

Los Laboratorios de Realidad Aumentada como Instrumentos Didácticos para Fortalecer
Competencias Científicas en los Estudiantes de Sexto Grado de una Institución Privada del
Municipio de Floridablanca

Maria José Montoya Mejía

Trabajo de Grado para Optar el título de Magíster en Informática para la Educación

Director

María del Pilar Vargas Daza

Mg. en Pedagogía

Codirector

Adriana Rocío Lizcano Dallos

Mg. en Gestión, Aplicación y Desarrollo de software

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas
Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Magíster en Informática para la Educación
Bucaramanga

2020

Agradecimientos

A Yeshúa, el autor y consumidor de mi fe, el principio de la sabiduría, por sostenerme, guiarme y fortalecerme todo el tiempo. A Él sea toda la gloria.

A mi madre, hermanos y tía María Elena, por apoyarme y creer en mí constantemente, pero sobre todo por orar por mí. A mis amigos por darme aliento, sus oraciones y recordarme las promesas dadas por El Padre.

A mi directora de proyecto, Mg. María del Pilar Vargas Daza, por su acompañamiento, orientación y confianza. A mi codirectora, Mg. Adriana Rocío Lizcano Dallos, igualmente por su guía y acompañamiento. Al director del grupo de investigación, Mg. Jorge Winston Barbosa, por creer en mí.

A mis compañeros de trabajo Yeimy Castro, Alfredo Nova, Kristel Jiménez y Natalia González, jefes: Carlos Andrés Serrano Pérez, Zarith Tatiana Vanegas, Andrea Rodríguez Forero y Olga Astrid Ortiz, por creer en mí, animarme y permitirme realizar esta propuesta con mis estudiantes.

A mis estudiantes por inspirarme, ser cómplices en todo este proceso y exigirme ser mejor.

A Sandra Lizeth Pinto Aguirre y Leonardo Palomino Santos por ser mis guías en este proceso, leer el contenido de estas páginas innumerables veces y corregirlas otras tantas, por sus trasnochadas y visitas a mi casa hasta que este documento estuvo terminado. A Fary Johana Ávila Mayo, por su apoyo incondicional, consejos y cariño.

A mis compañeras Helena Alvarado Mantilla y Eliana Eslava por sus consejos, palabras de ánimo, tiempo y material compartido y en general a todos los compañeros de maestría por el apoyo.

Tabla de Contenido

Introducción.....	15
1.Problema de investigación.....	16
1.1.Caracterización del problema.....	16
1.2.Planteamiento del problema.....	26
1.3.Justificación.....	28
1.4.Objetivos	30
2.Marcos de referencia.....	31
2.1.Antecedentes de investigación.....	31
2.1.1.A nivel internacional.....	31
2.1.2.A nivel nacional.....	36
2.1.3.A nivel local.....	37
2.2.Marco teórico.....	40
2.2.1.Realidad aumentada.....	40
2.2.1.1.Realidad aumentada en educación.....	42
2.2.1.2.Aplicaciones de realidad aumentada en las ciencias naturales.....	43
2.2.1.3.Just-in-time teaching (enseñanza justo a tiempo).....	47
2.2.1.4.Modelado.....	48
2.2.2.Competencia científica.....	49
2.2.2.1.Competencia “scientific enquiry”.....	51
2.2.2.2.Sub eje: planificación a partir de ideas/evidencias.....	52
2.2.2.3.Sub eje: obtener y presentar evidencias.....	53

2.2.2.4.Sub eje: considerar evidencia y enfoque.....	54
2.2.3.Laboratorios de ciencias de partir de la investigación	55
2.2.4.Aprendizaje cooperativo	57
3. Metodología.	58
3.1.Diseño metodológico	59
3.2.Escenario y participantes	62
3.2.1.Población.....	62
3.2.2.Muestra participante.....	63
3.3.Recolección de información	63
3.3.1.Técnicas e instrumentos de recolección de información	63
4.Análisis e interpretación de resultados	70
4.1.Resultados prueba diagnóstica.....	70
4.1.1.Análisis de resultados por sub-ejes.....	72
4.1.1.1.Resultados sub-eje: planeación a partir de ideas y evidencias.....	73
4.1.1.2.Resultados sub eje: obtener y presentar evidencias	74
4.1.1.3.Resultados sub eje: considerar evidencia y enfoque.....	77
4.1.2.Análisis categorial.....	78
4.1.2.1.Análisis resultados planeación a partir de ideas/evidencias.	80
4.1.2.2.Análisis resultados obtener y presentar evidencia.	85
4.1.2.3.Análisis resultados considerar evidencia y enfoque	92
4.2. Resultados fase de planificación y acción: laboratorios de realidad aumentada ..	104
4.2.1. Categorización	107

4.2.2.Categoría ejes científicos	107
4.2.2.1.1.Subcategoría: planificación a partir de ideas/evidencias	108
4.2.2.1.2.Subcategoría: considerar evidencias	116
4.2.2.1.3.Subcategoría: formulación de explicaciones	124
4.2.2.2.Categoría: aportes de la ra.....	131
4.2.2.2.1.Subcategoría: curiosidad/motivación.....	131
4.2.2.2.2.Subcategoría: uso de recursos	135
4.2.2.2.3.Subcategoría: construcción de modelos.....	140
4.2.2.3.Categoría: ambiente escolar	147
4.2.2.3.1.Subcategoría aprendizaje cooperativo	148
4.2.2.3.2.Subcategoría: rol del estudiante	152
4.3.Fase de evaluación	155
4.3.1.Contribuciones de la propuesta	159
4.3.2.Hallazgos.....	160
4.4.Principios éticos	164
4.5.Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.
4.6.Recomendaciones	¡Error! Marcador no definido.
Referencias Bibliográficas	166

Lista de Tablas

Tabla 1 Aplicaciones de Realidad Aumentada	44
Tabla 2 Fases del diseño metodológico	60
Tabla 3 Resultados competencia científica scientific enquiry prueba diagnóstica por sub ejes... 63	
Tabla 4 Categorías analizadas en la prueba diagnóstica.....	72
Tabla 5 Matriz categorial: competencia investigación científica, sub-eje planeación a partir de ideas/evidencias	79
Tabla 6 Matriz categorial: competencia investigación científica, sub-eje: obtener y presentar evidencia	82
Tabla 7 Matriz categorial: competencia investigación científica, sub-eje: considerar evidencia y enfoque.....	88
Tabla 8 Matriz categorial: competencia investigación científica, sub-eje: considerar evidencia y enfoque.....	95
Tabla 9 Matriz Categorial: Subcategoría planificación a partir de ideas/evidencias.....	108
Tabla 10 Matriz categorial: competencia investigación científica, sub-eje: considerar evidencia y enfoque.....	117
Tabla 11 Matriz categorial: Subcategoría formulación de explicaciones	125
Tabla 12 Matriz categorial: subcategoría curiosidad/motivación.....	131
Tabla 13 Matriz categorial: Subcategoría uso de recursos	136
Tabla 14 Matriz categorial: construcción de modelos	140
Tabla 15 Matriz categorial: subcategoría aprendizaje cooperativo	148
Tabla 16 Matriz categorial: subcategoría participación e independencia	152

Tabla 17 Resultados examen final por competencias. Competencia scientific enquiry 155

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Niveles de desempeño ciencias naturales PISA.	17
<i>Figura 2.</i> Promedio por área ciencias naturales: año 2017 en verde, 2018 en azul.....	20
<i>Figura 3.</i> Promedio por área: ciencias en azul, matemáticas en rojo, inglés en verde e inglés como segunda lengua en morado.....	22
<i>Figura 4.</i> Cambridge Primary Checkpoint, promedio por competencia - ciencias.	22
<i>Figura 5.</i> Promedio por área ciencias naturales quinto grado en los años 2012, 2014 y 2016. ...	24
<i>Figura 6.</i> Promedio por área ciencias naturales grado noveno en los años 2012, 2014 y 2016...	25
<i>Figura 7.</i> Definición y procesos de pensamiento de la competencia investigación científica según Cambridge International Assessment Education –CIAE-.....	51
<i>Figura 8.</i> Definición y procesos de pensamiento de la competencia investigación científica según Cambridge International Assessment Education –CIAE-.....	52
<i>Figura 9.</i> Acciones de pensamiento del sub eje planificación a partir de ideas y evidencias según Cambridge International Assessment Education –CIAE-.....	53
<i>Figura 10.</i> Acciones de pensamiento del sub eje obtener ideas y evidencias según Cambridge International Assessment Education –CIAE-.	54
<i>Figura 11.</i> Acciones de pensamiento del sub eje obtener ideas y evidencias según Cambridge International Assessment Education –CIAE-..	54
<i>Figura 12.</i> Los momentos de investigación de Kemmis (1989), citado por Latorre (2005).	62
<i>Figura 13.</i> Pregunta I.2.....	80
<i>Figura 14.</i> Pregunta I.1.	85

<i>Figura 15. Pregunta II.....</i>	92
<i>Figura 16. Categorías y subcategorías de análisis.....</i>	107
<i>Figura 17. Relación entre pruebas de competencias, inicio y final.....</i>	157

Lista de Apéndices

(Los apéndices están adjuntos en el CD y puede visualizarlos en base de datos de la biblioteca UIS)

Apéndice 1. *Prueba diagnóstica.*

Apéndice 2. *Asentimiento rector.*

Apéndice 3. *Autorización dada por el rector.*

Apéndice 4. *Asentimiento informado de los estudiantes.*

Apéndice 5. *Consentimiento informado.*

Apéndice 6. *Planeación de los laboratorios.*

Apéndice 7. *Descripción de las sesiones.*

Apéndice 8. *Formato diario de campo.*

Apéndice 9. *Reporte de laboratorio “La tierra y más allá”.*

Apéndice 10. *Reporte de laboratorio “La Tierra”*

Apéndice 11. *Examen final por competencias.*

Resumen

Título: los laboratorios de realidad aumentada como instrumentos didácticos para fortalecer competencias científicas en los estudiantes de sexto grado de una institución privada del municipio de Floridablanca*

Autor: Maria José Montoya Mejía**

Palabras claves: Realidad Aumentada, Competencias Científicas, Scientific enquiry, Ciencias Naturales.

Los laboratorios de ciencias naturales en las instituciones educativas suelen seguir un modelo tradicional que en algunos casos no aportan a la comprensión y estudio de fenómenos científicos y en otros representan posibles riesgos biológicos. El presente proyecto se fundamentó en la implementación de prácticas de laboratorios usando la realidad aumentada y la estrategia pedagógica Just-in-time Teaching (Enseñanza Justo a Tiempo) para fortalecer la competencia científica: scientific enquiry (investigación científica), del currículo internacional Cambridge Assessment International Education, en estudiantes de grado sexto de una institución educativa privada bilingüe del municipio de Floridablanca, Santander. Este proyecto se desarrolló como investigación cualitativa con un diseño metodológico investigación acción, que permitió establecer tres momentos, diagnóstico, planificación y acción, y la evaluación, a medida que se ejecutaban las fases, el docente retroalimentaba el proceso.

En el diagnóstico se identificaron las dificultades que los estudiantes presentaban; en la planificación se diseñaron y aplicaron los laboratorios usando aplicaciones RA y en la evaluación se reconocieron fortalezas y aspectos por mejorar. Finalmente, el análisis permitió establecer que los laboratorios de RA favorecen la experimentación de aspectos abstractos de la ciencia, la indagación y construcción de explicaciones, lo que posibilita que el estudiante realice un proceso de investigación científica, fortaleciendo así esta competencia científica. Por otro lado, se encontró que el trabajo con la realidad aumentada despierta la curiosidad, participación y motivación por lo atrayente de sus modelos.

*Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática.
Directora Maria del Pilar Vargas Daza. Codirectora Adriana Rocío Lizcano Dallos

Abstract

Title: The Augmented Reality based laboratories as didactic instruments to strengthen the scientific competences in 6th grade students at a private school in Floridablanca*

Author: Maria José Montoya Mejía**

Keywords: Augmented Reality, Scientific Competences, Scientific Enquiry, Natural Sciences.

The science laboratory practices in schools usually follow a traditional model that in some cases does not contribute to the comprehension and study of scientific phenomena, also some of them represent possible biological risks. The present project is based on the implementation of laboratory practices using augmented reality and the teaching strategy Just-in-Time Teaching to strengthen the scientific competence: scientific enquiry, of the international Cambridge Assessment International Education curriculum, in sixth grade students of a private bilingual school in Floridablanca, Santander. This project was defined under the paradigm of qualitative approach with the design of action research, for which three moments were established: diagnosis, planning and action, and evaluation, likewise, to check the correct execution of the phases, the teacher feedbacked the process.

In the diagnosis the difficulties that the students presented were identified; then during the planning laboratories were designed and applied using augmented reality applications and, in the evaluation, strengths and aspects to be improved were recognized. Finally, the analysis established that augmented reality-based laboratories favour the experimentation of abstract aspects of science, the enquiry process and construction of explanations, thus strengthening the scientific enquiry competence. On the other hand, it was found that working with augmented reality arouses curiosity, participation and motivation for the attractiveness of their models.

*Master's thesis

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática.
Directora Maria del Pilar Vargas Daza. Codirectora Adriana Rocío Lizcano Dallos

Introducción

La presente propuesta muestra cómo la implementación de una estrategia didáctica usando la realidad aumentada contribuyó al fortalecimiento de la competencia científica ‘scientific enquiry’, del currículo Cambridge Assessment International Education en estudiantes de sexto, quienes necesitaban fortalecerla. Se fundamentó en investigación cualitativa, diseño metodológico investigación acción y según el modelo de Kemmis y McTaggar, tres fases, diagnóstico, planeación y acción, y evaluación.

Adicionalmente, debido a la importancia de integrar las TIC, se utilizaron aplicaciones de realidad aumentada, una tecnología que presenta modelos en tres dimensiones generados a través de un ordenador superpuestos en un entorno real (Wang, M.,2017), de modo que los educandos pudieron interactuar con representaciones de sus objetos de estudio y mejorar su desempeño en la competencia analizada, así como química y física.

1. Problema de investigación

1.1. Caracterización del problema

Actualmente algunos estudiantes buscan obtener estudios que sean reconocidos internacionalmente, por esta razón cada vez son más las instituciones educativas (IE, de ahora en adelante) de carácter privado que ofrecen servicios de educación internacional, de modo que el título que reciban los graduandos sea aceptado en diferentes países. En consecuencia, se han creado currículos que son aceptados mundialmente que invitan al docente y a los estudiantes a formarse en competencias básicas que les servirán en cualquier parte del mundo. Estos currículos a su vez proveen diferentes sistemas de evaluación de competencias que también permiten analizar cómo se encuentran las IE, el país y en algunos casos el promedio mundial.

Consecuentemente, a nivel nacional, distintas instituciones educativas han participado en la aplicación de pruebas internaciones, por ejemplo, PISA (por sus siglas en inglés, Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos), que es un proyecto de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) que evalúa educandos que se encuentran entre los 15 años y provee a los países de insumos para considerar la calidad de la educación impartida y tomar decisiones que busquen mejorarla (OCDE, 2017). Esta prueba comprende las áreas de lectura, matemáticas y competencia científica.

Desde la primera participación de Colombia en la aplicación de esta prueba en el año 2006, se ha observado que los resultados obtenidos han sido bajos y con poca mejoría respecto a los otros países de la OCDE. En el área de ciencias, los estudiantes colombianos se han ubicado mayoritariamente en los niveles de desempeño cero, uno A, uno B. En el año 2006, el 60% de los

estudiantes se ubicó en estos niveles; en el 2009, hubo una pequeña mejoría pues este porcentaje disminuyó a 54%; sin embargo, en 2012 aumentó a 55%, en 2015 fue el 49% y en 2018 fue 50%. Por otro lado, el porcentaje de estudiantes de países de la OCDE en los niveles mencionados ha sido de 22%, 20%, 19%, 23% y 21% respectivamente, lo que muestra que Colombia está debajo de estos países respecto a la prueba. Estos puntajes se encuentran detallados en la figura 1.

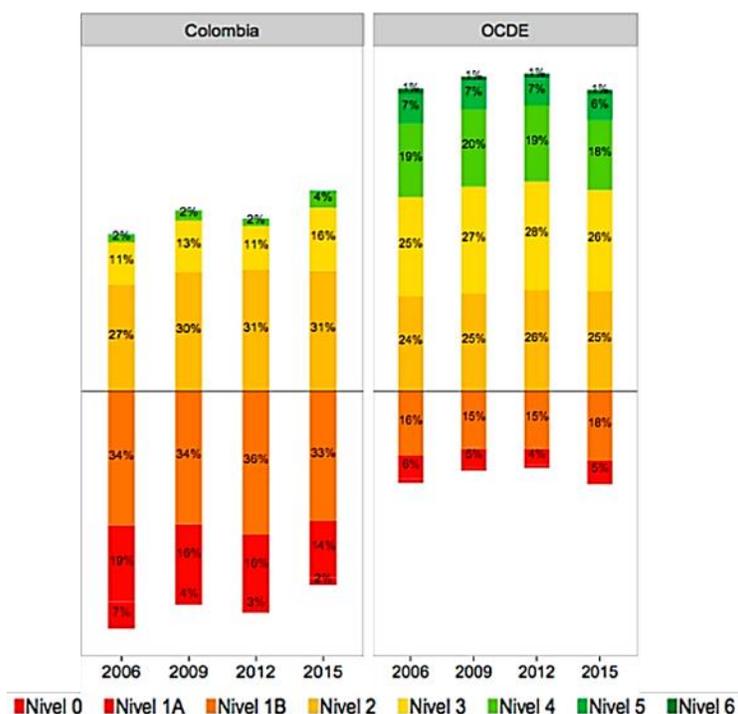


Figura 1. Niveles de desempeño ciencias naturales PISA. Recuperado de: ICFES. (2017) *Presentación evento de socialización – PISA 2018*. Ministerio de Educación Nacional: Colombia.

De acuerdo con los niveles de competencia que establece la prueba, los estudiantes de Colombia en su mayoría pueden comprender investigaciones científicas aunque solo en el sentido literal, pues su conocimiento científico es el adecuado solamente para explicar, razonar e interpretar resultados sin hacer relaciones entre la información de problemas o investigaciones realizadas en contextos no conocidos para los educandos, situación que plantea un reto para la educación en

ciencias, pues se espera que los estudiantes apliquen sus conocimientos científicos de manera consistente en diferentes contextos y sea más allá de la literalidad, como también relacionar la información proveída por diversas fuentes para dar y justificar explicaciones a fenómenos o solución de problemas científicos y tecnológicos a nivel individual, nacional o global (OCDE, 2007, p.26). Por esta razón, es necesario diseñar y ejecutar estrategias que hagan al estudiante un sujeto activo de su aprendizaje, revisar y actualizar modelos educativos y acciones que propendan en el fortalecimiento de la competencia científica y acciones de investigación en ciencias en las escuelas. Adicionalmente, solo el 20% de los estudiantes colombianos, en 2018, lograron posicionarse por encima del nivel tres, reducción notoria frente al 51% del año 2015.

Por otra parte, de acuerdo con el consejo británico, en Colombia hay actualmente 39 colegios que están adscritos al programa Cambridge Assessment International Education (CAIE, de ahora en adelante), desarrollado por la Universidad de Cambridge con la finalidad de ser un currículo de clase mundial que ayude a los estudiantes de las escuelas que lo acogen a ser ciudadanos del mundo, seguros, responsables, innovadores y comprometidos; en este, los niveles educativos están divididos en Cambridge Primary (básica primaria), Cambridge Lower Secondary (básica secundaria) y Cambridge Upper Secondary (Media, con la diferencia que inicia desde el grado noveno), en cada una de las transiciones al siguiente nivel hay una prueba estandarizada que sirve como diagnóstico (en los grados quinto y octavo) pues provee un panorama general de las fortalezas y debilidades de los educandos en las competencias evaluadas o en caso de los grados superiores provee un certificado internacional. En este programa los grados están clasificados por etapas (stages), siendo la etapa seis equivalente al grado quinto de primaria, donde se presentaría el primer examen o prueba Checkpoint, luego la etapa nueve, equivalente al grado octavo, en donde

presentan la segunda prueba Checkpoint, para finalizar con las etapas 11 y 12, es decir, grados décimo y undécimo, donde presentan las pruebas de certificación de secundaria internacional, por sus siglas en inglés IGCSE (International General Certificate of Secondary Education).

