la monotonía y la rutina de la explicación				x	

b. El material incluye sugerencias de actividades o ejercicios sobre los contenidos presentados

Nunca	Casi nunca	A veces	Frecuentemente	Sistemáticamente
x				

c. El material incluye sugerencias o propuestas de ampliación o profundización de los contenidos presentados

Nunca	Casi nunca	A veces	Frecuentemente	Sistemáticamente
x				

d. El material incluye propuestas de actividades de autoevaluación

Nunca	Casi nunca	A veces	Frecuentemente	Sistemáticamente
x				

e. El material incluye las coordenadas (correo electrónico, espacio web.. para plantear dudas y preguntas a un tutor)

Nunca	Casi nunca	A veces	Frecuentemente	Sistemáticamente
x				

Estrategias discursivas

f. Hay uso de primera persona del plural

Nunca	Casi nunca	A veces	Frecuentemente	Sistemáticamente
		x		

g. Recapitulaciones, resúmenes o síntesis de los contenidos

Nunca	Casi nunca	A veces	Frecuentemente	Sistemáticamente
x				

h. Alusiones a experiencias, conocimientos, vivencias, no específicamente relacionados con los contenidos del material que "supuestamente comparten los aprendices"

Nunca	Casi nunca	A veces	Frecuentemente	Sistemáticamente
x				

7. Usos del material en procesos formativos.

a. Adecuación del material globalmente considerado para su uso en procesos formativos de autoaprendizaje o en procesos formativos presenciales y semipresenciales, según proceda

Muy inadecuado	Inadecuado	Aceptable	Adecuado	Muy adecuado

			x	

b. Calidad del material globalmente considerado en la perspectiva de su utilización en procesos formativos de autoaprendizaje o en procesos formativos presenciales y semipresenciales, según proceda

Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
		x		

Consideraciones finales:
Muy buen material, con la incorporación en la página es completo. Buena la diagramación y la retroalimentación del juego.

Anexo 3
Formato de diario de campo

Diario de campo observaciones MED "Evolución"	
Investigador	
Fecha	
Curso	
Fase	
Estudiante	**Observaciones**
Estudiante 1	
Estudiante 2	
Estudiante 3	
Estudiante 4	
Estudiante 5	
Estudiante 6	
Estudiante 7	
Estudiante 8	
Estudiante 9	
Estudiante 10	

Anexo 4:

Cuestionario grupo focal pilotaje del MED "Evolución"

Cuestionario grupo focal pilotaje del MED "Evolución"
Investigador:
Fecha:
Curso:
Fase:
Preguntas
¿Creen que el MED cuenta alguna historia?
¿El MED es de fácil acceso?
¿Cómo les parecieron los recursos multimedia del MED?
¿Utilizaron la ayuda del MED?
¿El MED despertó interés?
¿Volvería a utilizar el MED para superar su puntaje?
¿Qué cambiaría del MED?

Anexo 5
Cronograma del proceso de investigación

Semestres	Semestre 1						Semestre 2						Semestre 3						Semestre 4					
Fases	Fase 1						Fase 2						Fase 3						Fase 4					
Actividades	JL	A	S	O	N	D	E	F	M	A	MY	J	JL	A	S	O	N	D	E	F	M	A	MY	J
Definición del tema de investigación	X	X	X																					
Búsqueda y lectura de referencia de apoyo		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elaboración del marco teórico				X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Estado del arte		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
Diseño del MED				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Implementación													X	X	X	X	X	X	X					
Recolección de información																	X	X	X	X				
Análisis de resultados																				X	X	X	X	
Elaboración del documento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Anexo 6
Carta de socialización de la investigación

Bogotá,

Señores.

Instituto Colombiano de aprendizaje "INCAP"

Director Regional Chapinero.

Wilson Eduardo Galvis Ortiz

Ciudad.

Cordial saludo Por medio de la presente me dirijo a usted muy respetuosamente para solicitar su permiso y colaboración en la ejecución de la investigación, PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN ESTUDIANTES DE LA MATERIA LÓGICA DE PROGRAMACIÓN, de la maestría en informática educativa de la Universidad de la Sabana, la cual tiene como objetivo aplicar un material educativo digital (MED "Evolución") para fortalecer la lógica y el pensamiento algorítmico en los estudiantes de la materia Programación uno (PA), este estudio se llevara a cabo en dos fases, una de pilotaje y otra de implementación, se pretende aplicar el estudio en estudiantes de esta materia y analizar la contribución de este MED en sus habilidades de PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

Agradezco su valiosa colaboración y agradezco de antemano la atención prestada.

_____

Mauricio Javier Rico Lugo Investigador.

Estudiante Maestría Informática Educativa

Universidad de la Sabana

FORMATO DE AUTORIZACIÓN INVESTIGACIÓN PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN ESTUDIANTES DE LA MATERIA LÓGICA DE PROGRAMACIÓN

Estimado (a) participante: En el proyecto de la Maestría en Informática Educativa de la Universidad de la Sabana, del cual hace parte el formador Mauricio Javier Rico Lugo, se desarrollara una investigación en el Instituto Colombiano de Aprendizaje "INCAP" que pretende describir la experiencia y aprendizajes utilizando un material educativo digital (MED "Evolución") en la materia lógica de programación, se quiere determinar la influencia de este material en el aprendizaje de los participantes y describir el aporte que este puede realizar en los procesos de aprendizaje en la materia lógica de programación.