Las pruebas de básica primaria y secundaria dividen el área de ciencias en cuatro competencias básicas, que son investigación científica, biología, química y física (por sus nombres en inglés, Scientific enquiry, Biology, Chemistry and Physics). La primera es una competencia transversal pues el programa diseñó objetivos de aprendizaje que pueden ser aplicados durante el estudio de cualquiera de las temáticas que corresponden a las tres últimas competencias descritas, por ejemplo la búsqueda, selección y análisis de resultados o información relevante para un problema referente al efecto de los microorganismos en la industria alimentaria; comprende dos competencias, scientific enquiry en cuanto a las acciones que realizaría un científico y biología en el estudio de los microorganismos.

Los colegios que han optado por obtener la certificación del programa CAIE suelen hacer una adaptación entre lo que exige el Ministerio de Educación Nacional en los lineamientos y estándares curriculares y el programa internacional, dada la flexibilidad de este último.

En el año 2017, el promedio de Colombia en la prueba de primaria fue de 2.7, en una escala de uno a seis, donde uno es el más bajo y seis el más alto; mientras que, en secundaria, el promedio fue de 3.2, el promedio del país está por debajo del mundial en ambos grados, conforme lo muestra la figura 2. La prueba muestra que es necesario fortalecer en los estudiantes colombianos, los dominios propios de la biología, como todo lo inherente a los procesos de los seres vivos, sus relaciones con el entorno y ciencias de la vida; química, lo relacionado a el estudio de la materia, sus propiedades, materiales y ciencias de la tierra; física, propiedades de la energía, relaciones entre cuerpos como tipos de fuerza y el movimiento, el universo y finalmente investigación

científica, que se caracteriza por ser transversal, pues apoya lo que los estudiantes puedan desarrollar en las otras competencias mientras obtienen comprensión de la naturaleza de la investigación como relacionar datos y comunicarlos, emplear o crear modelos para hacer predicciones o explicar un fenómeno y analizarlo, además de estudiar el trabajo de otros científicos y su incidencia histórica en la ciencia (CAIE, 2017).

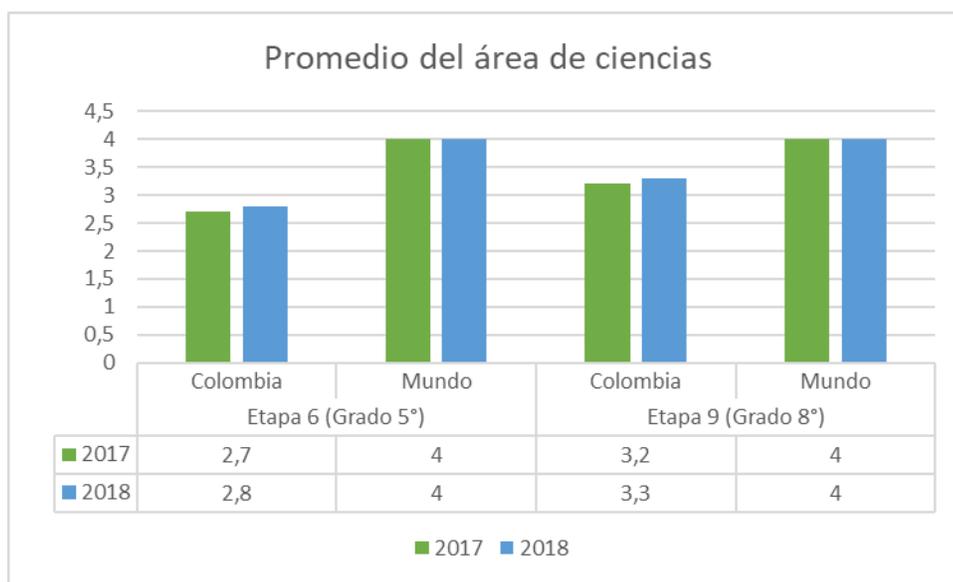


Figura 2. Promedio por área ciencias naturales: año 2017 en verde, 2018 en azul. Recuperado de: British Council. (2018) CO025 Chekpoint Primary & Lower Secondary Statistics May 2017 - 2018. British Council: United Kingdom.

La institución educativa objeto de estudio de la investigación, es de carácter privado y reconocida por sus altos estándares, está ubicada al sur de la ciudad y atiende estudiantes desde preescolar hasta básica secundaria y media. Esta cuenta con una planta física organizada, recursos didácticos, como la disposición de 2 salas de informática, más de 200 tabletas, plataformas virtuales (para el registro de notas, organización de actividades, refuerzo y procesos de evaluación y retroalimentación), conectividad a internet inalámbrica y personal docente dedicado; adicionalmente, la mayoría de los estudiantes cuentan con sus propios equipos de alta gama, como

computadores portátiles, tabletas y celulares; sin embargo, los educandos tienen una alta tendencia a utilizar sus dispositivos electrónicos con fines de entretenimiento más no pedagógicos, razón por la cual algunos docentes tienen a evitar usarlos como herramientas de clase y/o los prohíben dependiendo de las actividades realizadas. Esto muestra que, aunque se cuentan con los medios tecnológicos, su inclusión en clase es ausente, pues es prohibida, esto ocasiona que los educandos opten por usar su celular a escondidas cuando la clase no les llama la atención o sus computadores para jugar en los descansos en lugar de enseñarles autocontrol y ejercer uso responsable de los dispositivos electrónicos. En el aula de ciencias con mayor razón se acentúa el problema puesto que debería haber una inclusión de las Tecnologías de la Información y comunicación (TIC) para favorecer procesos de investigación, incluyendo el desarrollo de prácticas de laboratorio, sin embargo, estas se caracterizan por ser limitadas a ciertas sustancias que pueda manipular la docente aunque no aporten directamente al desarrollo de procesos como el planteamiento de los pasos a seguir, identificar variables y considerar resultados encontrados cuando estas son manipuladas, pues la docente les da la guía a seguir y los estudiantes se limitan a seguir observar lo que ella hace y tomar nota.

Respecto a los resultados de esta, su desempeño en la prueba internacional en el área de ciencias naturales, es decir, el examen Cambridge Primary Checkpoint, el colegio ha mantenido un promedio uniforme, pues en el 2013 obtuvo 3.8, en 2014 fue 3.7, en 2015 -3.8, 2016 -3.8, 2017 -4.0, 2018 -4.1, conforme lo muestra la figura 3.

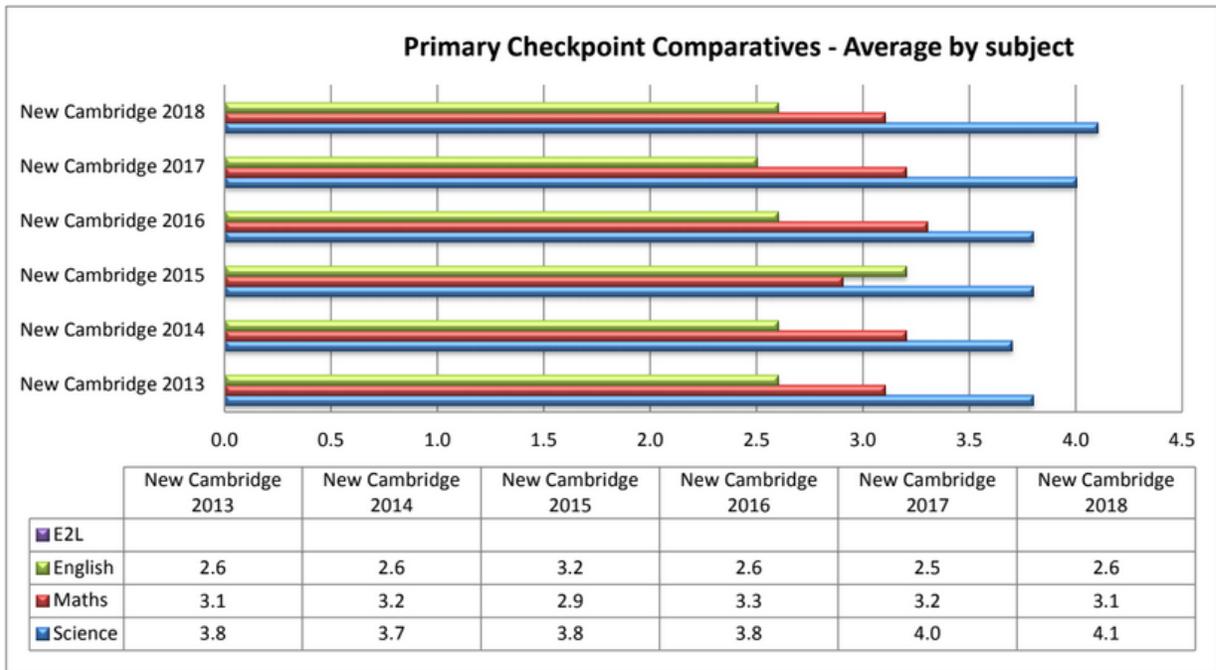


Figura 3. Promedio por área: ciencias en azul, matemáticas en rojo, inglés en verde e inglés como segunda lengua en morado. Recuperado de: British Council. (2018) CO025 Chekpoint Primary & Lower Secondary Statistics May 2018. British Council: United Kingdom.

Al revisar puntualmente cada competencia evaluada, de acuerdo con la figura 4, se observan las de menor desempeño, física con 3.3 puntos, seguida de investigación científica con 4.1.

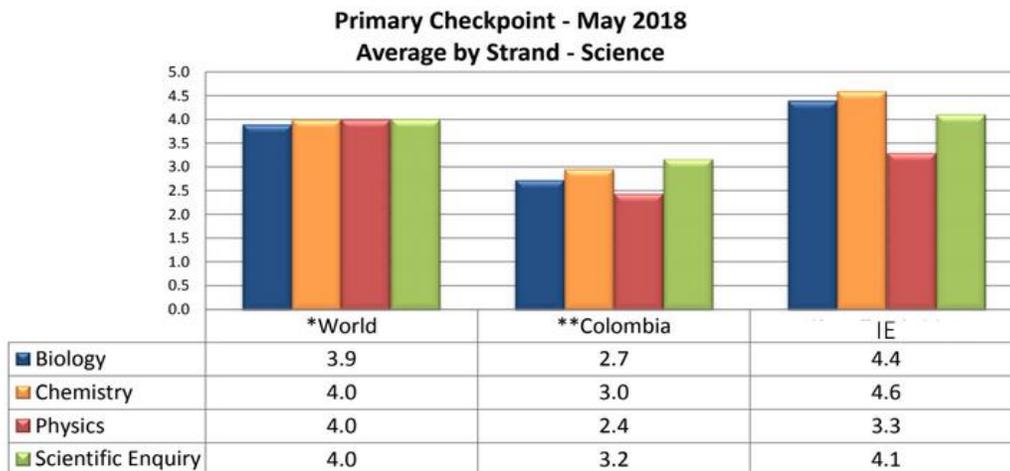


Figura 4. Cambridge Primary Checkpoint, promedio por competencia - ciencias. Recuperado de: British Council. (2018) CO025 Chekpoint Primary & Lower Secondary Statistics May 2018. British Council: United Kingdom.

Dado que la escala de evaluación de la prueba va de uno a seis, los estudiantes muestran estar por debajo del desempeño esperado. Esto indica la necesidad de continuar trabajando en la naturaleza de la investigación científica, en el uso del conocimiento para explicar diferentes fenómenos, partiendo de posibles predicciones indistintamente del contexto donde se desarrolle.

Por otro lado, el Ministerio de Educación Nacional aplica las pruebas SABER, como insumo para diagnosticar el desarrollo de las competencias básicas de los educandos y proveer a las IE y entes educativos de herramientas para tomar decisiones que contribuyan al mejoramiento de la calidad educativa. Estas pruebas son presentadas por los estudiantes en los grados tercero, quinto y noveno respecto a las áreas lenguaje, matemáticas (que se presentan anualmente), competencias ciudadanas y ciencias naturales (de manera alterna), por esta razón, esta última se ha presentado cada cuatro años desde el 2009. Los resultados son presentados en una escala de 100 a 500 puntos y dependiendo de estos se organizan en niveles de desempeño: insuficiente, mínimo, satisfactorio y avanzado, siendo este último el que demuestra que el educando que lo ha obtenido puede utilizar sus conocimientos científicos en diferentes contextos pues es el nivel de competencia más alto.

En el área de ciencias naturales, grado quinto, el promedio nacional fue de 302 en el año 2009, luego 317 en 2012, 307 en 2014 y 318 en 2016. En el grado noveno, los resultados fueron 301 promedio en 2009, 312 en 2012, 297 en 2014 y 289 en 2016. Los resultados muestran como las instituciones han procurado ir fortaleciendo el área de ciencias, en especial en grado quinto, aunque en noveno haya una desmejora desde el año 2012, esto muestra lo necesario que es continuar en mejoramiento continuo de las prácticas educativas en los planteles, donde el educando prime como sujeto activo y constructor de su aprendizaje mediante diferentes métodos que lo inviten a analizar,

reflexionar y no solo usar conceptos de memoria, sino que pueda aplicar lo que sabe en varios contextos para resolver problemas o entender fenómenos cotidianos y globales.

Respecto a la institución educativa foco de la investigación, aunque los resultados son prometedores se puede observar que se repite el fenómeno del grado noveno a nivel nacional.

En el grado quinto, año 2012 el promedio de la IE fue de 430, fueron evaluados 35 estudiantes ubicándose un 17% en desempeño mínimo, 23% en satisfactorio y 60% en avanzado, en el 2014 fue de 462, los evaluados fueron 47, teniendo 7% en mínimo, 19% en satisfactorio y 74% en avanzado, finalmente, en 2016 el promedio fue 424, con un total de 55 estudiantes de los cuales 6% se ubicaron en nivel mínimo, 22% en satisfactorio y 73% en avanzado (figura 5), aunque el establecimiento ha procurado continuar mejorando, se observa que respecto al grado noveno hay una desmejora que se detallará en el siguiente párrafo.

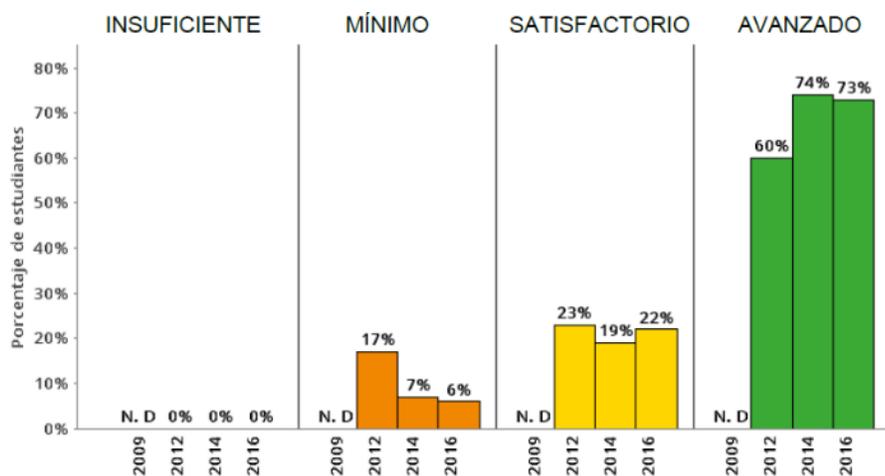


Figura 5. Promedio por área ciencias naturales quinto grado en los años 2012, 2014 y 2016. Recuperado de: ICFES. (2018) Informe por establecimiento educativo: reporte histórico Saber 5° y 9°. ICFES: Colombia.

El promedio en noveno, en el año 2012 fue 500, con un total de 26 estudiantes, ubicándose el 15% en satisfactorio y 85% en avanzado; en 2014 el promedio fue 478, evaluados 31, teniendo un

3% en desempeño mínimo, 25% en satisfactorio y 73% en avanzado; en 2016 el promedio fue de 438, con 36 evaluados de los cuales 28% se ubicó en satisfactorio y 72% en avanzado (figura 6).

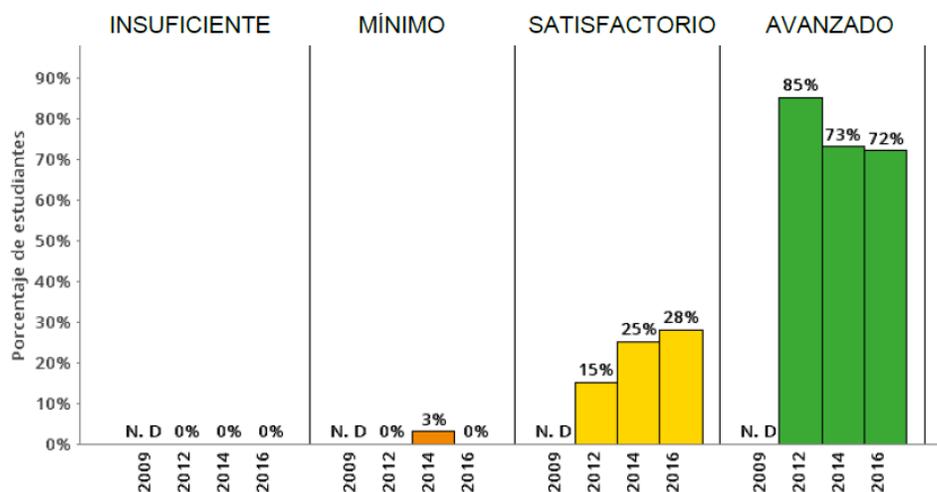


Figura 6. Promedio por área ciencias naturales grado noveno en los años 2012, 2014 y 2016. Recuperado de: ICFES. (2018) *Informe por establecimiento educativo: reporte histórico Saber 5° y 9°*. ICFES: Colombia.

Los anteriores resultados muestran que, aunque el promedio se ha procurado mejorar, en la última aplicación de ambos grados este decayó, especialmente en noveno, donde la tendencia en los tres años fue descendiente, es decir, es necesario revisar los procesos que se están realizando a medida que los estudiantes avanzan en el bachillerato para fortalecer las competencias científicas en los grados sexto, séptimo y octavo, además de incentivar el continuo mejoramiento de las prácticas pedagógicas y evaluativas de modo que el estudiante esté capacitado al finalizar la básica secundaria colombiana.

Al correlacionar los datos, estos muestran claramente las oportunidades de mejoramiento en el aula, pues los resultados evidencian que los procesos de evaluación y enseñanza de algunos docentes pueden no estar alineados a las demandas globales actuales (fenómeno apreciado al ser menores los resultados en el contexto internacional sobre el nacional). En consecuencia, es necesario reorientar las prácticas educativas, de modo que los estudiantes no solo obtengan

conocimientos científicos, sino que los sepan aplicar en contextos globales con el fin de solucionar problemas y conocer y realizar procesos de investigación científica acordes a su edad y grado.

1.2.Planteamiento del problema

A partir del panorama descrito anteriormente, se evidencia la necesidad de revisar las prácticas pedagógicas a fin de fortalecer las competencias científicas y hacer seguimiento al aprendizaje de los estudiantes; además, se hace necesario incentivar en los estudiantes actitudes hacia la ciencia que promuevan el desarrollo de procesos de investigación que les permitan comprender, analizar, interpretar y dar explicaciones a fenómenos que se observan en el ámbito local y global, así como plantear preguntas, predecir cambios y analizar el trabajo de otros científicos con el fin de que entiendan el impacto de sus acciones en el mundo y los problemas o soluciones que estos puedan traer.

Un segundo factor que se evidencia es el quehacer del docente y el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), pues, aunque el modelo del colegio es constructivista y los docentes buscan mejorar continuamente, han optado por reducir el uso de las TIC para evitar que los educandos se distraigan, lo que ha dado como resultado en el uso de estrategias pedagógicas muy básicas sin integrar las tecnologías que los estudiantes tienen en su contexto. Por otro lado, es necesario revisar el enfoque que se le está dando al área de modo que las estrategias implementadas apoyen el desarrollo de la competencia científica y como resultado los estudiantes aumenten el interés y opten por usar sus dispositivos para apoyar su aprendizaje y no exclusivos de entretenimiento. Scott, C. (2015) citando los cuatro pilares de la educación propuestos en el informe Delors (1996): “aprender a conocer; aprender a hacer; aprender a ser y aprender a vivir juntos”. Dentro del pilar aprender a ser, se enuncian las competencias: pensamiento crítico;

resolución de problemas; comunicación y colaboración; alfabetización sobre información, medios de comunicación y tecnologías; creatividad e innovación y alfabetización sobre las tecnologías de la información y comunicación (TIC); respecto a la alfabetización sobre información expone “la alfabetización en materia de TIC se centra en la utilización de capacidades cognitivas de orden progresivamente superior para dar sentido a la información, los medios de comunicación y las tecnologías en el entorno circundante a la vez que se hace uso de ellos”. Es clara la necesidad de integrar los medios tecnológicos que poseen los estudiantes en las aulas de clase en lugar de prohibirlos, panorama que hasta ahora se ha visto marcado en la educación, cuando esto sucede, los estudiantes no han desarrollado las competencias que le permitan ser responsables y autónomos en el uso de sus dispositivos como instrumentos de apoyo al aprendizaje.

En los últimos años varias compañías informáticas (como MagicBook o Labster) han trabajado en crear simulaciones usando una tecnología reciente denominada realidad aumentada (RA de ahora en adelante) que no elimina del todo el contexto real, pero adiciona el fenómeno de estudio en un tiempo reducido de reacción y resultados para la observación, recolección de información y análisis adicionalmente reduciendo el riesgo biológico que algunos puedan traer. Por las razones expuestas y con el fin de dar solución a los factores expuestos del problema, es necesario diseñar una estrategia didáctica que fortalezca la competencia de investigación científica en particular, pues de ese modo se podrán reforzar las otras en los educandos, a la par que adquirirán habilidades y capacidades para responder a problemas en diferentes contextos globales, de ese modo, se espera mejorar considerablemente el resultado en la prueba internacional y la calidad de la educación impartida.

Considerando los factores anteriormente expuestos, surgen las siguientes preguntas directrices que guiaron el proceso de investigación:

- ¿Cuáles son las dificultades que presentan los estudiantes en torno a la competencia científica “scientific enquiry”?
- ¿Qué características debe tener un laboratorio de ciencias apoyado por la realidad aumentada para fortalecer la competencia científica “scientific enquiry”?
- ¿Cuáles son los aportes obtenidos a partir del uso de laboratorios de realidad aumentada como estrategia didáctica para fortalecer la competencia científica “scientific enquiry”?

Dadas las anteriores interrogantes surge la pregunta de investigación que orientará el proceso **¿De qué manera la aplicación de laboratorios de realidad aumentada puede fortalecer la competencia científica “scientific enquiry” en los estudiantes de sexto grado de una institución educativa privada bilingüe del municipio de Floridablanca?**

1.3. Justificación

De acuerdo con las premisas del constructivismo, modelo pedagógico de la institución, el conocimiento es construido por los estudiantes y el docente actúa como un mediador, es decir, presenta y da las herramientas para que el educando construya su saber. Mayer R. (2014) explica algunos de los beneficios de uso de la realidad aumentada (RA) a través de la teoría del aprendizaje por multimedia y el constructivismo. En esta, Mayer R. propone una idea que apoya el aprendizaje con la tecnología de RA pues aprender con el objeto de estudio, aunque sea anotado por RA, es mejor que aprender sobre este mismo usando como referencia un libro de texto.

Por tanto, en el aprendizaje de las ciencias es un beneficio contar con representaciones físicas de realidades científicas, pues en el estudio de estas, sea física, química o biología, hay partículas

que son muy pequeñas (micropartículas) o demasiado grandes (macropartículas) para comprenderlas a cabalidad. Pozo y Gómez (2003) analizan la manera en que los estudiantes comprenden estos dos factores, ellos observan que los estudiantes tienden a atribuir propiedades a las cosas “tal como las perciben”(p.29), es decir, atribuyen la concepción sensorial de lo que puede ser conocido o visto a ese micro o macromundo, de modo que se limita o sesga el conocimiento real de los objetos estudiados por los que ya se conocen y la percepción que tengan de esto. La realidad aumentada ofrece un beneficio como respuesta a esta limitación, pues permite construir representaciones y modelos en tres dimensiones, dependiendo de la aplicación se puede manipular, es decir rotar, dividir en sus componentes, señalar e incluso mostrar u ocultar los nombres o información relevante; adicionalmente, hay sustancias que representan riesgos biológicos o tomar tiempo para ver los resultados de la reacción, sin embargo al tener las sustancias modeladas a través de la pantalla de los iPads o smartphones se minimiza este riesgo y se podrían ver resultados y recoger datos en un tiempo menor. Esto con el fin de fortalecer la investigación de fenómenos y mejorar su comprensión e interpretación.

Los estudiantes constantemente admiran a sus docentes de ciencias porque ellos son “científicos reales” porque suelen hacer comentarios como “es que tú sabes cómo es que se debe hacer”, “solo tú puedes realizarlo”, “como vamos a saber nosotros si no somos científicos, como tú”, además consideran que lo que ellos hacen en clase está bien y es correcto, sin embargo, los niños también pueden serlo. El aprendizaje de conceptos y conocimientos es importante pero el desarrollo de habilidades también, pues ambos permiten conocer y comprender el mundo que los rodea. El Departamento de Educación de Londres (1999) hace énfasis en la importancia de estos dos aspectos pues “los estudiantes aprenden una amplia gama de conocimientos sobre los seres vivos,

materiales y fenómenos” (p.86), es decir, biología, química y física; a pesar de ello los niños no se quedan con estos conceptos “ellos empiezan a hacer conexiones entre sus conocimientos científicos y a dar explicaciones usando modelos simples y teorías, a fenómenos que ocurren en su diario vivir” (DfEE, 1999, p.86), es por esto que el desarrollo de habilidades de investigación deben acompañar el aprendizaje de los conceptos. El Departamento de Educación de Inglaterra subraya que los niños deben aprender que “la ciencia es trabajar objetivamente, modificar explicaciones que tengan en cuenta nuevas evidencias e ideas y someter los resultados a revisión de sus pares” (DoE, 2014,p.58). Por este motivo, la propuesta se diseñó para fomentar el desarrollo de la competencia scientific enquiry y las acciones de pensamiento relacionadas a esta al promover espacios donde las exigencias presentadas anteriormente pueden ser desarrolladas mediadas por el uso de las TIC en el aula. Se esperaba que los educandos se aproximaran al conocimiento científico de una manera natural, además de aprender una manera de hacer ciencia mediada por las TIC y ver en ellos, conforme se apreció luego de aplicada la intervención, que hagan conexiones, construyan explicaciones y conclusiones respecto los estudios realizados, como lo haría un científico.

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo General.

Fortalecer la competencia científica ‘scientific enquiry’ de los estudiantes de grado sexto de una IE privada bilingüe del municipio de Floridablanca, a través de la implementación de laboratorios de realidad aumentada.

1.4.2. Objetivos Específicos.

Identificar las dificultades que presentan los estudiantes de grado sexto en torno a la competencia científica “scientific enquiry”.

Definir los elementos de una estrategia didáctica basada en laboratorios de realidad aumentada para fortalecer la competencia científica “scientific enquiry” en los estudiantes de grado sexto.

Describir el aporte de los laboratorios de realidad aumentada como estrategia didáctica para fortalecer la competencia científica “scientific enquiry”.

2. Marcos de Referencia

2.1. Antecedentes de Investigación

A continuación, se presentarán brevemente algunos trabajos, investigaciones o aportes previos y sus resultados respecto al uso de la realidad aumentada en la enseñanza de diferentes áreas, primordialmente las ciencias naturales. Aunque la RA es una tecnología emergente, las investigaciones en este campo han crecido en número en los últimos años, sin embargo, dada su reciente aplicación, muchos de los resultados presentados o proyectos realizados son mayoritariamente internacionales, aportan aspectos prometedores. La búsqueda de estos referentes se hizo primariamente usando Google Académico y las bases de datos que provee el sistema de la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander; las palabras claves usadas para realizar este proceso fueron: realidad aumentada, enseñanza de las ciencias, investigación acción, prácticas de laboratorio; esto en español e inglés.

2.1.1. **A nivel Internacional.** En el año 2005, Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., realizaron en Londres, Reino Unido, un estudio llamado “Hacerlo real”: explorando el potencial

de la realidad aumentada en la enseñanza de ciencias naturales en el ciclo de educación primaria ('Making it real': exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science).

El estudio se realizó con estudiantes de la etapa cinco (stage five), es decir, cuarto grado de educación básica y sus docentes en cinco diferentes escuelas primarias de Londres, en total fueron 133 los participantes invitados a cinco sesiones donde se encontrarían con herramientas de realidad virtual, sin embargo, inicialmente no les dijeron lo que iban a manipular para poder evaluar sus reacciones a la tecnología usada.

Los resultados permitieron detectar algunos factores claves a la hora de planear alguna clase o incluir en el aula prácticas que usen la realidad aumentada (RA), como: el contenido debe ser flexible, de modo que los docentes puedan adaptarlo a las necesidades individuales de los estudiantes; el docente debe darles cierta libertad a los estudiantes para explorar el contenido dejando claro previamente cuál será la secuencia lógica que seguir y los objetivos que se esperan ellos logren. El aporte tal vez más importante para los docentes es reflexionar sobre las preguntas que se les hacen a los estudiantes y que guían el proceso exploratorio, los autores recomiendan que las preguntas deben reducir sus cuestionamientos sobre lo que se puede apreciar en las simulaciones y enfatizarse en la indagación y descripción de fenómenos que ellos pueden realizar en la aplicación y como aprender de respuestas dadas.

En julio de 2012, Singhal, S., Bagga, S., Goyal, P. And Saxena, V., estaban interesados en aplicar la realidad aumentada en el área de química en educación media, pues los estudiantes usualmente presentan problemas para entender la estructura molecular de algunos compuestos y su comportamiento (enlaces, electrones de valencia, iones, entre otros). Ellos incluyeron la RA en las aulas de clase a través de materiales de bajo costo, como el uso de software que fuera de

adquisición gratuita, una cámara de calidad media y computador con un sistema operativo usado por todos, Windows. La interacción de los estudiantes con los elementos y compuestos diseñados demostró que ellos disfrutaron interactuar con las moléculas de una manera casi palpable y mejoró significativamente la comprensión espacial de los enlaces y su estructura dadas las ayudas visuales e interactivas.

En el año 2014, Cristian, M., Pino, S., Meyer, E., Garrido J.M. y Gallardo, F., investigan la implementación de secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA) para el aprendizaje de química usando la realidad aumentada. Los autores citando a Izquierdo y Aduriz-Bravo (2003) definen la SEA como “el conjunto de actividades organizadas y sistematizadas con el fin de abordar y resolver un problema científico a nivel curricular” (Cristian, M., Pino, S., Meyer, E., Garrido J.M. y Gallardo, F, 2014, p. 2). En este estudio enuncian que la RA actuó como un mediador del aprendizaje pues facilita representar objetos que de otro modo serían muy difíciles de comprender y memorizar. En su documento ilustran una de las secuencias aplicadas que tenía como finalidad de abordar el tema “reactividad en química orgánica” (Cristian, M., Pino, S., Meyer, E., Garrido J.M. y Gallardo, F, 2014, p. 3), esta estuvo distribuida en siete actividades de aprendizaje siguiendo el modelo constructivista. Para utilizar la aplicación de RA, los estudiantes y docentes fueron proveídos con computadores que tuvieran el programa y marcadores (un código que al ser escaneado por la cámara del ordenador muestra el objeto digital).

Cuando los educandos escaneaban sus códigos podían visualizar sustancias de uso cotidiano y dependiendo del código escaneado, podían ver la estructura molecular de la sustancia elegida, a su vez cuando mezclaban dos códigos de elementos, creaban una solución, la cual también podría ser vista a nivel molecular.

Algunas de las conclusiones a las que los autores llegaron es que la RA, al ser interactiva, permitió que los educandos manipularan los objetos a su antojo, observar reacciones a nivel molecular y de ese modo crear representaciones mentales que están directamente relacionadas al aprendizaje. Lo más importante de sus hallazgos es que los estudiantes tomaron un papel más activo en el aprendizaje al estudiar conceptos que pueden ser difíciles de comprender y con un alto nivel de abstracción dado que las moléculas no pueden ser percibidas a simple vista.

En el año 2018, Shao-Chen, C., Gwo-Jen, H., adscritos a la Universidad Nacional de Ciencia y Tecnología de Taiwan, preocupados porque los docentes pasan la mayor parte de su tiempo en clase dando una cátedra, en lugar de darle la oportunidad a los estudiantes de aplicar e interactuar con pares, sus conocimientos del área y así fortalecer sus competencias, deciden planear un modelo basado en la realidad aumentada y con enfoque de clase invertida. Para hacerlo posible, seleccionan dos grupos de estudiantes de primaria, unos trabajaron con el modelo convencional de clase invertida, mientras que los otros usaron la RA, para esto diseñaron su propio sistema de RA usando un software para desarrollar videojuegos llamado Unity. El trabajo de los docentes fue seleccionar los vídeos y material de estudio, revisar el rendimiento de sus estudiantes y diseñar las guías de aprendizaje que serían guardados en una base de datos a la que tendrían acceso los estudiantes desde la aplicación de RA creada. Adicionalmente, esta aplicación incluía un portafolio de los estudiantes donde se guardaba su progreso, informes e información relevante para que el docente pudiera hacer un correcto seguimiento y retroalimentación, en su proyecto se centraron en la clase de ciencias y el tema abordado fue electromagnetismo. La implementación de la estrategia se dividió en las siguientes fases:

1. Los estudiantes tomaban un examen previo a la utilización de la aplicación y desarrollo de la práctica.

2. Adicionalmente tomaban un cuestionario que examinaba su motivación en clase y pensamiento crítico.

3. Como el enfoque seleccionado fue de clase invertida, los estudiantes debían entrar a la aplicación para revisar los vídeos, responder una guía de trabajo en casa y traer sus preguntas o comentarios a clase, para que el docente pudiera guiarlos y finalmente tomar exámenes virtuales sobre lo que vieron.

4. Desarrollo de la práctica usando la RA, en este caso fue la construcción de un electroimán.

5. Presentación de un examen sobre el tema estudiado, electromagnetismo.

6. Cuestionario posterior a la práctica, que también verificó los ítems de motivación y pensamiento crítico.

7. Finalmente, entrevistas con un grupo de estudiantes elegidos al azar.

Los resultados de este proyecto mostraron que, los estudiantes que estaban en el grupo que uso la RA tuvieron un mejor desempeño en cuanto a la motivación, pensamiento crítico e incluso trabajo en equipo sobre aquellos que usaron el modelo convencional de clase invertida, o grupo de control, sin embargo, los estudiantes no pudieron recordar todos los conceptos vistos en el procedimiento porque el tiempo para el experimento fue tan corto que no podían recordar lo que acababan de ver. Por otro lado, en el grupo de control, aunque contaban con la guía de la profesora para explicarles cómo desarrollar la práctica en detalle, los estudiantes presentaron dificultades a la hora de construir el electroimán, problema que fue solucionado por la mediación de la RA en el grupo experimental. Los autores resaltan que, aunque hay algunas limitaciones, fue claro que el modelo de clase invertida mediada por RA permitió a los estudiantes aprender y completar ciertas tareas académicas de modo más efectivo y poner en práctica otras habilidades, como el pensamiento crítico y la interacción entre pares y el docente.

2.1.2. **A nivel nacional.** Se encontraron experiencias que muestran resultados positivos en el uso de herramientas tecnológicas a través de la realidad virtual como apoyo para el aprendizaje de las ciencias exactas.

En el año 2016, en la universidad Nacional de Colombia, Palencia. C, presentó como proyecto de grado para la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales una “Estrategia didáctica experimental para la enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas”, apoyada en un objeto virtual de aprendizaje; esta buscaba fortalecer los procesos de aprendizaje de los estudiantes de grado décimo respecto al tema de reacciones químicas.

Entre los principales hallazgos hechos, se encontró que los estudiantes mostraron actitudes más favorables hacia el aprendizaje de la química, resultado que se vio reflejado en la mejoría del desempeño académico de esta área y a su vez en el papel del docente. Palencia (2016), concluye:

Para obtener una visión real de los procesos en donde intervienen reacciones químicas, se deben implementar a menudo más prácticas de laboratorio en la escuela, pero estas no deben ser de manera tradicional o como siguiendo una receta, sino que el laboratorio debe tener la capacidad para describir, y explicar los fenómenos observables, estimular las habilidades y actitudes que motiven el aprendizaje de los estudiantes considerando su propio entorno. (p. 63)

Entre las recomendaciones que el autor hace al final, está el elaborar una prueba diagnóstica pertinente y hacer énfasis en el proceso evaluativo diagnóstico pues se pudo evidenciar que en ciertos temas los estudiantes presentaban dificultad para entender los temas trabajados en los

laboratorios debido a la carencia de conocimientos previos. Así mismo se recomienda expandir el proyecto a las otras ramas de las ciencias naturales.

En Medellín, en el año 2014, Buenaventura, O., presentó el proyecto “Realidad Aumentada Como Estrategia Didáctica en Curso de Ciencias Naturales de Estudiantes de Quinto Grado de Primaria de la Institución Educativa Campo Valdés” en esta el autor desarrolló una la aplicación con el fin de satisfacer necesidades educativas de los estudiantes de quinto grado. De los resultados obtenidos, Buenaventura concluye que la implementación de estas herramientas recibe gran aceptación por parte de la comunidad educativa y que esto hace especialmente atrayente el área de estudio, pues como se pudo observar durante su aplicación que la atención de los estudiantes mejoró, así como el seguimiento de instrucciones dadas por el docente.

En el mismo año, Sarmiento, H. en la ciudad de Bogotá plantea “Diseño de un objeto virtual de aprendizaje para mejorar la enseñanza – aprendizaje del tema de reacciones químicas”. El objetivo de su investigación es elaborar un objeto de aprendizaje virtual que fortalezca en los estudiantes de grado décimo la identificación de reacciones químicas cotidianas (Sarmiento, H. 2014). La autora encuentra que los objetos virtuales aprendizaje permiten que los educandos hagan propios los conceptos químicos al facilitar la comprensión de estos mediante el uso de diversas herramientas, otro de los hallazgos hechos fue que el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el aula, hace que los contenidos se vuelvan atractivos y llamativos para los estudiantes. Sarmiento, H. recomienda a los docentes estar en capacitación continua para hacer uso eficiente de los recursos tecnológicos.

2.1.3. **A nivel local.** En el contexto local han sido pocas las experiencias documentadas respecto al uso de la Realidad Aumentada en educación se encontraron las siguientes.

En el año 2014, Calonge Arias, L. F. desarrolla un proyecto en respuesta a las falencias de instrumentos y espacios presentes en las instituciones educativas para aprender ciencias. Sus objetivos fueron, diseñar un ambiente de aprendizaje para enseñar el sistema óseo por medio de la RA con modelos en 2 y 3 dimensiones, implementar el ambiente de aprendizaje y evaluar la estrategia (Calonge Arias, L. F., 2014, p.13).