Para el cumplimiento de estos objetivos, nos resulta útil su participación mediante la utilización del material educativo y desarrollo de pruebas iniciales y finales esto con el fin de determinar la influencia del material en los procesos de aprendizaje en la materia lógica de programación. Su participación es de carácter voluntario. Puede desistir de participar y no se cuestionara su decisión; y si es su deseo ser participe en el proyecto, se le garantiza:

El uso do nombres ficticios para proteger su identidad, si así lo requiere.

Estricta confidencialidad con la información.

Que se le responderá cualquier inquietud alrededor del proyecto.

Los beneficios que podrá aporta este proyecto son:

Utilización de un material educativo para fortalecer la lógica en la materia programación uno (PA).

Representa la posibilidad de una forma nueva de aprender y mejorar la lógica para las materias de programación.

Anexo 7
Formato de consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la investigación:

"Pensamiento computacional en estudiantes de la materia lógica de programación"

Se me ha explicado con claridad y he comprendido lo que implica la participación en este proyecto.

Entiendo que la participación es voluntaria y que el no hacerlo no tendrá ninguna consecuencia ni se cuestionara mi decisión.

Yo, _____(nombre y apellidos), con cédula de ciudadanía Nº_____de _____quiero participar en este proyecto investigativo.

Código del curso: _____ Jornada: _____

Teléfono celular: _____ Fecha:_____

_____

Firma

Anexo 8
Prueba de entrada

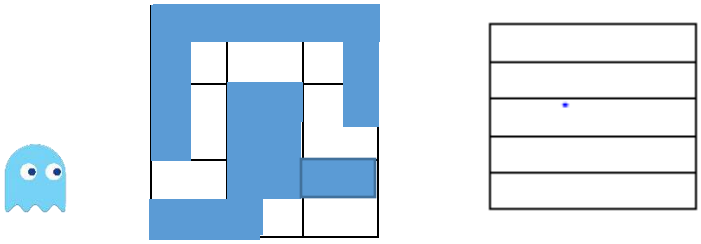
Nombre: _____ Fecha: _____ Curso: PA____
Edad: ____

Un comerciante vende manzanas a 200 pesos cada, empieza el día con 120 manzanas, al final de la tarde tiene 14.800 pesos. ¿Cuántas manzanas le quedaron al comerciante sin vender?

El precio del dólar está subiendo, hoy se cotizó en 3000 pesos, si quiero cambiar 81000 pesos, ¿cuantos dólares serian?

Según el siguiente laberinto escribe la solución correcta para llegar a la salida.

Solo tienes estas instrucciones. Avanzar, girar derecha, girar izquierda, girar derecha. Puedes utilizar varias veces la misma instrucción. Enumera las instrucciones.

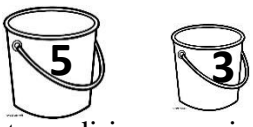


Dos hermanos hablaban ¿uno le dice al otro al otro dame 1000 pesos y tendremos el mismo dinero?

A lo que su hermano responde, ¿mejor dame 1000 pesos y yo tendré el doble de dinero? ¿Cuánto dinero tenia cada uno?

¿Cuántos puntos hay en total en un par de dados?

Tenemos dos baldes uno de 5 galones y otro de 3 galones, debemos describir los pasos para que tengamos en el balde de 5 galones, 4 galones exactamente. El agua la podemos tomar de un pozo.



Un elefante se dirige a un rio a tomar un baño, en la orilla del rio hay varios carteles que dicen “prohibido bañarse”, pero aun así el elefante pasa y se baña en el rio, ¿Por qué el elefante no obedeció los carteles?

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

DIDIIDID es a 49499494 como DIIDIIDD es a
94494494
49949944
94949494
49494949

Algunos meses tienen 31 días ¿Cuántos tienen 28? explique

Que numero completa la serie 0,1,1,2,3,5…. Explique

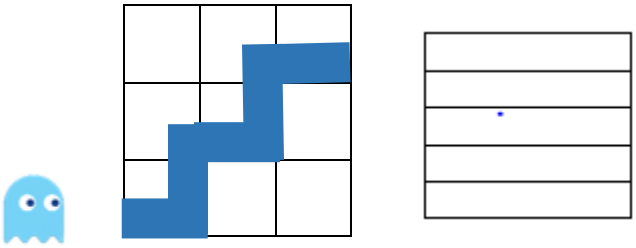
Anexo 9
Prueba de salida.

Nombre: _____ Fecha: _____ Curso: PA____ Edad: ____

1- Una maquina tragamonedas inicia cargada con 10.000 pesos esta máquina se juega con monedad de 500 pesos, han jugado 10 personas el día de hoy, cada persona ha jugado 5 veces, de estas 10 personas solo tres han ganado algún premio, entre las 3 han ganado 12.000. ¿Cuánto es el dinero que tiene la maquina al finalizar el día?

2- En una granja viven el granjero y su esposa con dos hijos, también hay dos perros, 2 gatos y 4 vacas, hay 5 corrales, cada corral con 5 gallinas, cada gallina tiene 4 pollitos. ¿Cuantas patas suman todos los animales?