Su investigación se desarrolló desde un enfoque mixto e intervinieron un total de cincuenta y cuatro estudiantes de quinto primaria, divididos en dos grupos, uno de 30 y uno de 24, con el fin de implementar dos herramientas diferentes de realidad aumentada. Al analizar los resultados, la autora encuentra que hubo una diferencia en el aprendizaje de los estudiantes luego de implementar la realidad aumentada, sin embargo, los estudiantes que lograron mayores niveles de comprensión fueron aquellos que trabajaron con modelos del sistema óseo en 3 dimensiones sobre los de imágenes en 2 dimensiones, debido a que los primeros modelos permitían una mayor interacción con el aplicativo, capturando así la atención de los educandos y haciéndolos partícipes de su aprendizaje de manera activa. Por otro lado, la aplicación con imágenes en dos dimensiones no tenía tanta interactividad, pues solo le mostraba las imágenes a los niños y una leyenda de esta; estas actividades se convirtieron primordialmente en distractores en lugar de apoyar el aprendizaje de los huesos del cuerpo. Por esta razón la autora hace énfasis en la importancia de elaborar un material que guíe a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, que invite a realizar procesos de pensamiento como la observación, análisis, establecer relaciones, entre otros.

En 2017, Amaya, L. y Santoyo, J. desarrollaron una investigación como trabajo de grado en la Maestría de Educación en la Universidad Autónoma de Bucaramanga sobre la “Evaluación del uso de la realidad aumentada en la educación musical” su finalidad era enriquecer los materiales disponibles para la enseñanza musical para fomentar la autonomía en el aprendizaje del estudiante

(Amaya, L. y Santoyo, J. 2017 p. 2). Ellos partieron de la creación de material tanto musical como didáctico haciendo uso de la herramienta de Realidad Aumentada para posteriormente aplicarlo en grupos focales y comparar sus resultados con aquellos que no tuvieron la experiencia tecnológica; todo terminaría siendo evaluado con el apoyo de rúbricas que respondían al tipo de investigación cuantitativa.

Las conclusiones de su investigación demostraron una vez más que la tecnología contribuye en el mejoramiento motivacional, por esta razón Amaya, L. y Santoyo, J. recomiendan que los docentes y la educación en general debe estar abierta a buscar y probar nuevas formas de construir el conocimiento con los estudiantes a partir de la tecnología, dada la motivación que esta genera. Otro de los resultados mostrados fue que, al implementar las herramientas tecnológicas en el aula de música, aumentó no solo la motivación, sino también la colaboración, cooperación y convivencia.

De las experiencias recogidas y expuestas anteriormente se puede ver que la principal contribución de la realidad aumentada como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, es despertar el interés de los educandos, así como facilitar la explicación y comprensión de modelos, que hechos en el papel o a través de esquemas planos continúa generando confusión. En el área de ciencias, hay varios fenómenos que pueden ser microscópicos o macroscópicos, es decir, no pueden ser observados a simple vista sin el apoyo de instrumentos, como el microscopio o telescopio; conforme la tecnología, el desarrollo de software y gráficos vaya avanzando, la puerta hacia el conocimiento y análisis de estos fenómenos podrá ser simulado y traído a los salones de clase, beneficiándose así no solo el aprendizaje de los educandos sino la manera en la que se dan las instrucciones y explicaciones por parte de los docentes.

2.2. Marco teórico

El proceso de investigación se enfocó en el uso de las TIC en el aula de ciencias y su aporte al fomento de competencias científicas en los educandos, que contribuya a mejorar los procesos de aprendizaje y enseñanza de la ciencia y la tecnología. Por esta razón, resultó necesario conceptualizar las principales temáticas del trabajo: el uso de la Realidad Aumentada (RA) y las competencias científicas en el programa de Cambridge.

2.2.1. **Realidad Aumentada.** Es una tecnología que presenta modelos en dos o tres dimensiones generados a través de un ordenador, en ocasiones puede ser por el escaneo de un código. De acuerdo con Wang, M. (2017) la RA “es una combinación de tecnologías que superpone contenido generado por computadora en un entorno del mundo real”. Sin embargo, algo semejante lo hace la realidad virtual, solo que esta usa otro tipo de dispositivos que permiten la inmersión total del usuario en un mundo animado, con el fin de evitar confusión entre la realidad aumentada y realidad virtual de acuerdo a Milgram, P. y Kishino, F. (2014), en su artículo “una taxonomía de las extensiones de realidad mixta” examinan el concepto de realidad mixta pues hasta ese entonces se hablaba de realidad virtual como la presencia del espacio virtual y la realidad en el mismo medio donde el usuario se sumergía totalmente y podía interactuar con un mundo creado, incluso podía si lo deseaba, cambiar las leyes físicas. Es por esto que los autores formulan una clasificación basada en que los espacios virtuales y reales convergen, ahí nace el concepto de virtualidad continuada (“virtuality continuum”). De esta manera Milgram, P. y Kishino, F., identifican la RA como aquella en la que objetos virtuales son añadidos a un entorno real, y la "Virtualidad Aumentada", en donde el proceso es al revés, es decir, se incorporan aspectos reales a un entorno virtual.



Figura 1. representación del concepto de virtualidad continuada según Milgram, P. y Kishino, F. *Recuperado de:* Milgram, P. y Kishino, F. (1994) A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Trans inf. Y syst., Vol. E77-D.

Azuma, T., (1997) definió la realidad aumentada como; “aquella tecnología que le permite al usuario ver el mundo real con objetos virtuales superpuestos con el mundo real, por ende, la RA complementa la realidad en lugar de reemplazarla”. Azuma, T., explica el concepto de RA comparándola con la película ¿quién engañó a Roger Rabbit? De 1988, donde los protagonistas coexistían con un mundo animado en el mismo espacio.



Figura 2. El protagonista de la película ¿Quién engañó a Roger Rabbit? con el conejo animado. *Recuperado de:* Milgram, P. y Kishino, F. (1994) A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Trans inf. Y syst., Vol. E77-D.

En ese mismo artículo Azuma (1997) menciona: “para evitar limitar la realidad aumentada a tecnologías específicas, este artículo define los sistemas de RA como aquellos que tienen las siguientes tres características, primero, combina lo real y virtual; segundo, interacción en tiempo real; tercero, registrada en 3 dimensiones (3D)”. Esto nos permite identificar claramente los sistemas de RA.

2.2.1.1. **Realidad Aumentada en educación.** El uso de este tipo de tecnología se ha venido adaptando recientemente al campo educativo. En el año 2017 Wang, M. y colaboradores hicieron unos estudios de caso del uso de RA en educación desde diversas perspectivas pedagógicas (tradicional, constructivista, aprendizaje colaborativo y cursos de entrenamiento/educación para adultos). En cuanto al enfoque constructivista, narran la experiencia realizada en la Universidad de Essex, Reino Unido, donde desarrollaron un proyecto para explorar el uso de la RA para apoyar el aprendizaje basado en prácticas de laboratorio de sistemas y computación, según ellos describen las computadoras tienen muchos componentes internos que realizan varios procesos que suelen ser difíciles de entender por los educandos, por esta razón diseñaron un programa que permitiera detectar los procesos realizados por las máquinas que estuvieran estudiando, de acuerdo a su plan de estudios, y traducir el contenido de estos en imágenes para que los estudiantes los pudieran apreciar visualmente. La experiencia fue realizada teniendo dos grupos, uno de ellos haciendo uso de la RA, mientras que el otro usó los métodos tradicionales de instrucción impartida por el docente; posteriormente los estudiantes fueron evaluados teniendo en cuenta el conocimiento adquirido, tiempo de finalización, tiempo de depuración y experiencia subjetiva de los alumnos. La evaluación demostró que los estudiantes que usaron RA en su proceso de aprendizaje tuvieron mejores respuestas frente a las preguntas de conocimiento y encontraban más rápido y mejor los errores en procesos de cómputo, además, respecto al uso de aplicaciones en realidad aumentada, Wang, M. (2017) añade:

Que los estudiantes hagan uso de aplicaciones de RA puede ayudarlos a investigar los fenómenos considerados demasiado peligrosos, poco prácticos o simplemente imposibles de explorar, como un derrame de sustancias químicas tóxicas, arte en un museo distante o ruinas antiguas. Los entornos de aprendizaje con RA también pueden proporcionar

materiales interactivos que permiten a los alumnos visualizar fácilmente conceptos abstractos y relaciones espaciales complejas que de otra manera no serían posibles o visibles, como las vistas al espacio exterior, enlaces químicos en 3 dimensiones (3D), órganos y sistemas dentro del cuerpo humano o el funcionamiento interno invisible de las computadoras. Los estudiantes de hoy son "nativos digitales" que han interactuado con información digital desde una edad temprana y, como es lógico, responden positivamente a RA como una tecnología de instrucción. (p. 4)

Conforme lo presentado anteriormente el uso de aplicaciones de RA en el campo de educación, es prometedor, pues apoya en la comprensión de los conceptos abstractos e incluso invisibles a simple vista, como lo son varios temas del área de ciencias, entre ellos el espacio y seres microscópicos, es por esta razón que se plantea la implementación de la RA en el aula de ciencias.

2.2.1.2. *Aplicaciones de Realidad Aumentada en las ciencias naturales.* Conforme se describió anteriormente la RA ofrece la posibilidad de que los estudiantes interactúen con fenómenos científicos, además de tornar el aprendizaje en activo, pues serán los educandos quienes se relacionen, construyan conceptos y hagan conclusiones a partir de lo que observen en su dispositivo electrónico, bien sea celular o tableta.

Los recursos que utilizados en el presente proyecto responden a conocimientos específicos del currículo internacional de CAIE y articulados con los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales, tales como: “Describe the relative position and movement of the planets and

the sun in the solar system” (Describir la posición relativa y movimiento de los planetas y el sol en el sistema solar), “Research simple models of the internal structure of the Earth” (Investigar modelos simples de la estructura interna de la tierra) (CAIE, 2018, pp.44,46), “Explicar el modelo planetario desde las fuerzas gravitacionales” (MEN, 2006,p.137.). Además las aplicaciones seleccionadas como recursos pedagógicos para fomentar la competencia científica “scientific enquiry” fueron gratuitas, en inglés y que se encuentran en para uso en los sistemas operativos Android y iOS, de modo que cualquier educando pudiera acceder a ellas sin restricción alguna, la tabla 1 las menciona.

Tabla 1

Aplicaciones de Realidad Aumentada

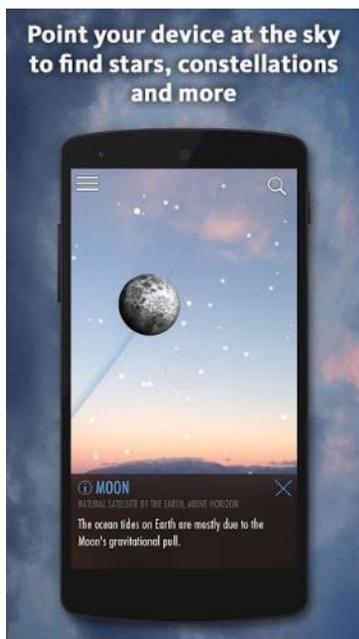
Aplicación	Descripción
Night Sky (Versión 6.4)	De acuerdo con el desarrollador (iCandi Apps) promete ser un planetario personal en Realidad Aumentada.
	La aplicación permite identificar cuerpos celestes, estudiar datos acerca de estos como la distancia respecto al sol, en el caso de los planetas, cuál es su composición, entre otros hechos importantes para su estudio. Adicionalmente se apoya del sistema de posicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés) del dispositivo para mostrar los cuerpos
<p>Figura 3. Saturno visto desde la aplicación Night Sky en Realidad Aumentada. Recuperado de: iCandi Apps. (2017) Night Sky (Versión 6.4) [Software</p>	

de aplicación móvil].

<https://itunes.apple.com/us/app/night-sky/id475772902?mt=8>

celestes que se encuentren cercanos a la posición definida.

SkyView (Versión 3.6.0)



Así como en la anterior, permite identificar estrellas, planetas, galaxias, entre otros cuerpos celestes cercanos a la localización dada por el GPS del dispositivo.

Esta aplicación así como la anterior fueron utilizadas en la aplicación de la propuesta para que los educandos pudieran identificar cuerpos celestes y su ubicación con el fin de elaborar modelos del sistema solar.

Figura 4. Plataforma SkyView.

Recuperado de: Terminal Eleven, (2018)

SkyView (Versión 3.6.0) [Software de aplicación móvil]. <http://tiny.cc/t4m6hz>

Earth – Augmented Reality (Versión 5.0)

Esta aplicación permite observar un modelo de la tierra, de la manera en la que se puede ver desde el espacio, o de sus diferentes capas si así se prefiere.

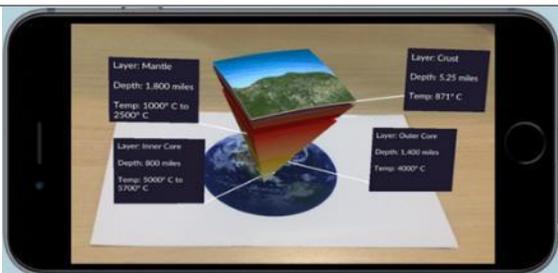


Figura 5. Capas de la tierra en RA.

Recuperado de: Unity, (2017). Earth –

Augmented Reality (Versión 5.0)

[Software de aplicación móvil].

<http://tiny.cc/lan6hz>

Adicionalmente, muestra los nombres y datos importantes de la composición de la tierra.

Esta aplicación fue utilizada por los educandos para explorar la composición de la tierra con el fin de elaborar un modelo y guion descriptivo de nuestro planeta.

Así como las aplicaciones de RA son diseñadas y actualizadas paulatinamente también el uso de estas en el aula de ciencias sucede poco a poco, Ibañez, M., Di Serio, A., Villarán, D. y Delgado, C. (2014) citando a Cheng y Tsai (2012) mencionan que el uso de la realidad aumentada para la enseñanza de las ciencias es útil dependiendo del enfoque empleado (p.4), pues según estos últimos autores existen dos; uno es la realidad aumentada basada en imágenes y el otro es basado en la ubicación (p.1).

El enfoque de RA basado en imágenes “apoya habilidades prácticas como capacidad espacial y la comprensión de conceptos” (p.1), mientras que el enfoque basado en la ubicación tiende a ser empleado en el desarrollo de actividades para fortalecer la investigación (Cheng y Tsai, 2012, p.1) debido a que utilizan los sensores y el sistema de posicionamiento integrado en los dispositivos electrónicos del usuario para proveer datos importantes como rutas específicas, animaciones de lugares, estadísticas, entre otros detalles dependiendo de la aplicación, un ejemplo de esto es la aplicación Live View de Google, que apoya a las personas para ubicarse en una ciudad, determinar

rutas exactas para llegar a su destino, a través de flechas que se muestran sobre las imágenes que va a captando en tiempo real la cámara del teléfono.

Del mismo modo, Andújar, J., Mejías, A. y Márquez, M. (2011) añaden que algunas de las ventajas de los laboratorios de realidad aumentada es que “los procesos de preparación y realización de experimentos son similares a los que se realizan en laboratorios físicos” (p.2), es decir, los estudiantes encontrarían equipos y objetos de estudio semejantes a los de un laboratorio común, con la diferencia de que se reduce el riesgo biológico y las reacciones estudiadas pueden suceder en menor tiempo. Esto quiere decir que el uso de la RA en el aula de ciencias es prometedor por cuanto permite estudiar fenómenos en un menor tiempo, así como provee información relevante y sencilla de obtener para el usuario, por otro lado, dados los diferentes enfoques, también son diversas las habilidades que se pueden desarrollar en los estudiantes, tales como la observación y recolección de datos, e incluso realizar procesos de investigación.

2.2.1.3. *Just-in-time Teaching (Enseñanza Justo a Tiempo)*. El uso de herramientas en el aula de clase requiere de una estrategia pedagógica que responda a las necesidades de los estudiantes y permita alcanzar los objetivos esperados. Just-in-time Teaching (JiTT –Enseñanza Justo a Tiempo-) es una estrategia pedagógica planteada por Gregory Novak (2011) orientada al uso de las herramientas que proporciona internet, que busca que los educandos lleguen preparados a clase.

Posee la particularidad que da asignaciones previas a la clase llamadas Warm-ups (calentamientos -actividades de apertura-), que suelen ser publicadas en la plataforma virtual de aprendizaje de la institución, de manera que los estudiantes tienen que preparar y presentar un trabajo antes de siquiera hablar del tema en clase. Estas asignaciones o tareas virtuales permiten

que los estudiantes tengan una primera aproximación al tópico que se va a tratar, hagan conexiones con sus saberes previos y al llegar a clase puedan hacer conexiones entre sus presaberes y el saber teórico.

Como se mencionaba, una clase basada en JiTT, generalmente parte de los presaberes, por esto los Warm-up constituyen un grupo de preguntas que permiten identificar estos conceptos previos de los educandos respecto al tema de estudio, de modo que las respuestas proporcionadas, orienten en el salón de clase, los puntos que el docente debe reforzar o por donde puede seguir progresando en la temática de estudio. Una vez se concluye la sesión (o sesiones dependiendo del tema de estudio), se cierra con una pregunta de realimentación que suele caracterizarse por indagar sobre fenómenos cotidianos y observables que invitan al educando a poner sus nuevos saberes en práctica. Para el desarrollo de este momento de cierre se tienen dos opciones de trabajo, uno que puede ser a través de la escritura de un breve ensayo al que Novak y colaboradores denominan GoodFors, o su alternativa el puzzle, que presenta un nuevo conjunto de preguntas en la plataforma virtual.

Dado que el modelo pedagógico de la institución y en el cual se enmarca el presente proyecto, es constructivista, se evidencia la relación estrecha entre el JiTT y este, pues ambos hacen énfasis en la importancia de aproximar naturalmente al educando desde lo que ya conoce hacia lo que se espera aprenda. El JiTT orientó el trabajo de los laboratorios de ciencias utilizando realidad aumentada al seguir las directrices de warm-up, laboratorio práctico y good fors/puzzles.

2.2.1.4. **Modelado.** Los modelos pueden ser “representaciones de las explicaciones de las cosas” (Andrade, 2014, p.34), Chamizo (2019) añade que estas están basadas “generalmente en analogías que contextualizan cierta porción del mundo con un objetivo específico” (p.13), es

decir, las ideas, objetos o diagramas fundamentados en un fenómeno a estudiar pueden ser considerados modelos. Sin embargo, la definición no se limita solo a las representaciones, estas deben invitar al observador a razonar sobre el objeto modelado, en palabras de Andrade (2014), “permite contestarse preguntas sobre el fenómeno” (p.35), esto es construir explicaciones.

Una explicación científica, de acuerdo con Andrade (2014) citando Maturana y Nisis (2002) “consiste en la proposición de un mecanismo o proceso generativo tal que si se le deja operar, da por resultado la experiencia del observador” (p.35), a su vez Jiménez Aleixandre (2003) complementa esta definición al comparar la acción de explicar con narrar una historia, es decir “es contar cómo unos personajes actúan representando un suceso, un fenómeno natural” (p.60).

En este sentido de ideas, un modelo es adecuado o puede ser considerado como tal cuando no solo simboliza el objeto de estudio, sino también invita al que lo analiza a plantear explicaciones científicas y el modelado es la creación de estos. Este concepto es parte importante de la propuesta de investigación debido a que la RA presentó modelos a los estudiantes de grado sexto, con la finalidad de formular explicaciones científicas a partir de estos además de invitar a los educandos a construir sus propias representaciones.

2.2.2. **Competencia científica.** Educar ciudadanos capaces de identificar problemáticas en su entorno, proponer soluciones a estas actuando de manera crítica y reflexiva y darle los conocimientos necesarios para vivir es primordial. Adicionalmente, se espera que los estudiantes sean capaces de transformar su realidad, posean habilidades de trabajo en equipo y respeto por la naturaleza y diferencia.

Según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, el término competencia implica un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que determinan la realización de una acción en

un contexto determinado (ICFES, 2007). Respecto a las competencias científicas, el Ministerio de Educación Nacional (2010) menciona que son aquellas que “favorecen el desarrollo del pensamiento científico”, es decir, “formar educandos conscientes de sus decisiones y como estas afectan varios ámbitos donde él se desenvuelve” (p.14).

Por otro lado, Furman, M. y De Podestá, M. (2009), definen las competencias científicas como “un abanico de modos de conocer específicos de las ciencias naturales más que en un método único, rígido y lineal” (p.43). Estas autoras contemplan diferentes competencias y aclaran conforme la anterior cita, que pueden ser varias, dependiendo del contexto y la manera de hacer ciencia. Sin embargo, hallaron que en los currículos de varios países hay una similitud en: “la observación y descripción, la formulación de preguntas, formulación de hipótesis y predicciones, el diseño y la realización de experimentos, la formulación, de explicaciones teóricas, la argumentación y la comprensión de textos científicos y la búsqueda de información” Furman, M. y De Podestá, M. (2009, p.43).

Desde el contexto internacional, se contemplan dos definiciones de competencia científica, la evaluada por la prueba PISA y la de CAIE. De acuerdo a PISA, la competencia científica incluye el uso y conocimientos científicos que los educandos pongan en práctica para cuestionarse, aproximarse a nuevos conocimientos, explicar sucesos científicos y plantear conclusiones basadas en resultados propios de asuntos de la ciencia (OCDE, 2007, p.17), a su vez esta considera tres sub-competencias implicadas en esta, las cuales son “identificar asuntos o temas científicos, explicar científicamente los fenómenos y usar evidencia científica” (OCDE, 2007, p.17).

Primeramente, es necesario aclarar en qué consiste el programa Cambridge Secondary 1 para posteriormente ahondar en su definición de competencia científica. El programa Cambridge

Secondary 1 fue desarrollado por la Universidad de Cambridge, Inglaterra, a través de su programa Cambridge Assessment International Education (CAIE, de ahora en adelante), con la finalidad de ser un currículo de clase mundial que ayudara a los estudiantes de las escuelas que lo acogen a ser ciudadanos del mundo, seguros, responsables, innovadores y comprometidos; por otro lado, los grados están clasificados por etapas (stages), siendo el stage 7 el equivalente a grado sexto para los estudiantes participantes de esta investigación.

El programa de secundaria de la Universidad de Cambridge no considera una sola competencia científica como tal, más bien divide el área de ciencias en 4 competencias básicas, que son investigación científica, biología, química y física (por sus nombres en inglés, Scientific enquiry, Biology, Chemistry and Physics), siendo esta primera transversal conforme se observa en la figura siete.

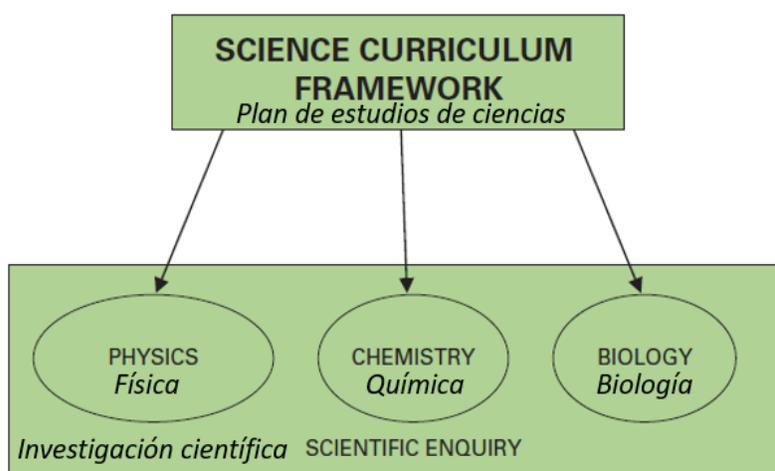


Figura 7. Definición y procesos de pensamiento de la competencia investigación científica según Cambridge International Assessment Education –CIAE-. Recuperado de: Cambridge Assessment I. E. (2011). *Cambridge Secondary 1 Science Teacher Guide*. Cambridge: Cambridge International Examinations.

2.2.2.1. Competencia “scientific enquiry”.

La competencia abordada en este trabajo fue la de investigación científica –scientific enquiry-, según CAIE esta busca, a grandes rasgos, el acercamiento a la ciencia como lo haría un científico, es decir, considerar o desechar ideas de investigación, evaluar evidencias recogidas por el estudiante o científicos, planear un trabajo investigativo organizado y la recolección y análisis de datos. Así mismo, esta competencia busca reforzar lo que los estudiantes puedan desarrollar en las otras mientras construyen conciencia ambiental y estudian algunos aspectos de la historia de la ciencia (Cambridge A., s.f.), conforme se ilustra en la siguiente figura.

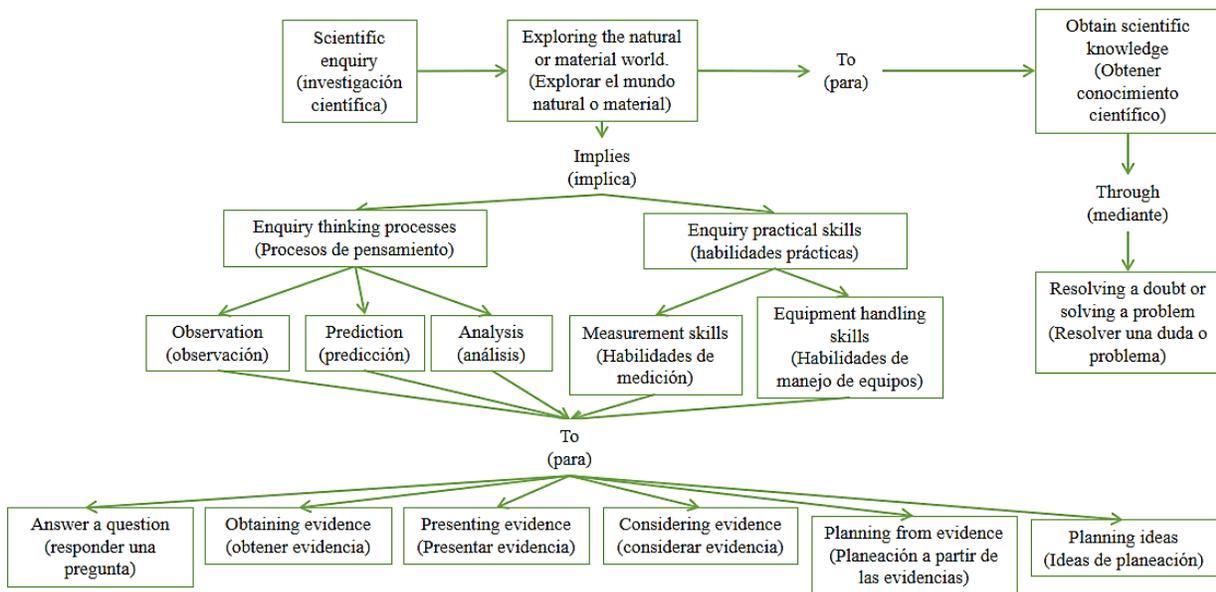


Figura 8. Definición y procesos de pensamiento de la competencia investigación científica según Cambridge International Assessment Education –CIAE-. Fuente: Autora.

2.2.2.2. **Sub eje: Planificación a partir de ideas/evidencias.** De acuerdo con la Universidad de Cambridge, en este sub eje, el estudiante “Entiende la importancia de las preguntas, hace y revisa predicciones usando una variedad de evidencias, sugiere ideas, selecciona y utiliza diferentes equipos, planea investigaciones, usa técnicas de muestreo” (Cambridge, 2017). Este

puede ser comprendido desde dos aspectos, ideas y evidencia, y planeación del trabajo investigativo, la figura nueve describe las acciones de pensamiento relacionadas a este sub eje.

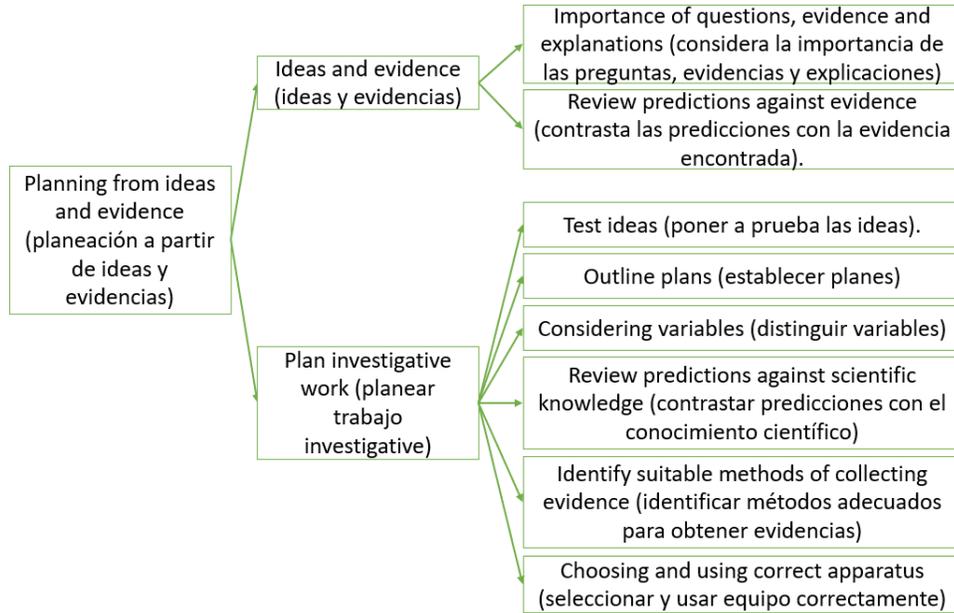


Figura 9. Acciones de pensamiento del sub eje planeación a partir de ideas y evidencias según Cambridge International Assessment Education –CIAE-. Fuente: Autora.

2.2.2.3. **Sub eje: Obtener y presentar evidencias.** En este sub-eje, el estudiante hace procedimientos rigurosos de observación, presenta los resultados utilizando diferentes maneras para exponerlos como figuras o tablas y busca información en diversas formas, es decir primarias y secundarias. (Cambridge, 2017). Las acciones de pensamiento que comprende este sub eje están descritas en la figura 10.

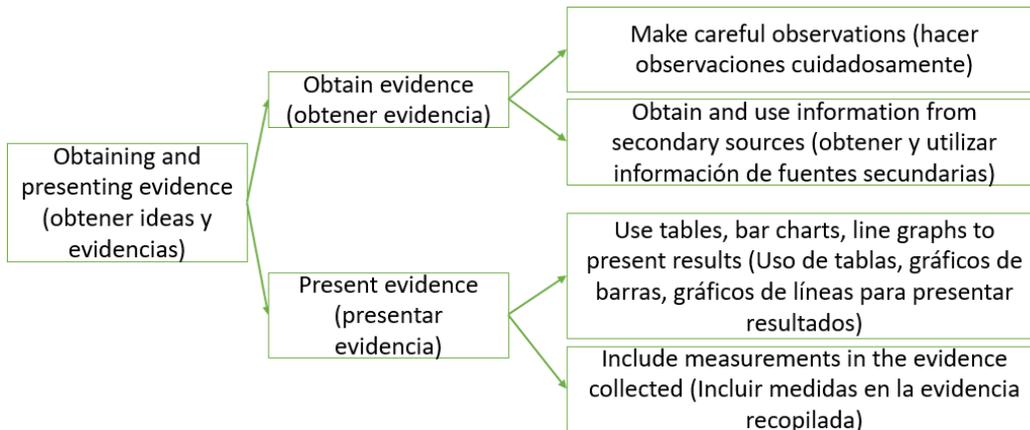


Figura 10. Acciones de pensamiento del sub eje obtener ideas y evidencias según Cambridge International Assessment Education –CIAE-. Fuente: Autora.

2.2.2.4. **Sub eje: Considerar evidencia y enfoque.** Este sub-eje o sub-competencia, se enfoca en que los educandos “presenten conclusiones usando una variedad de métodos, discutan explicaciones dadas usando el conocimiento científico e identifiquen anomalías y correlaciones en resultados de investigaciones” (Cambridge, 2017). La figura 11 describe las acciones de pensamiento que corresponden a este sub eje.

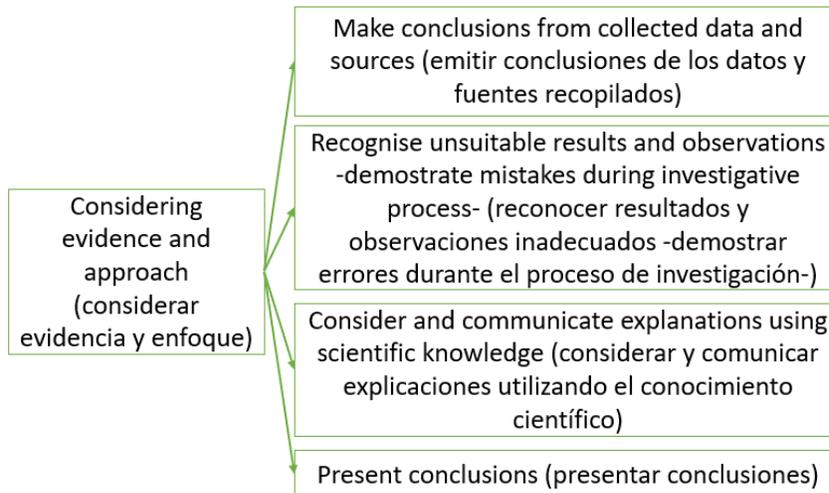


Figura 11. Acciones de pensamiento del sub eje obtener ideas y evidencias según Cambridge International Assessment Education –CIAE-. Fuente: Autora.

Los tres sub ejes y acciones de pensamiento correspondientes, presentados anteriormente se correlacionan entre sí pues es el trabajo que un científico debe realizar en sus investigaciones. Más que tener un método científico universal que sea transmitido a los educandos, la competencia scientific enquiry y sus sub ejes buscan que los estudiantes se desarrollen como científicos naturales al tener una secuencia lógica de acciones. Cuando se observan estos tres sub ejes, se puede apreciar que van ascendiendo en complejidad y dependen de los otros, ya que, conforme se avanza en las investigaciones, se van obteniendo y presentado datos, por ejemplo, los estudiantes pueden partir de la planeación o propuesta de investigación respecto a las ideas y evidencias obtenidas de un problema para finalmente emitir conclusiones que puedan ser consideradas y comunicadas entre pares.

2.2.3. **Laboratorios de ciencias de partir de la investigación.** De acuerdo con la definición descrita anteriormente de la competencia Scientific enquiry, es claro que como docente se hace necesario replantear el trabajo realizado hasta ahora en los laboratorios de ciencias naturales.

Flórez, J., Caballero, M. y Moreira, M. (2009), exponen la importancia de que los docentes cuestionen las prácticas realizadas en los laboratorios, pues la mayoría suelen ser tradicionales, limitando de esta manera los aprendizajes que puedan tener los educandos y la naturaleza investigativa de la ciencia. A partir de su investigación, los autores concluyen que es necesario replantear el enfoque de las prácticas de laboratorio de modo que estas impliquen la “resolución de problemas, los cuales les brindan la experiencia de involucrarse con los procesos de la ciencia

y alejarse progresivamente de la concepción errónea del mal denominado y concebido método científico” (Flórez, J., Caballero, M. y Moreira, M, 2009, p.29).

Al evaluar las prácticas experimentales con el fin de que el enfoque sea transformado de modo que permita que los educandos puedan aprender y desarrollar competencias científicas, también es fundamental que las experiencias de laboratorio de ciencias induzcan, tanto a los alumnos como al docente, a realizar intencionalmente procesos de índole investigativo, como es el caso de este proyecto. Furman, M. y De Podestá, M. (2009) proveen unas pautas importantes para el desarrollo de las prácticas de laboratorio, pues estas no solo deben dar instrucciones, sino que, “es fundamental que, en los registros de los alumnos, aparezcan las preguntas que se quieren contestar con la experiencia, las hipótesis en juego y la interpretación de los datos” (p.37), además de ser explícitas en que sin las preguntas, hipótesis e interpretación la experiencia pierde su sentido educativo.

Para realizar los laboratorios de ciencias a partir de la investigación científica, pues es la competencia objetivo a desarrollar, Furman, M. y Zysman, A. (2011) aclaran que el objetivo de la enseñanza a partir de la investigación no tiene que ver con la producción de conocimiento nuevo o hacer avances científicos, más bien consiste en que los alumnos puedan aprender los conceptos científicos válidos, que pueden estar propuestos en el plan de estudios, mediante una estrategia donde prueben sus concepciones previas con el fin de explicar un fenómeno o resolver un problema, con este fin, los autores describen que las preguntas son el punto de partida y las que le dan sentido a lo que van a aprender. Otro aspecto importante es hacer procesos de investigación guiada por el docente, donde los alumnos pueden aprender el ejemplo de este, ya que, desde la

concepción de Furman, M. y Zysman, A. (2011) no existe un método perfecto o ideal para hacer investigación científica pues hasta los científicos aprenden a través del trabajo colaborativo con sus docentes u otros pares investigadores.

2.2.4. **Aprendizaje cooperativo.** Concebido a la manera de Johnson, D. W., Johnson, R. T., y Holubec, E. J. (1999) “El aprendizaje cooperativo es el empleo didáctico de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás”.

La cooperación entre los estudiantes permite que logren alcanzar metas de aprendizaje con apoyo de sus compañeros. Johnson, D. W., Johnson, R. T., y Holubec, E. J. (1999) identifican un grupo de aprendizaje cooperativo porque los miembros de este tienen la seguridad de que al esforzarse todos, saldrán exitosos todos, en este sentido cada uno asume sus responsabilidades e invita a los otros por igual con el fin de que el trabajo conjunto produzca un buen rendimiento y éxito en la tarea que estén desempeñando. De acuerdo con los autores, el aprendizaje cooperativo percibe tres grupos diferentes de aprendizaje: los grupos formales, que pueden funcionar durante una hora o varias semanas de clase; los grupos informales, que duran unos pocos minutos o solo una sesión de clase y son comúnmente utilizados para capturar la atención de los estudiantes al inicio o dar cierre a la clase; y los grupos de base cooperativos, que tienen miembros permanentes pues suelen durar todo el año escolar.

Dado que las sesiones de los laboratorios de ciencias haciendo uso de la RA, tuvieron duraciones de uno o dos bloques de clase (1 bloque es igual a 55 minutos), se adaptó la estrategia

planteada por Johnson, D. W., y Johnson, R. T. (2014), los grupos formales se organizaron teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- *Distribución al azar*: dividir la clase en un número equivalente de miembros para cada grupo.
- *Por niveles de rendimiento*: teniendo en cuenta los promedios a la fecha de los estudiantes en el área se dividen entre los que tengan promedios altos, medios y bajos.
- *Asignar roles que aseguren la independencia*: la docente enuncia diferentes tareas específicas como roles, de ese modo cada estudiante tiene una función clara por realizar.

3. Metodología

Para el presente proyecto de investigación se estableció el enfoque cualitativo. Según Hernández Sampieri, R. (2014):

La investigación cualitativa se fundamenta en una perspectiva interpretativa centrada en el entendimiento del significado de las acciones de seres vivos, sobre todo de los humanos y sus instituciones (busca interpretar lo que va captando activamente). (...) El cualitativo, se utiliza, para que el investigador se forme creencias propias sobre el fenómeno estudiado, como lo sería un grupo de personas únicas o un proceso particular. (pp.9,10)

Ya que la muestra son estudiantes de una IE privada, se buscó entender los procesos de pensamiento utilizados por ellos en la presentación de la prueba internacional, así como el análisis de sus dinámicas, comportamientos y actitudes en los laboratorios de ciencias, para resignificar la práctica de laboratorios del área de ciencias haciendo uso de la realidad aumentada.