3- Ayuda al fantasma a salir del túnel.
Solo tienes estas instrucciones. Avanzar, girar derecha, girar izquierda, girar derecha. Puedes utilizar varias veces la misma instrucción. Recuerda que el el fantasma solo avanza dependiendo del giro. Enumer las instrucciones



4- Juan, Raúl, Luis jugaron ajedrez. En total jugaron tres partidas. ¿Cuántas partidas jugo cada uno?

5- Un comerciante compro un artículo en 7.000 pesos lo vendió en 8.000, lo volvió a comprar por 9.000 pesos y lo vendió finalmente por 10.000. ¿Cuál fue la ganancia al final?

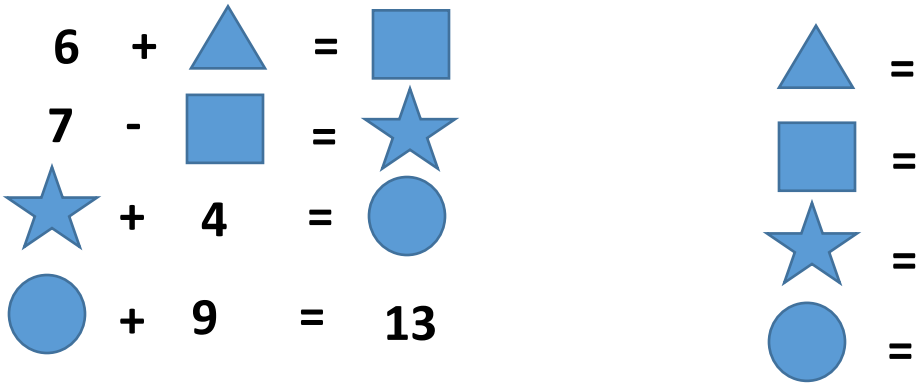
6- Un profesor necesita llevar 3 alumnos a la rectoría pero solo puede llevar de a uno, el problema es que los alumnos no se llevan bien y se ponen a pelear entre ellos, Juan pelea siempre con Andrés, Andrés siempre pelea con Pedro. Realiza los pasos para llevar a los

alumnos a la rectoría sin que pelen entre ellos. Recuerda que el profesor debe siempre llevar uno por uno.

7- Orangután es a 123456734 como 26343 a la palabra. Explique
   a. Orégano
   b. Hormiga
   c. Ruana
   d. Romano

8- Cada uno de los 5 hermanos tiene una hermana ¿cuántos son entre todos?
   a. 5
   b. 7
   c. 6
   d. 8

9- Cuáles son los valores de las siguientes figuras según estas operaciones



Anexo 10
Caracterización de estudiantes

Cuestionario de Caracterización

Involucración de las tecnologías de la información y comunicación en los procesos de aprendizaje

Nombre: _____ Curso: PA__

1. ¿Cuántos años tiene _____
2. ¿Cuál es su nivel de escolaridad _____
3. ¿Ha realizado otros estudios _____
4. ¿Sabe que son las TIC_____
   _____
   _____
5. Puede mencionar algunos recursos TIC utilizados o de los cuales conozca _____
   _____
   _____
   _____
6. ¿Cuál de estos recursos es el que más utiliza y por qué? _____
   _____
7. Ha oído mencionar el término de material educativo digital, podría definir con sus palabras que entiende con este término, con que relacionaría este término.
   _____
   _____
   _____
8. ¿Sus profesores utilizan materiales educativos digitales?
   _____
   _____
   _____
9. En que materias sus profesores han involucrado materiales educativos digitales
   _____
   _____
10. En que materias le gustaría que involucraran estos materiales educativos digitales
    _____
    _____
11. ¿Cuándo el profesor utiliza un material educativo digital que actitud tiene usted para el tema visto en el material.
    _____
    _____
    _____
12. ¿Porque escogió la carrera de sistemas?
    _____
    _____
    _____
13. ¿Sabe que es la programación? explique con sus palabras
    _____
    _____
    _____
14. ¿Qué entiende por lógica?

_____
_____
_____

15. ¿Qué entiende por lógica de programación?
_____
_____
_____

16. ¿Qué entiende por pensamiento computacional?
_____
_____
_____

17. ¿Cómo ha sido su experiencia con las matemáticas? explique
_____
_____
_____
_____

18. ¿Cree que las matemáticas son importantes en sus actividades diarias? explique por que
_____
_____
_____

19. ¿Cree que las matemáticas hayan a desarrollar la lógica? Explique su respuesta?
_____
_____
_____

20. ¿Cree que las matemáticas son necesarias en la materia lógica de programación?
_____
_____
_____

Anexo 11
Cuestionario semiestructurado de entrevista a experto

Entrevista Experto en pensamiento computacional.
Preguntas iniciales
Presentación del profesor.
Nombre
País

1- ¿Cuál es su carrera y los estudios que ha realizado?
2- ¿Cómo empezó su participación en comunidad educativa?
3- ¿El pensamiento computacional es un término nuevo, planteado por Jeannette Wing en el 2006. Nos podría explicar un poco de este nuevo termino
4- ¿Cómo ve usted el estudio del pensamiento computacional en España y a nivel mundial?
5- opcional ¿ha podido encontrar investigaciones de pensamiento computacional a nivel de américa latina?
6- ¿cree usted que cualquier persona pueda adquirir el pensamiento computacional?
7- Cree usted que el pensamiento computacional es una respuesta a este nuevo mundo digital donde la tecnología es parte de la mayoría de nuestras actividades diarias?
8- en España los ciclos educativos básicos son primaria, secundaria y bachillerato. ¿Cómo está el pensamiento computacional es estos ciclos?
9- ¿Cuál cree que son las competencias básicas para el pensamiento computacional? Dependiendo de la respuesta se profundizara en las competencias que mencione el profesor.
10- El pensamiento computacional se está involucrando como una nueva materia, como lo son las ciencias, las matemáticas en diferentes países que recomendaciones haría usted para lograr esta incorporación en los currículos educativos
11- Cuando se llega a la universidad sin ninguna base de pensamiento computacional cual sería la mejor forma de involucrar este pensamiento.
12- Cree usted que el pensamiento computacional se podría vincular a todas las carreras profesionales sin bases en primaria

Anexo 12
Cuestionario de interacción con el MED

Cuestionario interacción con el Material Educativo Digital "Evolución"
Estudiante: _____ Curso: PA___

1. ¿Explique que es el MED "material educativo Digital" evolución con sus palabras?
   _____
   _____
   _____
   _____
2. ¿Es fácil navegar en este MED?
   _____
   _____
   _____
   _____
3. ¿Utilizaron la ayuda del MED?
   _____
4. ¿Hay algo que no hayan entendido del MED?
   _____
   _____
   _____
   _____
5. ¿Cuál o cuáles de los retos se dificulto más? ¿por qué?
   _____
   _____
   _____
   _____
   _____
   _____
6. ¿Han jugado un juego similar? ¿Cuál?
   _____
   _____
   _____
   _____
7. ¿Creen que este juego ayudo a su pensamiento computacional o su lógica para resolver algoritmos? ¿explique?
   _____
   _____
   _____
   _____
   _____
   _____
8. ¿Creen que el MED ayuda a mejorar sus capacidades para resolver problemas con operaciones matemáticas básicas como sumas, restas, multiplicaciones y divisiones?
   _____
   _____
   _____
   _____

_____
_____

9. ¿Creen que el MED tiene una relación con los temas tratados en clase? ¿explique?

_____
_____
_____
_____

10. Mencione los aspectos positivos del MED.

_____
_____
_____
_____

11. ¿Que se debería cambiar o mejorar en el MED?

_____
_____
_____
_____

12. ¿Qué otros niveles o retos propone para el MED?

_____
_____
_____
_____

13. ¿Creen que este tipo de Materiales Educativos Digitales deben ser utilizados por sus formadores para las clases? Explique su respuesta.

_____
_____
_____
_____

Anexo 13
Cuestionario de grupo focal implementación

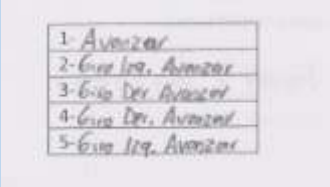
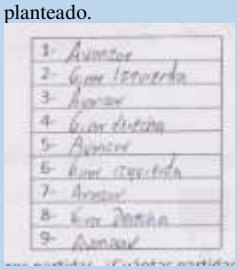
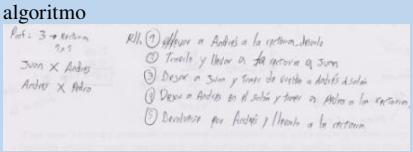
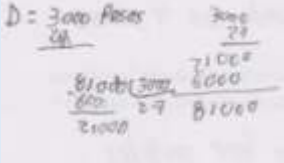
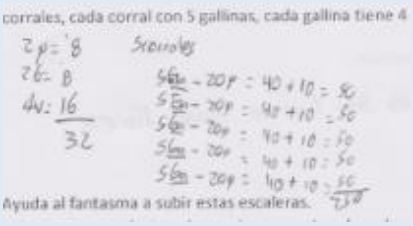
Cuestionario interacción con el Material Educativo Digital "Evolución" grupo focal

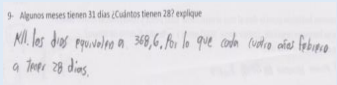
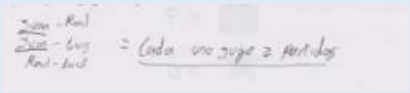
Estudiante: _____ Curso: PA___

1. ¿Explique que es el MED "material educativo Digital" evolución con sus palabras?
2. ¿Es fácil navegar en este MED?
3. ¿Utilizaron la ayuda del MED?
4. ¿Hay algo que no hayan entendido del MED?
5. ¿Cuál o cuáles de los retos se dificulto más? ¿por qué?
6. ¿Creen que este juego ayudo a su pensamiento computacional o su lógica para resolver algoritmos? ¿explique?
7. ¿Creen que el MED ayuda a mejorar sus capacidades para resolver problemas con operaciones matemáticas básicas como sumas, restas, multiplicaciones y divisiones?
8. ¿Creen que el MED tiene una relación con los temas tratados en clase? ¿explique?
9. Mencione los aspectos positivos del MED.
10. ¿Que se debería cambiar o mejorar en el MED?
11. ¿Qué otros niveles o retos propone para el MED?
12. ¿Creen que este tipo de Materiales Educativos Digitales deben ser utilizados por sus formadores para las clases? Explique su respuesta.