Hernández Sampieri, R. (2014) añade que el proceso de indagación cualitativa es más flexible y se mueve entre las respuestas y el desarrollo de la teoría, es decir, que durante el proceso

investigativo pueden suceder cambios posteriores a la reflexión, por ello, dado que la población está compuesta por estudiantes entre los 10 a 12 años, puede que sus respuestas contribuyan al planteamiento de otras posibles hipótesis.

Con base en los anteriores argumentos, la investigación cualitativa, permitirá desde un modo más flexible, cercano y respetuoso a la realidad educativa, analizar las perspectivas e interpretaciones de los participantes en la respuesta a los objetivos planteados.

3.1. Diseño metodológico

Se siguió el diseño metodológico de la investigación-acción. Latorre (2005) citando a Kemmis afirma: “para nosotros la investigación-acción es vista como una indagación práctica realizada por el profesorado, de forma colaborativa, con la finalidad de mejorar su práctica educativa a través de ciclos de acción y reflexión” (p.26). En este sentido a partir de la revisión documental y resultados de los exámenes internacionales en competencias que evalúan el trabajo en el laboratorio de ciencias, se identificó en el problema, es decir, se parte de la reflexión para posteriormente plantear acciones de intervención con el fin de fortalecer la competencia científica en los estudiantes de grado sexto de la IE privada de Floridablanca, luego se aplicaría la estrategia didáctica acorde a lo identificado, a la par que es observada y evaluada, para así reflexionar sobre los resultados tomar las acciones pertinentes a realizar, así esto conlleve a la adaptación de la propuesta de intervención en los aspectos que lo requieran.

Además, el proceso del presente proyecto se abordó con la investigación acción educativa crítica emancipadora; Kemmis y McTaggart (1988), citado por McKernan (1999) “concibe el proceso como una serie de espirales reflexivas en las que se desarrolla un plan general, la acción, la observación de la acción y la reflexión sobre la acción” es decir, el proceso investigativo es una serie de vueltas donde cada decisión o plan a elaborar es orientado por la reflexión que se haga, es

decir, la acción está mediada por la reflexión. Además, este tipo de investigación hace que los docentes y demás actores del contexto educativo consideren no solo el currículo, sino también las habilidades que puedan desarrollar fuera del aula, algo que no está estipulado en los planes de estudio de las instituciones pero que si son un eje primordial para labrar las relaciones con el conocimiento y su entorno.

Se plantean las fases del diseño siguiendo lo anteriormente descrito y se encuentran detalladas en la tabla dos.

Tabla 2

Fases del diseño metodológico

Fase	Objetivo	Pregunta directriz	Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos
Diagnóstico	Identificar las dificultades que presentan los estudiantes de grado sexto en torno a la competencia científica “scientific enquiry”.	¿Cuáles son las dificultades que presentan los estudiantes en torno a la competencia científica “scientific enquiry”?	Examen diagnóstico	Guía de preguntas tipo Cambridge Progression Test
Planificación y acción	Definir los elementos de una estrategia didáctica basada en laboratorios de realidad aumentada para fortalecer la competencia científica “scientific enquiry” en los estudiantes de grado sexto.	¿Qué características debe tener un laboratorio de ciencias apoyado por la realidad aumentada para fortalecer la competencia científica “scientific enquiry”?	Prácticas de laboratorio con realidad aumentada Observación participante	Reportes de laboratorio Rejilla de evaluación Diarios de campo

Evaluación	Describir el aporte de los laboratorios de realidad aumentada como estrategia didáctica para fortalecer la competencia científica “scientific enquiry”.	¿Cuáles son los resultados obtenidos a partir del uso de laboratorios de realidad aumentada como estrategia didáctica para fortalecer la competencia científica “scientific enquiry”?	Cuestionario Análisis documental	Evaluaciones tipo Cambridge Progression Test (Proceso de heteroevaluación)
-------------------	---	---	-------------------------------------	--

De ese modo, se adaptaron los cuatro ciclos del modelo de Kemmis en tres fases, diagnóstico; planificación y acción; evaluación.

En el diagnóstico se aplicó una prueba tipo Cambridge Progression Test, para conocer los presaberes de los estudiantes y el estado de su competencia scientific enquiry después de haber presentado el Cambridge Primary Checkpoint. En el segundo ciclo, planificación y acción, se planearon y ejecutaron prácticas de laboratorio usando la RA tomando como referente las temáticas propuestas por el currículo Cambridge Lower Secondary acompañados de la elaboración de reportes de laboratorio, todo esto enmarcado en un proceso de observación participante pues el docente debía orientar la práctica y consignar las experiencias en un diario de campo. En el tercer y último ciclo, evaluación, se analizaron los resultados del segundo ciclo para ultimar los alcances y limitaciones de los laboratorios de RA, se emplearon entrevistas estructuradas para tener un marco de referencia desde la experiencia de los educandos y la aplicación de evaluaciones tipo Progression Test cuyos resultados fueron analizados a través de una rejilla que comprenda las competencias evaluadas.

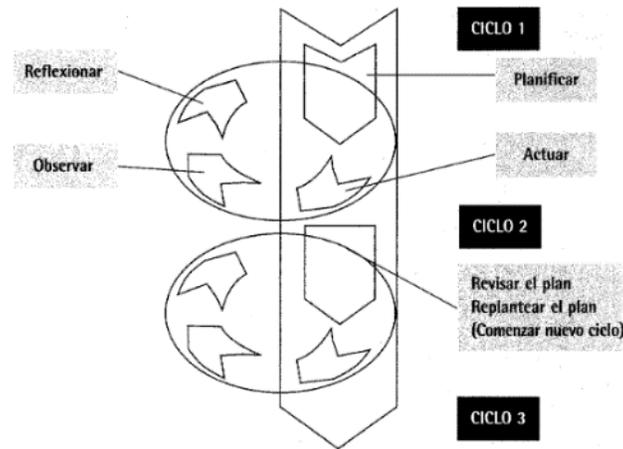


Figura 12. Los momentos de investigación de Kemmis (1989), citado por Latorre (2005). Recuperado de: Latorre, A. (2005). Investigación acción. Conocer y cambiar la práctica educativa. Editorial Graó.

3.2. Escenario y participantes

3.2.1. **Población.** La población objeto de estudio fueron los estudiantes de grado sexto de una institución educativa privada, ubicada en el municipio de Floridablanca, en el casco urbano, en carro, a 2.9 km desde la alcaldía del mismo municipio (10 min). La localidad se sitúa al sur de la capital del departamento, Bucaramanga, lindando con los municipios de Piedecuesta al sur y Girón al oeste. Por la amplitud del terreno escolar puede destacarse gran variedad estructural (salones para cada grado, dos salas informáticas y de docentes, canchas de deportes) y paisajística.

La economía de las familias de la IE en los últimos años se ha basado en el sector de la salud, militar, derecho y un 2% de trabajos informales (estudiantes de inclusión social). Las familias se encuentran en un estrato socioeconómico de 4 a 6, distinguiendo el 2% de estudiantes de inclusión social, de estratos 1 y 2. Esta cuenta con 1292 estudiantes entre preescolar y media.

3.2.2. **Muestra participante.** Para Hernández Sampieri, R. (2014) La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. Hernández Sampieri (2014), citando a Batagglia (2008) menciona un tipo de muestra llamada por conveniencia, nombrada así pues está conformada por los casos a los que el investigador tiene acceso (p. 390), es decir el porcentaje de la población a la que el investigador puede intervenir. Por esta razón, la muestra elegida fueron los estudiantes del grado 6°B, esto porque el docente investigador es el encargado del área de ciencias. La muestra la conformaron 20 estudiantes, de los cuales 6 pertenecen al género femenino y los otros 14 al masculino; las edades oscilan entre los 10 a 12 años.

3.3. Recolección de información

3.3.1. **Técnicas e instrumentos de recolección de información.** Las técnicas de recolección de información para este proyecto fueron examen diagnóstico, prácticas de laboratorio con RA, entrevista estructurada, y proceso de heteroevaluación; acordes a los ciclos planteados anteriormente, y así responder las preguntas ¿cuáles son los procesos de pensamiento realizados por los estudiantes a la hora de responder las preguntas que evalúan la competencia científica “scientific enquiry”? y ¿qué características debe tener un laboratorio de ciencias en segunda lengua apoyado por la RA para fortalecer la competencia científica “scientific enquiry”?

Tabla 3

Categorías analizadas en la prueba diagnóstica

Técnicas	Instrumentos	Momentos en el que fueron aplicados
<p>• Observación participante. De acuerdo a Hernández Sampieri (2014) “en la investigación cualitativa no es mera contemplación (...) implica adentrarnos profundamente en situaciones sociales y mantener un papel activo, así como una reflexión permanente”, esta técnica permitirá al investigador comprender e interactuar con el objeto de estudio ya que como lo dice es partícipe de la situación además que invita a la reflexión</p>	<p>• Diario de campo: en el seguimiento y sistematización de la investigación se empleó el registro en el diario de campo, según Hernández Sampieri (2014) el diario de campo permitió tener una descripción del ambiente, información recogida en el contexto indicando por qué se recolectó y el desarrollo de la investigación. Claramente este instrumento facilitó el proceso de reflexión continua durante el proceso investigativo.</p>	Planificación y acción

permanente, Latorre (1999) escribe “los datos recogidos en la observación nos permiten identificar evidencias o pruebas para comprender si la mejora ha tenido lugar o no” en este sentido la información recogida desde la observación es un punto clave para el proceso de investigación-acción para poder reflexionar sobre lo realizado y proceder con el siguiente ciclo.

-
- **Entrevistas. Hernández Sampieri (2005), citando a Janesick (1998) refiere que las entrevistas son una manera más íntima**

Planificación y acción.

Dado que estas no fueron concluyentes no se incluyen en el documento.

para conversar e intercambiar información pues a través de las preguntas y respuestas se logra una construcción de los significados respecto al tema. Para esta investigación se definió la entrevista estructurada, pues el docente busca conocer las percepciones de los estudiantes respecto a las prácticas de laboratorio usando RA.

-
- | | | |
|--|---|------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Proceso de heteroevaluación. Ianfrancesco (2004) citándose a sí mismo, refirió: | <ul style="list-style-type: none">• Prueba internacional por competencias Cambridge Lower Secondary Progression Test: Se utilizó como examen final, luego de | Evaluación |
|--|---|------------|
-

“la	aplicada la estrategia,
evaluación del	para conocer el
aprendizaje es	fortalecimiento de la
un proceso	competencia scientific
sistemático y	enquiry de los estudiantes
permanente	de grado sexto. De
que	acuerdo con Cambridge
comprende la	Assessment I. E. (2017)
búsqueda y	el examen de ciencias
obtención de	cubre los 4 ejes o
información de	competencias, scientific
diversas	enquiry, biology,
fuentes acerca	chemistry y physics
de la calidad	(investigación científica,
del desempeño,	biología, química y
avance,	física), sin embargo, para
rendimiento o	evaluar scientific enquiry
logro del	las preguntas son
educando y la	contextualizadas desde
calidad de los	temas que cubren
procesos,	contenidos de biología,
procedimientos	química y física.

**y estrategias
empleadas por
los educadores
(comunidad
educativa)”**

**A partir de esto, es claro
que el proceso de evaluación
permitió conocer los
resultados del desempeño de
los estudiantes, así como
cuestionó al docente sobre el
alcance de los objetivos
propuestos y las estrategias
empleadas.**

-
- | | | |
|---|---|--------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario. De acuerdo con Latorre (2005), “Consiste en un conjunto de cuestiones o preguntas sobre un tema o problema de estudio que se contestan por escrito” (p. 68). | <ul style="list-style-type: none"> • Prueba diagnóstica: Se utilizó para evaluar el nivel de desarrollo de la competencia científica enquiry, al iniciar el año escolar. Este contenía preguntas abiertas y cerradas, además que se | <p>Diagnóstico</p> |
|---|---|--------------------|
-

Latorre (2005) refiere dos razones principales para usar esta técnica, las cuales son: obtener información que no puede ser adquirida de otra manera y evaluar el resultado de una intervención cuando no se puede conseguir retroalimentación de otro modo.

basó en el estilo de preguntas hechas en el examen Cambridge Lower Secondary Progression Test.

• **Triangulación. Al realizar el proceso de investigación se recomienda tener fuentes de información que alimenten el trabajo realizado. Según Hernández Sampieri (2014), la triangulación es “el hecho de utilizar diferentes fuentes y**

Planificación y acción.

métodos de recolección”

(p.418) con el fin de

“analizar el conjunto de

los datos” (p.457).

4. Análisis e Interpretación de Resultados

Durante el proceso de investigación se implementaron los diferentes instrumentos anteriormente descritos, prueba diagnóstica, diarios de campo de las sesiones y la prueba internacional por competencias como cuestionario final. A su vez, de acuerdo con el diseño metodológico se siguieron diferentes fases con el fin de evaluar los alcances de lo aplicado y reflexionar sobre ellos, para así tomar medidas que guiaron el trabajo y cumplimiento de los objetivos de investigación.

4.1. Resultados prueba diagnóstica

El diagnóstico corresponde a la primera acción del proyecto y responde al primer objetivo específico, identificar las dificultades que presentan los estudiantes de grado sexto ante situaciones problemáticas propias de la competencia científica “scientific enquiry”. Los resultados de la prueba diagnóstica orientaron la construcción de los laboratorios de ciencias de RA. En esta fase se aplicó un cuestionario diagnóstico cuyas preguntas evaluaban los cuatro ejes contemplados por el currículo internacional Cambridge Assessment (Anexo 1).

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (s.f) el objetivo principal de la prueba diagnóstica es “identificar los diferentes niveles de desempeño que tiene los estudiantes en cada grado, generar hipótesis de dificultades en la comprensión de algunos saberes y proporcionar un

material educativo para el aula y la formación de los docentes”. En la presente investigación, conforme se mencionó anteriormente, la prueba fue aplicada con el fin de identificar posibles dificultades o fortalezas de los estudiantes asociados a la competencia de scientific enquiry. La prueba se organizó de la siguiente manera:

- Constituida por 40 preguntas distribuidas en dos cuadernillos por partes iguales.
- De la totalidad, 25 preguntas eran abiertas, mientras que 15 tenían cuatro o más opciones de respuesta, de las cuales el estudiante elegía la que contestara el enunciado.
- Cada pregunta evalúa una competencia: biología, química, física e investigación científica.
- Para la competencia de investigación científica se establecieron 20 preguntas.
- Las preguntas fueron tomadas de la prueba internacional Cambridge Checkpoint y Progression Test para garantizar la coherencia con las competencias evaluadas.

En la aplicación de la prueba participaron 17 de 20 estudiantes, pues tres hicieron el proceso de matrícula tardío e ingresaron a la institución tiempo después de haber aplicado la prueba. Este se desarrolló en dos horas de clase (45 minutos cada una), ninguna pregunta fue respondida por parte de la docente investigadora en ese tiempo.

A continuación, se presentan los resultados de la prueba diagnóstica, expresada por aciertos y desaciertos, por sub ejes que comprenden la competencia scientific enquiry: planificación a partir de ideas/evidencias, obtener y presentar evidencias y, considerar evidencia y enfoque (ver tabla cuatro).

Tabla 4

Resultados competencia científica scientific enquiry prueba diagnóstica por sub ejes.

Planning from ideas and evidence <i>(planeación a partir de ideas y evidencias)</i>			Obtaining and presenting evidence <i>(obtener y presentar evidencia)</i>			Considering evidence and approach <i>(considerar evidencia y enfoque)</i>		
# Pregunta	Aciertos	Desaciertos	# Pregunta	Aciertos	Desaciertos	# Pregunta	Aciertos	Desaciertos
15a (I)	11	4	10a (I)	14	3	10b (I)	9	8
7a (II)	10	7	10b (I)	9	8	17c (I)	11	6
7b (II)	1	16	17b (I)	9	8	6b (II)	0	17
7c (II)	11	6	17c (I)	11	6	16b (II)	3	14
15a (II)	12	5	10a (II)	15	2			
15b (II)	13	4	10b (II)	15	2			
15d (II)	1	16	15c (II)	3	10			
19b (II)	16	1	19a (II)	12	5			
Porcentaje:	52%	48%	Porcentaje:	64%	36%	Porcentaje:	33%	67%

Cantidad y porcentaje de aciertos y desaciertos por sub eje de la competencia scientific enquiry.

4.1.1. **Análisis de resultados por sub-ejes.** A partir de los resultados se elaboró el análisis por los sub ejes que comprenden la competencia scientific enquiry : planificación a partir de ideas/evidencias, obtener y presentar evidencias y, considerar evidencia y enfoque. Al analizar los resultados se evidencia (ver tabla 3) que los estudiantes tienen mayor fortaleza en el sub eje: obtener y presentar evidencias con un porcentaje del 64%, a diferencias del sub eje: Planificación a partir de ideas/ evidencias con un 52% de aciertos. Por el contrario, en el sub eje: Considerar evidencias y enfoque se observa una debilidad al alcanzar sólo un 33% de aciertos en las preguntas correspondientes a este eje. Aun así, los sub ejes en los cuales se encontraron fortalezas presentan porcentajes bajos. Por tanto, a continuación, se analizan la competencia scientific enquiry, de acuerdo a los sub ejes necesario para fortalecerla.

4.1.1.1. Resultados sub-eje: Planeación a partir de ideas y evidencias. En esta categoría hace referencia a acciones que deben realizar los educandos como la identificación e importancia de las preguntas en investigación, sus evidencias y explicaciones, además, hacen predicciones y las confrontan con las evidencias presentadas (CAIE., 2018). Por esta razón, es necesario fomentar en los estudiantes procesos como: la formulación de preguntas, considerar el propósito de la investigación presentada, hacer un plan y efectuarlo en la investigación, identificar relaciones de causa y efecto, y analizar los resultados (CAIE, 2018).

De acuerdo con los resultados, los estudiantes tuvieron un 52% de aciertos, lo cual indica que los estudiantes han podido hacer predicciones en las preguntas con las que estaban más familiarizados con la terminología asociada como lo muestran las preguntas 15a del cuadernillo uno y 7a del cuadernillo dos.

Por otro lado, hubo un 48% de desaciertos, esto muestra que los estudiantes necesitan fortalecer como se realiza una prueba justa, es decir la manera en que una investigación es más confiable por medio de la identificación de variables y la repetición de los experimentos y uso del equipo correcto para que sea precisa la evidencia que se recoja.

La pregunta siete del cuadernillo dos (ver anexo 1) es un ejemplo de esto. En la primera parte (a), se les pedía identificar una predicción lo cual pudieron hacerlo la mayoría de los educandos (diez de siete estudiantes).

Sin embargo, para responder la segunda parte (b), era necesario identificar la variable dependiente, es decir aquella que permite evaluar el comportamiento del objeto de estudio porque

cambia dependiendo de los otros factores de la investigación y así seleccionar el equipo correcto a utilizar. En esta pregunta la variable dependiente era la longitud de la sombra hecha por la vara respecto a la hora del día, luego, los equipos a utilizar eran una regla y un cronómetro, pero los educandos se confundieron al pensar que lo que iba a medir era la luz y su sombra, ellos respondieron en coherencia a esto, medidor de luz.

Esta pregunta muestra que los educandos entienden como formular una predicción, sin embargo, tienen dificultad en identificar las variables investigativas y tomar decisiones respecto a estas, en este caso seleccionar el equipo adecuado para recoger evidencias/resultados de la investigación realizada conforme sucedió en la pregunta siete. Estos factores están ligados a la comprensión de la realización de una prueba científica justa.