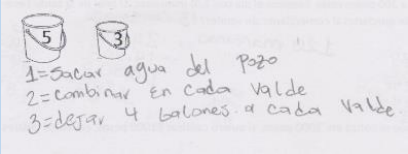
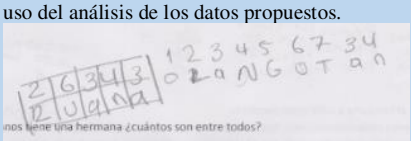
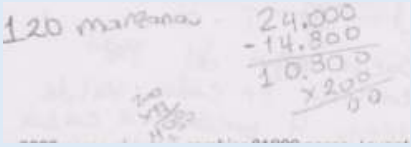
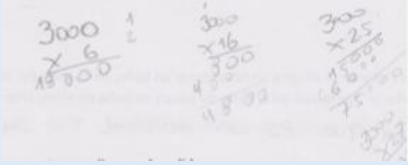
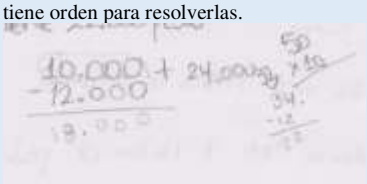
Anexo 14
Rubricas análisis pruebas de entrada y salida

Estudiante 1

	Estudiante 1					
	Prueba de entrada			**Prueba de salida**		
Indicador	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**
1.1	X			X		
1.2	X			X		
Análisis	Realiza los pasos necesarios para resolver los algoritmos. Estos pasos son entendibles y coherentes. Abstrae patrones de forma correcta Crea algoritmos adaptándose al problema planteado.  P3			Realiza los pasos necesarios para resolver los algoritmos. Estos pasos son entendibles y coherentes. Abstrae patrones de forma correcta Crea algoritmos adaptándose al problema planteado.  P3 Realiza un planteamiento para desarrollar un algoritmo  P6		
2.1		X		X		
2.2	X			X		
Análisis	Plantea de forma correcta los problemas matemáticos utilizando las operaciones adecuadas. Siempre realiza operaciones matemáticas escritas para resolver los problemas. Realiza verificación de la respuesta  P1			Plantea de forma correcta los problemas matemáticos utilizando las operaciones adecuadas. Siempre realiza operaciones matemáticas escritas para resolver los problemas. Descompone el problema en partes para dar una solución  P2		
3.1			X	X		

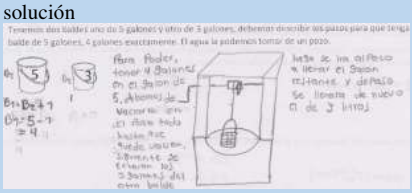
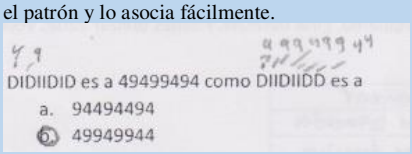
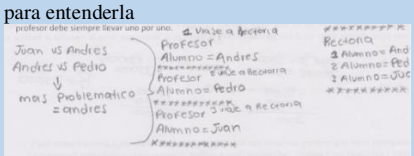
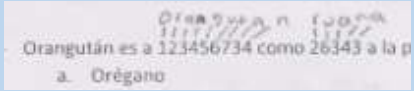
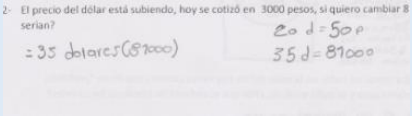
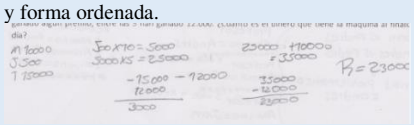
3.2		X		X		
3.3			X	X		
Análisis	Da la respuesta del problema pero no explica como la logro Plantea de forma incorrecta los problemas dados  P9			Identifica el problema y da una respuesta acertada, explicado como lo resolvió  P4		

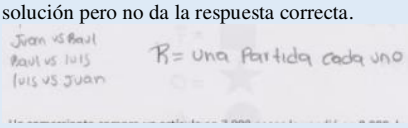
Estudiante 2

	Estudiante 2					
	Prueba de entrada			**Prueba de salida**		
Indicador	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**
1.1			X		X	
1.2		X		X		
Análisis	No identifica los pasos para resolver los algoritmos.  P6 No se adapta a las condiciones del problema Abstrae patrones de forma correcta			Identifica los pasos resolver los algoritmos pero no los organiza de una forma coherente. Abstrae patrones de forma correcta haciendo uso del análisis de los datos propuestos.  P7		
2.1			X		X	
2.2			X		X	
Análisis	No plantea de forma correcta los problemas matemáticos no utiliza las operaciones matemáticas adecuadas.  P1 Realiza operaciones sin tener un objetivo claro.  P2 Se evidencia que utiliza las operaciones matemáticas escritas pero como no interpreta los datos ninguna solución es correcta.			Interpreta parcialmente los datos que están en l problema pero no plantea una solución correcta. Utiliza muchas operaciones matemáticas que no están involucradas en el problema y no tiene orden para resolverlas.  P2		