Para esto, es necesario fomentar en los estudiantes procesos como: la formulación de preguntas, considerar el propósito de la investigación presentada, hacer un plan y efectuarlo en la investigación, identificar relaciones de causa y efecto, y analizar los resultados (CAIE, 2018), de modo que el aula de ciencias debe convertirse en el sitio en que estas actitudes sean promovidas y alentadas en el proceso de aprendizaje de las mismas, Aleixandre, M. (2003) dice “es difícil aprender algo a lo que no se le vea una utilidad” (p.152), por ende hay que invitarlos y permitir en las aulas el uso de las herramientas que les sirven de apoyo en los procesos de investigación, tanto el equipo de laboratorio como las TIC para hacer sus planeaciones, recoger evidencias y obtener información necesaria.

Resultados sub eje: Obtener y presentar evidencias.

El sub-eje obtaining, presenting and considering evidence (Obtener, presentar y considerar evidencia) de acuerdo con Cambridge International Assessment Education –CIAE- (2018), corresponde a la capacidad de hacer observaciones cuidadosamente, presentar los resultados usando diferentes medios y utilizar información proveniente de recursos secundarios. Además, hace conclusiones a partir de la información recolectada y considera diversas explicaciones a predicciones haciendo uso de su conocimiento científico (p.7). Debido a esto, se sugieren fomentar procesos como el trabajo en equipo, la elaboración de esquemas o gráficos como mapas mentales, o mapas conceptuales, tablas de barras o figuras de línea.

Conforme se enunció anteriormente este fue el sub eje que contó con un porcentaje más alto de aciertos con 64%, sin embargo, estos siguen siendo bajos para la cantidad de educandos evaluados. Este porcentaje de los educandos muestra capacidad de leer valores específicos presentados en instrumentos de laboratorio, como la temperatura o masa de un objeto; así como hacer tablas para representar los datos recolectados. En contraste, el 36% de desaciertos indican que los educandos necesitan practicar más los modos en los que obtienen y usan las evidencias de una investigación, es decir, verificar los resultados de las acciones que hacen que un experimento sea más preciso, pues así estas últimas sean correctas las evidencias recolectadas pueden estar erradas al no responder a la pregunta o tema de investigación.

La pregunta diez del cuadernillo dos (ver anexo 1), solicitaba a los educandos obtener los datos a partir de la evidencia de la investigación mostrada en un diagrama y posteriormente ellos debían dibujarlo en una tabla de barras.

Esta pregunta muestra como la gran mayoría de los educandos puede obtener datos a partir de diagramas y presentarlos de diferentes maneras, en este caso en un cuadro y tabla de barras.

Por otro lado, en la pregunta 15 parte c del cuadernillo dos (ver anexo 1), demandaba que los estudiantes explicaran porqué es necesario repetir un experimento, conforme se explicó anteriormente este proceso es necesario para rectificar los resultados mas no el proceso realizado. En esta ocasión la mayoría de los estudiantes erraron en su respuesta, dado en lo que escribieron discutieron la velocidad de disolución en lugar de la cantidad de masa que se podría disolver, es decir al presentar la necesidad de verificación de los resultados obtenidos, no se aseguran de los factores a verificar por ende la evidencia que obtienen no es concluyente a la investigación que se está llevando a cabo.

De acuerdo con los resultados la mayoría de los educandos pueden utilizar diversos medios para presentar los resultados encontrados en un proceso de investigación y que obtienen a partir de la interpretación de imágenes sencillas, sin embargo, cuando las acciones requeridas representan un desempeño mayor al literal encuentran difícil dar razones que respondan a la pregunta de investigación, de hecho se puede observar una relación entre el anterior sub-eje y este, pues si los educandos reconocen con dificultad las variables y objeto de investigación, es entendible que tengan complicaciones para obtener datos y los que recojan no correspondan al estudio que realicen o no sean concluyentes. Conforme lo ilustra Furman, M. y De Podestá, M. (2009) observar es mucho más que mirar, requiere guiar a los alumnos a poner el foco en los aspectos más importantes del fenómeno, es decir, las prácticas pedagógicas necesitan ser transformadas de modo que los estudiantes puedan fortalecer los procesos de observación y obtención de información.

4.1.1.2. Resultados sub eje: considerar evidencia y enfoque.

En este sub-eje fue en el que los educandos más tuvieron desaciertos. El 38% de los aciertos demuestran que solo un grupo pequeño de los educandos pueden hacer conclusiones a partir de los datos recogidos, así como reconocer cuando se comete un error en el proceso de investigación, adicionalmente este sub eje requiere que los estudiantes usen sus conocimientos científicos para dar explicación a los resultados que se encuentren.

La pregunta 17 parte c del cuadernillo uno (ver anexo 1) fue en la que hubo más cantidad de aciertos, en esta ellos estudiantes debían extraer información presentada en la tabla y hacer conclusiones a partir de estos datos, de hecho, esta pregunta corresponde a dos sub ejes, obtener y presentar evidencias además de considerar evidencias y enfoque debido a que no solamente exige observar la evidencia recolectada sino que también es necesario proponer la explicación que estos dan del fenómeno estudiado..

En contraste, la pregunta seis, parte b del cuadernillo dos (ver anexo 1), ningún educando respondió correctamente, esta les pedía a los estudiantes usar su conocimiento científico para considerar y proveer una explicación al fenómeno ocurrido, pero los estudiantes optaron por repetir la información dada en el enunciado de la pregunta en lugar de proponer razones que dieran a entender lo que está sucediendo.

La pregunta 16b del cuadernillo dos (ver anexo 1) también demandaba que los estudiantes usaran sus conocimientos científicos para dar explicación al hecho estudiado como se muestra en la figura 19, sin embargo, en esta nuevamente el nivel de desaciertos es alto.

Los resultados muestran que los educandos pueden proponer explicaciones a fenómenos observados y registrados en tablas, en especial cuando se les da una pauta de lo que se espera hagan, sin embargo, cuando deben usar sus conocimientos científicos para hacer conclusiones a partir de diagramas y situaciones comunes sin ningún ejemplo de respuesta, se les hace complicado; es decir, los estudiantes no están relacionando conceptos propios de la ciencia con situaciones cotidianas para hacer conclusiones que los expliquen. Por esta razón el salón de clases “debería tomar como referente la naturaleza de la ciencia, es decir, que los conocimientos surjan para dar respuestas a los problemas y no al revés” (Jiménez Aleixandre, M., 2003, p. 152). Las experiencias de la clase de ciencias deben permitir que los estudiantes se sientan científicos, es decir, que desde la práctica del estudio de un fenómeno puedan relacionarlo con sus conocimientos, compartir sus hallazgos, debatirlos con sus compañeros y llegar a conclusiones de lo estudiado.

4.1.2. **Análisis categorial.** Al analizar la prueba diagnóstica por aciertos y desaciertos fue necesario establecer categorías que correspondieran a los sub ejes evaluados, correspondientes a la competencia scientific enquiry.

Desde el marco curricular de CAIE para la enseñanza de las ciencias, se proveen un grupo de objetivos de aprendizaje para la básica secundaria (equivalente a sexto a octavo con el Ministerio de Educación Nacional) diseñados para desarrollar “el conocimiento, entendimiento, la comprensión y habilidades de la ciencia en este nivel educativo” (CAIE, 2018, p.6). Esto significa que el estudiante necesita practicar procedimientos empleados en el estudio de las ciencias como: “observación, medición y manejo de equipos, así como recopilar datos precisos y confiables”

(CAIE, 2018, p.6), adicionalmente los educandos deben ser involucrados para “considerar el propósito de investigación, hacer un plan, obtener datos de fuentes secundarias y analizar resultados” (CAIE, 2018, p.7).

Cuando se realizó el análisis por aciertos y desaciertos, fue necesario plantear unas preguntas adicionales, en una segunda prueba, que fueran abiertas o solicitaran una justificación, relacionadas a cada uno de los sub ejes de la competencia scientific enquiry, pues las que se mostraron anteriormente en su mayoría les daban a los estudiantes enunciados de los cuales debían seleccionar el que correspondiera a la pregunta hecha. Se establecieron tres preguntas abiertas, una por cada sub-eje: planeación a partir de ideas/evidencias, obtener y presentar evidencias, considerar evidencia y enfoque; para conocer las razones o procesos que realizaba cada estudiante, como se muestra en la tabla cinco.

Tabla 5

Categorías analizadas en la prueba diagnóstica.

Categoría	Subcategorías	Pregunta
Scientific enquiry	Planning from ideas and evidence. (Planificación a partir de ideas y evidencias)	I.2.
	Obtaining and presenting evidence (Obtener y presentar evidencia)	I.1.
	Consider evidence and approach (considerer evidencia y enfoque)	II.

4.1.2.1. *Análisis resultados planeación a partir de ideas/evidencias.* Respecto a esta categoría los estudiantes necesitan identificar la importancia de las preguntas en investigación, sus evidencias y explicaciones, además, hacen predicciones y las confrontan con las evidencias presentadas (CAIE, 2018), por esta razón la pregunta número I.2. les solicitaba a los estudiantes identificar evidencias de problemas ambientales en su entorno cercano y hacer un plan corto de cómo se podrían solucionar, como se puede observar en la figura 20.

It is important that people care for their environment. One way is to educate people about
Es importante que las personas cuiden del medio ambiente. Una manera es educar a las
 care for the environment.
personas sobre el cuidado del ambiente.
 2. Write down three environmental problems you see at school or home and ways you
Escriba tres problemas ambientales que usted observe en el colegio o casa y proponga
 think you can solve it.
ideas para solucionarlo

Environmental problem	Ideas to solve it
1. <i>Problemas ambientales</i>	1. <i>ideas para solucionarlo</i>
2.	2.
3.	3.

Figura 13. Pregunta I.2. Fuente: Varios autores (2018). Cambridge Progression Test/Checkpoint. Cambridge: Cambridge Assessment.

Conforme se describió anteriormente, 3 de los 20 estudiantes, ingresaron posteriormente a la fecha de inicio de año escolar de la institución educativa y por esta razón no tomaron la prueba diagnóstica.

2 de los 20 educandos, no respondieron la pregunta, aunque esta los invita a recoger evidencias de problemas ambientales en su hogar y/o colegio, es decir que estos estudiantes aun no extraen u observan fenómenos en su cotidianidad, ni presentan algún plan para explicarlos y dar una posible solución.

12 de 20 estudiantes, identifican situaciones problemáticas en su entorno ambiental cercano y a la hora de proponer sus opciones de solución, fueron restrictivas, es decir, expresaron más un comentario que una propuesta: “That the people that make this give more trees”, “don’t throw trash to the floor” (“que las personas que hagan esto den más arboles”, “no arrojar basura al piso”). De acuerdo a Furman, M. y Zysman, A. (2008) cuando los estudiantes estén en “capacidad de valorar algo en todas sus dimensiones es porque realmente se conoce, se vuelve algo fascinante de ser estudiado y comprendido, y se les facilita sentirse parte de ella e intentar transformar o cuidar aspectos que consideren importantes”, en este sentido, estos estudiantes aún no conocen su realidad ambiental a cabalidad, pues se preocuparon netamente por prohibir acciones inadecuadas en lugar de transformarlas.

1 del grupo solo escribió una idea de problema ambiental y cuando propone una solución esta se parece a la del anterior grupo descrito, netamente restrictiva, además que no está relacionada al problema identificado: “gas polution/ don’t trowing garbage or trash” (“polución atmosférica”, “no arrojar basura”). Es decir, este estudiante identifica vagamente ideas en su contexto circundante y no encuentra conexión entre estas y acciones para transformarla.

Solo 1 estudiante propuso buenas soluciones a los problemas ambientales identificados en su entorno, a su vez las medidas planeadas no fueron restrictivas, sino una invitación: “too much CO2”, “try to us bikes and nonpollutants more often”. (“Mucho dióxido de carbono”, “traten de usar bicicletas y productos no contaminantes más seguido”).

Por otro lado, 1 estudiante identifica una situación poco común como problema y su plan es hacer una invitación con el fin de mitigarla: “Dead animals in rodes/ Drive carefully”. (“animales muertos en la vía”, “maneje cuidadosamente”).

Estos resultados se encuentran registrados en la tabla seis:

Tabla 6

Matriz categorial: competencia investigación científica, sub-eje planeación a partir de ideas/evidencias

Categoría	Subcategorías	Número de estudiantes	Descriptor
Scientific enquiry	Planning from	2 de 20	No responde la pregunta.
	ideas and evidence (Planificación a partir de ideas y evidencias)	12 de 20	<p>“Recoge evidencias de problemas ambientales en su contexto y planea soluciones restrictivas”</p> <p>6B05: “That the people that make this give more trees” (“que las personas que hagan esto den más arboles”)</p> <p>6B07: “Don’t throw trash to the floor”. (“no arrojar basura al piso”)</p>
		1 de 20	“No hay relación entre la evidencia y el plan de solución propuesto”

6B12: “gas pollution” / “don’t throwing garbage or trash”.

(“polución atmosférica”/ “no arrojar basura”).

1 de 20

“Evidencias pertinentes de los problemas ambientales de su entorno y planeación adecuada para tener una deseable relación causa-efecto”

6B15: “too much CO2”/ “try to use bikes and nonpollutants more often”.

(“Mucho dióxido de carbono”, “traten de usar bicicletas y productos no contaminantes más seguido”)

1 de 20

“Plantea un problema poco común, pero la planeación en base a sus evidencias es pertinente”

6B09: “Dead animals in roads/ Drive carefully”.

(“animales muertos en la vía”, “maneje cuidadosamente”).

3 de 20

No presentaron prueba diagnóstica.

De acuerdo con el análisis de resultados de la pregunta #I.2, se observa que en su mayoría los educandos están acostumbrados a un modelo de restricción en lugar de prevención. Jiménez Aleixandre, M. (2003) menciona “es difícil aprender algo a lo que no se le vea una utilidad” (p.152), por esta razón el salón de clases “debería tomar como referente la naturaleza de la ciencia, es decir, que los conocimientos surjan para dar respuestas a los problemas y no al revés” (Jiménez Aleixandre, M., 2003, p. 152). Las experiencias de la clase de ciencias deben fortalecer el hecho que los estudiantes se sientan como científicos, es decir, que desde la investigación de un fenómeno puedan encontrarles utilidad a sus conocimientos, transferirlo a sus compañeros, debatirlos con ellos y llegar a soluciones o acciones antes de que lo estudiado se convierta en un problema irremediable.

Furman, M. y Zysman, A. expresan (2011) “abordar la enseñanza de las ciencias naturales desde la investigación no tiene que ver con la reproducción de conocimiento”, asunto que se ve los estudiantes procuran hacer al dar respuestas que incluyen conceptos propios de la ciencia, como 6B15 usando la palabra “non-pollutants” (no contaminantes). En lugar de esto la enseñanza de las ciencias debía orientarse hacia “aprender ciertas metodologías propias del estudio de las ciencias al someter a prueba sus ideas a partir de un problema que resolver o fenómeno que explicar” (Furman, M. y Zysman, A., 2011, p.38).

Conforme a los resultados anteriormente descritos, se observa que los estudiantes en su mayoría presentan dificultades en la competencia scientific enquiry, debido a que sus concepciones no provienen de las evidencias que les da el texto o no las relacionan con su entorno, tratan de expresar respuestas teóricas, aunque no contesten lo indagado (hay una desconexión), por esta razón fallan en construcción de explicaciones para procesos de investigación. Es necesario fortalecer la observación de fenómenos, realizar predicciones y someterlas a prueba.

4.1.2.2. Análisis resultados obtener y presentar evidencia. La pregunta número I.1, corresponde a este sub-eje pues solicita a los estudiantes que observen una situación actual, la reducción de la población de orangutanes y algunos factores relacionados a este fenómeno. Los educandos deben presentar las evidencias que demuestren porque este hecho está sucediendo, la figura 21 ilustra la pregunta.

- I. [28]** The orangutan is a mammal that lives in Borneo and Sumatra. [*Skill: Scientific enquiry*] *El orangután es un mamífero que vive en Borneo y Sumatra.*
 They live in an environment called a rain forest. Rain forests are being cut down.
Ellos viven en un entorno llamado selva tropical. Los bosques de la selva tropical están siendo reducidos.
 The orangutan is an endangered species.
El orangután es una especie en peligro de extinción.
1. The population of orangutan is decreasing.
1. La población del orangután está disminuyendo.
Explain two reasons why the population is decreasing.
De dos razones por las cuales la población está disminuyendo.

Figura 14. Pregunta I.1. Fuente: Varios autores (2018). Cambridge Progression Test/Checkpoint. Cambridge: Cambridge Assessment.

Con base a las respuestas de los educandos a la pregunta I.1, solo 7 de 20 educandos extrajeron la información del enunciado para interpretar la situación, sin embargo, identifican la causa, pero no justifican la relación con el fenómeno analizado (la reducción de la población de orangutanes en Borneo y Sumatra). Como se observa en una de sus respuestas, “*because the people are cutting*

the trees so they can't breathe or don't are adapted”, “*Deforestation, hunting*” (“porque la gente corta los árboles entonces ellos no pueden respirar o no se adaptan”, “deforestación, caza”). De acuerdo a los objetivos de aprendizaje propuestos por la Cambridge Assessment International Education –CAIE– de la Universidad de Cambridge, estos estudiantes necesitan fortalecer el que corresponde a considerar explicaciones a predicciones usando su conocimiento científico para entenderlas y comunicarlas (Cambridge Assessment, 2018), para esto, en el esquema de trabajo sugerido por ellos proponen que los estudiantes trabajen en grupo y estudien diferentes escenarios/modelos, describan la evidencia encontrada en los escenarios/modelos y el docente les haga preguntas que orienten este proceso.

Por otra parte, 4 de los 20 estudiantes, redactaron sus respuestas a modo de dar dos razones que explicaran el fenómeno estudiado, sin embargo, lo que ellos consideraban la segunda razón, en realidad era la justificación al primer enunciado escrito, es decir, pudieron establecer correctamente la relación de causa y efecto, pero no siguieron correctamente la instrucción dada (explica dos razones por las cuales la población está disminuyendo), ejemplos de esto fueron, “*because people kill orangutans because they think they are agresive*”, “*Because the humans are cutting trees of the rain forest and because the orangutans need the trees to live*” (“porque la gente mata los orangutanes, porque piensan que son agresivos”, “porque los humanos están cortando los árboles del bosque y porque los orangutanes necesitan árboles para vivir”). Respecto a este grupo los estudiantes pudieron alcanzar el objetivo de aprendizaje: hacer predicciones y revisarlas respecto a sus evidencias, sin embargo, no completaron la tarea a cabalidad, probablemente por falta de atención o comprensión de lectura. Dado que, en la institución educativa, así como el enfoque del área de la Universidad de Cambridge, estas asignaturas son impartidas en inglés como

primera lengua, al revisar el esquema de trabajo de esta asignatura se sugiere que los estudiantes subrayen palabras en textos que les den pistas o indicaciones de las acciones a realizar, por otro lado desde el salón de clase se sugiere proveer de actividades que favorezcan la charla entre los estudiantes aunque estos recurran a su primera lengua para dar explicaciones, pues de ese modo podrán transferir habilidades, conceptos y aprendizaje. Además, esto le dará al docente una visión completa de cuál puede ser la dificultad que el estudiante esté presentando, según CAIE (2018), citando al Profesor Jim Cummins, sugiere que los alumnos “necesitan un nivel mínimo de conocimiento lingüístico y conceptual en su primer idioma para desarrollar con éxito un segundo idioma” (p. 21). Esto también puede ser un indicador de la falencia de dar respuestas coherentes a la pregunta pues no encuentran la manera efectiva de redactar lo que piensan en su primera lengua por ende es complicado en la segunda.