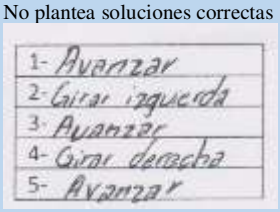
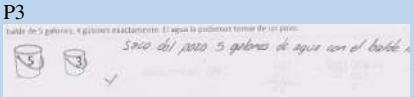
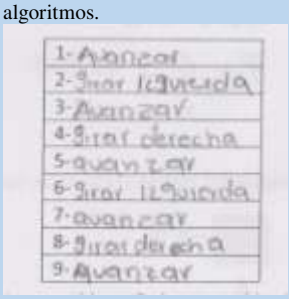
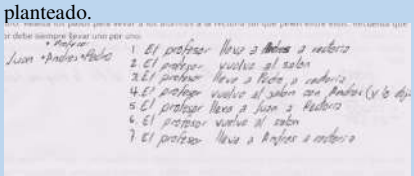
3.1			X		X	
3.2			X		X	
3.3			X		X	
Análisis	Como no identifica los problemas planteados, no puede dar soluciones correctas ni llegar a la explicación de estas			Identifica el problema pero no siempre utiliza las operaciones adecuadas para solucionarlo. Explica algunos problemas de forma correcta		

Estudiante 3

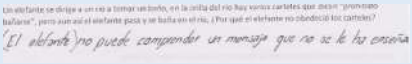
	Estudiante 3					
	Prueba de entrada			**Prueba de salida**		
Indicador	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**
1.1			X	X		
1.2		X		X		
Análisis	No identifica los pasos para resolver los algoritmos. No se adapta a las condiciones del problema Crea representaciones gráficas para encontrar los pasos del algoritmo pero no aportan a la solución  P6 Abstrae patrones de forma correcta, identifica el patrón y lo asocia fácilmente.  P8			Realiza los pasos necesarios para resolver los algoritmos. Estos pasos son entendibles y coherentes. Abstrae patrones de forma correcta Crea algoritmos adaptándose al problema planteado. Organiza de forma adecuada la información para entenderla  P6 Abstrae patrones de forma correcta, identifica el patrón y lo asocia fácilmente.  P7		
2.1			X		X	
2.2			X	X		
Análisis	No plantea de forma correcta los problemas matemáticos utilizando las operaciones adecuadas. Realiza operaciones sin tener un objetivo claro.  			Identifica los componentes del problema y utiliza las operaciones matemáticas adecuadas y forma ordenada.  P1		

	P2 Se evidencia que trata de utiliza las operaciones matemáticas escritas pero no están bien planteadas, solo una solución es correcta pero se evidencia no utiliza cálculos mentales.			Falta un poco mas de análisis para lograr la respuesta acertada.		
3.1			X	X		
3.2		X		X		
3.3			X		X	
Análisis	Como no identifica los problemas planteados, no puede dar soluciones correctas ni llegar a la explicación de estas			Identifica el problema y propone una posible solución pero no da la respuesta correcta.  Realiza la explicación en forma entendible		

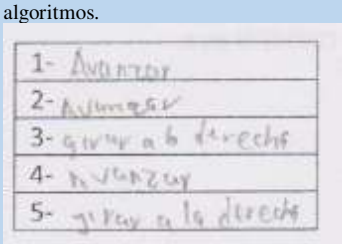
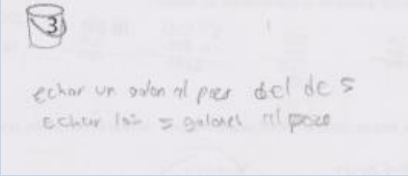
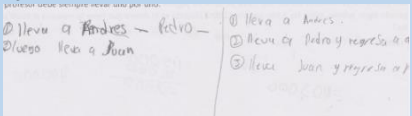
Estudiante 5

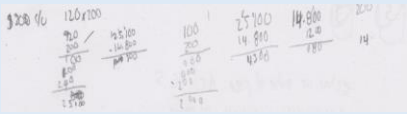
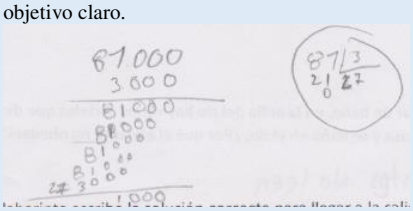
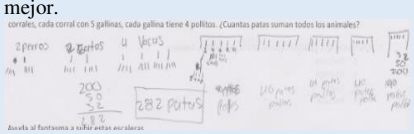
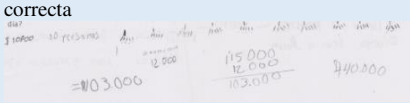
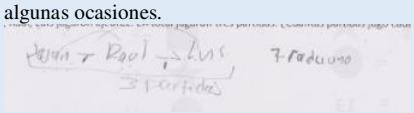
	Estudiante 5					
	Prueba de entrada			**Prueba de salida**		
Indicador	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**
1.1			X	X		
1.2	X			X		
Análisis	No identifica los pasos necesarios para resolver los algoritmos. No plantea soluciones correctas  P3  P6 Abstrae patrones de forma correcta			Realiza los pasos necesarios para resolver los algoritmos.  P3 Estos pasos son entendibles y coherentes. Abstrae patrones de forma correcta Crea algoritmos adaptándose al problema planteado.  Organiza de forma adecuada la información para entenderla		
2.1	X			X		
2.2	X			X		

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Análisis	Plantea de forma correcta los problemas matemáticos utilizando las operaciones adecuadas. Es ordenado al presentar la información y se entiende el proceso para llegar a las respuestas. Siempre realiza operaciones matemáticas escritas para resolver los problemas. Utiliza métodos gráficos para apoyar su respuesta P5			Plantea de forma correcta los problemas matemáticos utilizando las operaciones adecuadas. Siempre realiza operaciones matemáticas escritas para resolver los problemas.		
3.1	X			X		
3.2		X			X	
3.3	X			X		
Análisis	Da la respuesta del problema explican cómo logro la solución Algunas veces no propone soluciones adecuadas.  P7			Da la respuesta del problema explican cómo logro la solución Algunas veces no propone soluciones adecuadas.		

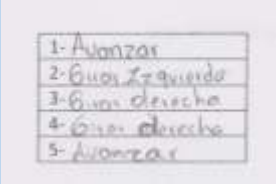
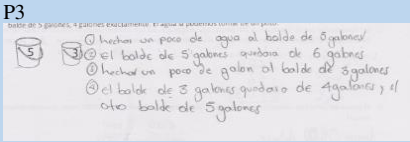
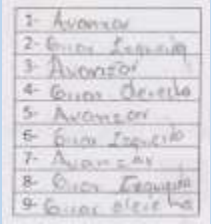
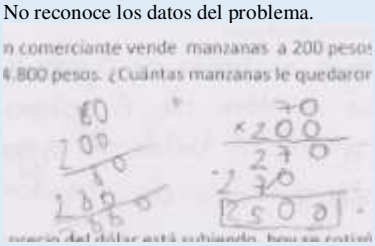
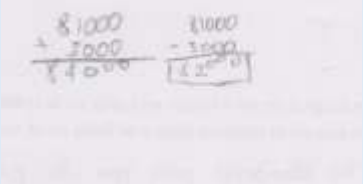
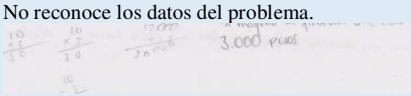
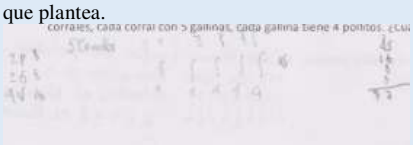
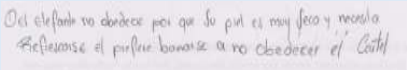
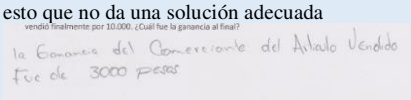
Estudiante 6

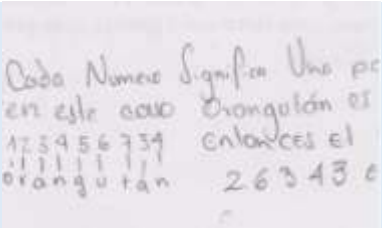
	Estudiante 6					
	Prueba de entrada			**Prueba de salida**		
Indicador	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**
1.1			X		X	
1.2		X		X		
Análisis	No identifica los pasos para resolver los algoritmos.  P3  P6 No se adapta a las condiciones del problema Abstrae patrones de forma correcta			Identifica algunos pasos lógicos para solucionar algoritmos pero no logra terminarlos. P3  P6 No es ordenado en el planteamiento del problema Logra abstraer patrones		

2.1			X		X	
2.2			X	X		
Análisis	No plantea de forma correcta los problemas matemáticos no utiliza las operaciones matemáticas adecuadas.  P1 Realiza operaciones matemáticas sin tener un objetivo claro.  P2 Se evidencia que utiliza las operaciones matemáticas escritas pero como no interpreta los datos, ninguna solución es correcta.			Algunas veces plantea de forma correcta el problema y lo descompone para entenderlo mejor.  P2 Relaza operaciones matemáticas de acuerdo al problema, pero no siempre la solución es la correcta  P1 Mejora el planteamiento de las operaciones, pero aún hay dificulta para entender el problema a resolver		
3.1		X		X		
3.2		X			X	
3.3			X		X	
Análisis	Como no identifica los problemas planteados, no puede dar soluciones correctas ni llegar a la explicación de estas			Identifica el problema y propone una solución, explica esta solución de forma acertada en algunas ocasiones. 		

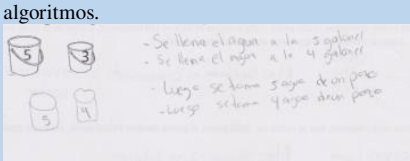
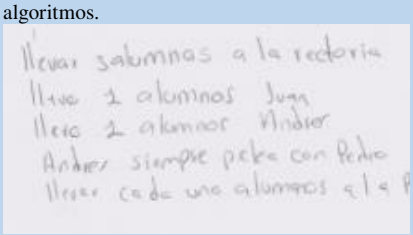
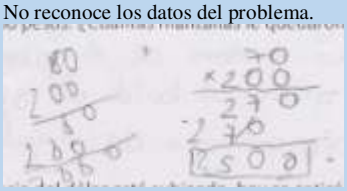
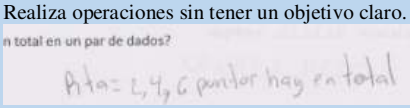
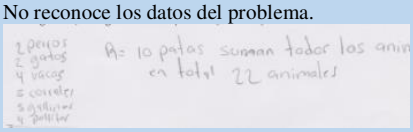
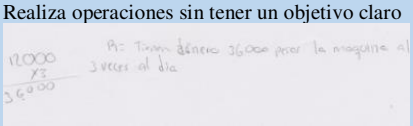
Estudiante 7

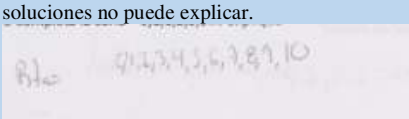
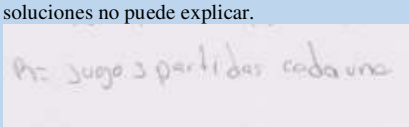
	Estudiante 7					
	Prueba de entrada			**Prueba de salida**		
Indicador	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**
1.1			X		X	
1.2			X		X	
Análisis	No identifica los pasos para resolver los algoritmos.			Identifica algunos pasos para resolver los algoritmos		

	 P3  P6 No se adapta a las condiciones del problema Abstrae patrones de forma correcta			 3 P3 No se adapta a las condiciones del problema Abstrae patrones de forma correcta		
2.1			X			X
2.2			X			X
Análisis	No plantea de forma correcta los problemas matemáticos no utiliza las operaciones matemáticas adecuadas. No reconoce los datos del problema.  P1 Realiza operaciones sin tener un objetivo claro.  P2 Se evidencia que utiliza las operaciones matemáticas escritas pero no tiene un propósito para utilizarlas.			No plantea de forma correcta los problemas matemáticos no utiliza las operaciones matemáticas adecuadas. No reconoce los datos del problema.  P1 Es desornado con las operaciones matematicas que plantea.  P2		
3.1			X			X
3.2			X			X
3.3			X		X	
Análisis	No identifica el problema planteado.  No propone ninguna solución acertada. Como no identifica el problema no plantea soluciones, no puede explicar.			No identifica el problema planteado, es por esto que no da una solución adecuada  P5 Plantea algunas soluciones y las puede explicar		

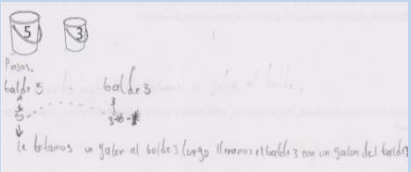
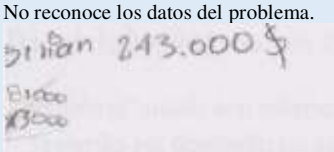
		

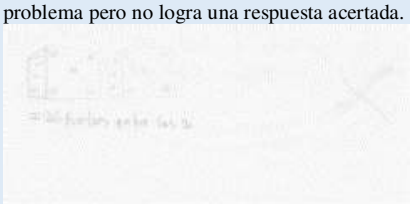
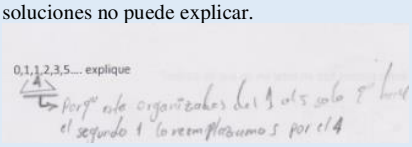
Estudiante 9

	Estudiante 9					
	Prueba de entrada			**Prueba de salida**		
Indicador	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**
1.1			X			X
1.2			X			X
Análisis	No identifica los pasos para resolver los algoritmos.  P6 No se adapta a las condiciones del problema Abstrae patrones de forma correcta			No identifica los pasos para resolver los algoritmos.  P6 No se adapta a las condiciones del problema No abstrae patrones de forma correcta		
2.1			X			X
2.2			X			X
2.3			X			X
Análisis	No plantea de forma correcta los problemas matemáticos no utiliza las operaciones matemáticas adecuadas. No reconoce los datos del problema.  P1 Realiza operaciones sin tener un objetivo claro.  P5 Se evidencia que utiliza las operaciones matemáticas escritas pero no tiene un propósito para utilizarlas.			No plantea de forma correcta los problemas matemáticos no utiliza las operaciones matemáticas adecuadas. No reconoce los datos del problema.  P2 Realiza operaciones sin tener un objetivo claro  P1 No interpreta bien la pregunta, las respuesta no son acordes al problema.		

3.1			X			X
3.2			X			X
3.3			X			X
Análisis	No identifica el problema planteado. No propone ninguna solución acertada. Como no identifica el problema ni plantea soluciones no puede explicar.  P10			No identifica el problema planteado. No propone ninguna solución acertada. Como no identifica el problema ni plantea soluciones no puede explicar.  P4		

Estudiante 10

	Estudiante 10					
	Prueba de entrada			**Prueba de salida**		
Indicador	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**	**Siempre**	**Algunas veces**	**Nunca**
1.1			X		X	
1.2			X		X	
Análisis	No identifica los pasos para resolver los algoritmos.  P6 No se adapta a las condiciones del problema No Abstrae patrones de forma correcta			Identifica los pasos para resolver algunos algoritmos Se adapta parcialmente a las condiciones del problema. Abstrae los patrones correctos		
2.1			X		X	
2.2			X		X	
Análisis	No plantea de forma correcta los problemas matemáticos no utiliza las operaciones matemáticas adecuadas. No reconoce los datos del problema.  P2 No intenta ni realizar operaciones para dar solución al problema planteado No utiliza las operaciones matemáticas escritas.			Algunas veces plantea de forma correcta los problemas. Algunas respuestas son correctas mas no se evidencia operaciones matemáticas para proponer la solución correcta		

	Utiliza métodos gráficos para plantear el problema pero no logra una respuesta acertada. 					
3.1			X		X	
3.2			X		X	
3.3			X			X
Análisis	No identifica el problema planteado. No propone ninguna solución acertada. Como no identifica el problema ni plantea soluciones no puede explicar.  P10			Algunas veces identifica el problema y da solución acertada, pero no explica como llego a esta solución		