3 de los 20 educandos, dieron una respuesta incorrecta, pues dieron razones no relacionadas a la información presentada y en la mayoría de los casos no tenía relación al fenómeno estudiado. En este sentido, no pudieron establecer correctamente la relación de causa y efecto entre la desaparición del bosque tropical y la disminución de la población de orangutanes: “*Because are contamination*”, “*because they need the oxygen air of the plant and wet*”. (“porque hay contaminación”, “porque ellos necesitan el oxígeno en el aire de las plantas y la humedad”). Al igual que el segundo grupo presentado, estos estudiantes no han alcanzado el objetivo de aprendizaje de considerar explicaciones a predicciones usando su conocimiento científico para entenderlas y comunicarlas, así como el de hacer observaciones cuidadosas (Cambridge Assessment, 2018), para esto se sugieren hacer actividades grupales donde los estudiantes tengan que emparejar diferentes fuentes de contaminación con los efectos de los mismos, a través de

juegos como tarjetas de emparejamiento o preparación de presentaciones grupales donde se discutan estos efectos.

Por otro lado, otros 3 estudiantes, respondieron correctamente a la pregunta, analizando las ideas presentadas en el enunciado y dando a conocer el efecto que esto tiene en la población de orangutanes: *“It’s habitat is being cut down and it has no place to live. It’s food also has no habitat, meaning that the orangutan has no food.”* (“Su habitat está siendo reducido y por eso ellos no tienen un lugar donde vivir” “Su comida –la de los orangutanes- no tiene hábitat, lo que significa que el orangután no tiene comida”). De acuerdo con los objetivos de aprendizaje planteados por la CAIE, estos estudiantes demostraron estar en capacidad de identificar las evidencias necesarias y apropiadas para hacer conclusiones. El programa de la Universidad de Cambridge sugiere que cuando hay estudiantes que alcanzan o pasan los objetivos esperados puedan ser mentores o apoyo de aquellos que no lo han logrado, de ese modo habrá trabajo colaborativo.

Finalmente, 3 de los 20 estudiantes, ingresaron tarde a la institución educativa y por esta razón no presentaron prueba diagnóstica.

Los resultados anteriormente descritos se presentan en la tabla siete.

Tabla 7

Matriz categorial: competencia investigación científica, sub-eje: obtener y presentar evidencia.

Categoría	Subcategorías	Número de estudiantes	Descriptor
------------------	----------------------	----------------------------------	-------------------

Scientific enquiry	Obtener y presentar evidencia	7 de 20	<p>“Observa e interpreta información presente en el enunciado para analizar relaciones de causa de un fenómeno, sin presentar el efecto”</p> <p>6B05: “because the people are cutting the trees so they can’t breathe or don’t are adapted” (“porque la gente corta los árboles entonces ellos no pueden respirar o no se adaptan”)</p> <p>6B16: “Deforestation, hunting”. (“deforestación, caza”).</p>
		4 de 20	<p>“Presenta relación de causa y efecto, pero no sigue correctamente la instrucción”</p> <p>6B15: “Because their habitat is being cut down, because</p>

people kill orangutans because they think they are aggressive.”

6B14: “Because the humans are cutting trees of the rain forest and because the orangutans need the trees to live.”

(“porque la gente mata los orangutanes, porque piensan que son agresivos”, “porque los humanos están cortando los árboles del bosque y porque los orangutanes necesitan árboles para vivir”).

3 de 20

Respuesta incorrecta.

3 de 20

“Interpretación adecuada de la información e identificación de relación causa y efecto”

6B20: “It’s habitat is being cut down and it has no place to live. It’s food also has no habitat, meaning that the orangutan has no food.”

3 de 20

No presentaron prueba diagnóstica.

Conforme al análisis de resultados de la pregunta #I.1, se observa que leer e interpretar la información disponible en un texto resulta un proceso complejo para los educandos, pues en su mayoría se limitan a responder la pregunta sin detenerse a analizar la información presentada con el fin de establecer una relación entre las variables presentadas y el fenómeno ocurrido. Es entonces necesario fomentar en la clase, actividades que permitan comparar y establecer relaciones en fenómenos relacionados a la ciencia, que los inviten y desafíen a poner usar no solo sus pre-saberes sino la información que tengan disponible, conforme lo ilustra Furman, M. y De Podestá, M. (2009) “observar es mucho más que mirar, requiere guiar a los alumnos a poner el foco en los aspectos más importantes del fenómeno” (p.46), adicionalmente CAIE (2018) considera que la observación debe hacerse de manera cuidadosa para obtener los datos necesarios (p.7) y una buena manera de invitarlos a hacerlo es cuando se realizan frecuentemente diferentes trabajos prácticos o actividades manuales (p.6).

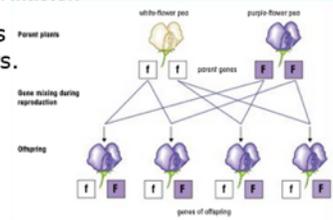
Siguiendo los planteamientos anteriores, es necesario transformar las prácticas de clase y la participación de los educandos en las mismas, para que dejen de ser sujetos pasivos y se conviertan en agentes activos que observen y recojan evidencias de primera mano.

4.1.2.3. **Análisis resultados considerar evidencia y enfoque.** En el sub eje de considerar evidencias y enfoque los estudiantes deben plantear conclusiones a partir de información recolectada de diferentes fuentes, además requieren considerar y comunicar explicaciones usando su conocimiento científico. La pregunta analizada se encuentra descrita a continuación, en la figura 22.

En el par de genes, el alelo para flores púrpuras es dominante sobre el alelo para flores blancas. Un alelo dominante decide qué característica se muestra. El alelo de la flor blanca es recesivo. La característica de un alelo recesivo siempre estará oculta por un alelo dominante. Las características de los alelos recesivos solo aparecen cuando forman ambas partes de un par de genes. Por ejemplo, las flores blancas solo aparecen en plantas que tienen dos alelos blancos.

Answer question II according to the following information.
 Responda la pregunta II respecto a la siguiente información

In the gene pair, the allele for purple flowers is **dominant** over the allele for white flowers. A dominant allele decides what **characteristic** is shown. The white flower allele is **recessive**. The characteristic of a recessive allele will always be hidden by a dominant allele.



The characteristics of recessive alleles only show up when they make up both parts of a gene pair. For example, white flowers only appear in plants that have two white alleles.

II. Each feature inherited by offspring gets two different forms of a gene, *Cada característica heredada por la descendencia obtiene dos formas diferentes* called allele. Each allele comes from each parent. Arya and Mark are *de un gen, llamado alelo. Cada alelo proviene de cada padre. Arya y Mark son* siblings; their mom has both alleles for stature were both short (s); in *hermanos; su madre tiene ambos alelos para la estatura ambos eran bajos; en el* their father's case, they were both tall (t). When they were crossed, *caso de su padre, ambos eran altos (t). Cuando se cruzaron, el fenotipo de Arya se* Arya's phenotype expressed as short stature, while Mark's as tall *expresó como baja estatura, mientras que Mark fue alto. ¿Por qué sucedió esto* stature. Why this happened even when both siblings got at least 1 copy *incluso cuando ambos hermanos obtuvieron al menos 1 copia del alelo de estatura* of the tall stature allele?
alta?

Clue: Arya is [St], and Mark is [tt]
 Pista: Arya es [St] y Mark es [tt]

Figura 15. Pregunta II. Fuente: Varios autores (2018). Cambridge Progression Test/Checkpoint. Cambridge: Cambridge Assessment.

Al verificar las respuestas de los educandos, se encontró que, al dar respuesta, cuatro mencionaron algunas ideas que los acercaban a la respuesta correcta, sin embargo, al momento de plantear la conclusión a partir de estas, no proveyeron argumentos que explicaran por completo el fenómeno estudiado: *“esto se debe a que los alelos, los genes dominantes son de la madre haciendo que Arya sea más corta”*, *“Esto se debe a que los padres tenían diferentes tipos de alelos, por lo que cuando se mezclaron crearon un raro ejemplo de un hermano con un alelo dominante y uno con un no dominante, un caso realmente raro. El gen no dominante probablemente favoreció a Arya, sin afectar a Mark”*. Conforme se observó en el análisis hecho por aciertos y desaciertos, los estudiantes no hacen conexiones entre sus saberes para dar explicaciones a situaciones que se presentan en su cotidianidad, Jiménez Aleixandre (2003) menciona que esto ocurre porque no se está estudiando el contexto en el que los estudiantes se encuentran inmersos y como resultado *“estudian las ciencias de manera fragmentada”* (p.26) y no usan sus conocimientos para explicar situaciones cotidianas. El Departamento de Educación del Reino Unido menciona la importancia de que los educandos fortalezcan conceptos que conocen y ser animados a plantear explicaciones racionales por medio de actividades que sean atrayentes y despierten su curiosidad sobre fenómenos naturales (DoE, 2019, p.56).

En contraste, cinco de 20 educandos confundieron los conceptos relacionados al tema aunque estos no tenían que ver con el fenómeno estudiado, lo que hizo que los argumentos dados fueran inválidos, conforme se aprecia en la respuesta dada por 6B09, quien habla de los tipos de variaciones genéticas más no de la dominancia de un gen sobre otro, lo cual era el foco de la pregunta: *“es porque la altura es una variación continua y siempre cambia, por lo que la altura puede ser diferente entre 2 organismos de la misma especie”*. Jiménez (2003) menciona que la

limitación es que los educandos “ven las cosas de una manera determinada, en lugar de tratar de entender lo que ven” (p.26), es decir, ellos evidencian un modelo de clase tradicional de transmisión de conocimientos, donde algunos de los tópicos estudiados son complejos de entender y por ende de explicar.

Por otro lado, siete de los 20 estudiantes proveyeron argumentos no válidos para el fenómeno estudiado, se observa que los estudiantes no supieron interpretar las evidencias dadas en el párrafo anterior a la pregunta, en lugar de eso algunos dieron ideas no relacionadas al tema, algunas incomprensibles y otras muestran una asociación del factor que no se puede ver a simple vista (alelos) con lo que si pueden percibir (estatura), es decir, creyeron que la estatura alta porque representa una dimensión mayor en términos de longitud, también significa una dominancia, esto es, más largo igual más dominante. Pozo (2003) describe esta manera de explicar de los educandos como un realismo ingenuo, del cual expresa

“suele reducir los fenómenos a estados, las cosas son de una cierta forma porque son así. Buena parte de las explicaciones, o re-descripciones de los niños son tautológicas, se limitan a afirmar o describir el estado del mundo sin remitirlo a otras entidades conceptuales” (p.30).

De acuerdo con la descripción dada por Pozo (2003) las concepciones de los educandos están limitadas por lo que conocen, particularmente el estudio de los genes, algo que no puede ser percibido, va a representar una dificultad de comprensión como se evidencia claramente en sus respuestas, es necesario fomentar aprendizajes significativos, que permitan a los estudiantes hacer uso de los conocimientos científicos para la formulación de explicaciones.

Uno de los evaluados no respondió la pregunta, aunque estuvo presente contrario a los tres que se matricularon tarde y no tomaron la prueba diagnóstica.

La tabla ocho muestra los resultados anteriormente descritos.

Tabla 8

Matriz categorial: competencia investigación científica, sub-eje: considerar evidencia y enfoque.

Categoría	Subcategorías	Número de estudiantes	Descriptorios
Scientific enquiry	Considerar evidencia y enfoque	4 de 20	<p>“se aproximan a la respuesta, pero no dan argumentos suficientes”</p> <p>6B05: in the gene pair, the allele for purple flowers is dominant over the allele for white flowers a dominant allele decides wich characteristic is shown the characterist of a recessive allele will always be hidden by a dominantat allele and only show up when they make up both parts of gene pair so in this case 2x chromosomes make a female and xy chromosomes make a male in this case the woman chromosomes are more strongers but the 2 can has different genes about their father or mother.</p>

6B05: en el par de genes, el alelo para las flores púrpuras es dominante sobre el alelo para las flores blancas, un alelo dominante decide qué característica se muestra, la característica de un alelo recesivo siempre estará oculto por un alelo dominante y solo aparecerá cuando se juntan ambas partes del par de genes, por lo que en este caso los cromosomas 2x forman una hembra y los cromosomas xy forman un varón, en este caso los cromosomas femeninos son más fuertes pero los 2 pueden tener genes diferentes sobre su padre o madre.

6B08: this is because the alleles, the dominant genes are of the mom making that Arya be shorter.

6B08: esto se debe a que los alelos, los genes dominantes son de la madre haciendo que Arya sea más corta.

6B15: This is because the parents had different allele types, so when they mixed they created a rare example of a sibling with a

dominant allele and one with a non-dominant one, a really rare case. The non-dominant gene probably favored Arya, while not affecting Mark.

6B15: Esto se debe a que los padres tenían diferentes tipos de alelos, por lo que cuando se mezclaron crearon un raro ejemplo de un hermano con un alelo dominante y uno con un no dominante, un caso realmente raro. El gen no dominante probablemente favoreció a Arya, sin afectar a Mark.

6B04: Because we always have a allele that is dominant which decides the characteristics that will be shown and we also have a recessive but this allele is always hide. So thats why Mark is taller like his father while Arya have the height of her mother.

6B04: Porque siempre tenemos un alelo dominante que decide las características que se mostrarán y también tenemos un recesivo, pero este alelo siempre está oculto, por eso Mark es

más alto como su padre, mientras que Arya tiene la altura de su madre.

5 de 20

“confusión de conceptos”

6B09: It is because height is a continuous variation and it always changes so height can be different between 2 organisms of the same species.

6B09: es porque la altura es una variación continua y siempre cambia, por lo que la altura puede ser diferente entre 2 organismos de la misma especie.

6B11: Because Arya's short stature allele is the one that dominates while in Mark's case the tall stature allele is the one that dominates also because height is a continuous variation so it always changes.

6B11: Debido a que el alelo de baja estatura en Arya es el que domina, mientras que en el caso de Mark el alelo de estatura alta es el que domina también porque la altura es una variación continua, por lo que siempre cambia.

6B10: Because for example, for Mark his father's genes were the dominant ones, while for Arya, her mother's genes were dominant, both, for stature.

6B10: Porque, por ejemplo, para Mark, los genes de su padre eran los dominantes, mientras que para Arya, sus genes maternos eran dominantes, ambos, para su estatura.

6B20: The reason because Arya is short and Mark is tall is probably because Arya has two X chromosomes while Mark has one X and one Y chromosome, and they both received a carrier for height, but since Arya has two X chromosomes (one for tallness, and the other for shortness), her genes were balanced out and made her short, while Mark only had one chromosome (the dominant for tallness), his genes were not balanced, and made him tall.

6B20: La razón porque Arya es baja y Mark es alto es probablemente porque Arya tiene dos cromosomas X, mientras que Mark tiene un cromosoma X y uno Y, y ambos recibieron un

portador de altura, pero dado que Arya tiene dos cromosomas X (uno para altura) , y el otro para la baja estatura), sus genes se equilibraron y la hicieron baja, mientras que Mark solo tenía un cromosoma (la dominante para la estatura), sus genes no estaban equilibrados, y lo hicieron alto.

6B07: Because in Mark the allele dominant is to be high so its make him taller than Arya that her allele dominant makes her smaller.

6B07: Debido a que en Mark el alelo dominante debe ser alto, lo que lo hace más alto que Arya que su alelo dominante la hace más pequeña.

7 de 20

“argumento no válido”

6B02: because when the mother and the father crossing his have his son and the fathers have his respective chromosomes and the mother , whit his have his son he have his same characteristics.

6B02: porque cuando la madre y el padre que cruzan sus genes tienen a su hijo y los padres

tienen sus respectivos cromosomas y la madre los suyos, con el hijo tendrá sus mismas características.

6B12: In the past the people create a allele dominant and no dominant that was rare in this case probably the no dominant allele affects Arya.

6B12: En el pasado, las personas creaban un alelo dominante y no dominante que era raro en este caso, probablemente el alelo no dominante afecta a Arya.

6B16: Because the allele dominant is to be high and the Arya dominant is to be small.

6B16: Porque el alelo dominante debe ser alto y el dominante en Arya debe ser el de tener corta estatura.

6B17: Because the woman chromosomes are stronger when the child is a girl so the mother gives the allele.

6B17: Debido a que los cromosomas de la mujer son más fuertes cuando el hijo es una niña, entonces la madre le da el alelo.

6B13: Because in Arya case the gen prominent was of her mom, so that means why she gets short stature, and the same case with Mark his prominent gen was of his father, and that why he is tall.

6B13: Debido a que en el caso de Arya, el gen prominente era de su madre, lo que significa que ella es baja de estatura, y el mismo caso con Mark, su gen prominente era de su padre, y por eso es alto.

6B03: This happens because when the alleles of the fathers join it create a dominant allele and a no dominant allele , so that´s why Mark is taller than , Arya , because he is the dominant allele .

6B03: Esto sucede porque cuando los alelos de los padres se unen crean un alelo dominante y un alelo no dominante, por eso Mark es más alto que Arya, porque él es el alelo dominante.

6B01: This happened, because Arya short stature of the mother that was the dominant gene and Mark got tall stature of the father

that was the dominant gene, and by this Mark got tall stature and Arya got short stature.

6B01: Esto sucedió porque Arya tenía una baja estatura de la madre que era el gen dominante y Mark obtuvo una estatura alta del padre que era el gen dominante, y con esto Mark obtuvo una estatura alta y Arya obtuvo una baja estatura.

3 de 20	No presentaron la prueba
---------	--------------------------

1 de 20	No respondió la pregunta
---------	--------------------------

Acorde a los resultados organizados por aciertos y desaciertos nuevamente se aprecia que las acciones relacionadas a considerar evidencias y enfoque como plantear conclusiones a partir de información o resultados, evaluarlas y comunicar las explicaciones a estos datos usando sus conocimientos científicos es la necesita ser más fortalecida. Uno de los aspectos que puede influir en primer lugar es que este sub eje tiene más presencia en la secundaria que en primaria, pues en este nivel escolar los educandos deben dar explicaciones sencillas.

Jiménez Aleixandre (2003) menciona que algunas de las limitaciones que se presentan en el aprendizaje de la construcción de argumentos y considerar evidencias puede ser la utilización de ejemplos sesgados o muy generales, esto hace que los educandos planteen conclusiones erradas, además es necesario revisar el lenguaje usado, pues este debe ser explícito de modo que los estudiantes puedan entender claramente el significado de los términos utilizados y no confundan

conceptos como se observó en las respuestas dadas a esta pregunta. Adicionalmente, es necesario crear un ambiente donde los estudiantes se sientan libres de cometer errores, debatirlos con sus compañeros y aprender de estos, pues hacer ciencias no es un proceso estático o definido pues incluso “entre los científicos, los conocimientos y las creencias condicionan sus interpretaciones” (Jiménez Aleixandre, 2003, p.48), de este modo ellos podrán empezar a sentirse cómodos y animados a utilizar sus conocimientos para construir explicaciones, debatirlas y presentar conclusiones.

4.2. Resultados fase de planificación y acción: laboratorios de realidad aumentada

Los laboratorios de ciencias apoyan el aprendizaje de habilidades prácticas de una manera vivencial, además que los estudiantes se hacen partícipes de su aprendizaje mientras exploran y manipulan objetos que de otro modo no tendrían sentido para ellos, por ejemplo, es muy diferente hablar de una probeta para medir volumen a usarla ellos mismos. Jiménez Aleixandre, M. (2003), menciona que los trabajos prácticos constituyen una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias por permitir una multiplicidad de objetivos; entre algunos de los que enuncia, resalta la aplicación de estrategias de investigación (Jiménez Aleixandre, M., 2003, p. 95).

Tomando como referencia los resultados encontrados en el diagnóstico, así como la revisión documental, se diseñaron dos prácticas de laboratorio usando la realidad aumentada y se desarrollaron en cinco sesiones; la estructura de estas se evidencia en las tablas cinco y seis, estas se fundamentaron en lo planteado por Melina Furman en su libro *La Aventura de Enseñar Ciencias Naturales*.

Con la finalidad de fortalecer la competencia scientific enquiry en los estudiantes de sexto de la institución educativa, se plantean y abordan procesos relacionados a dos temas exigidos en el plan de estudios de CAIE para este grado, el primero “The Earth and beyond” (La tierra y más allá), desarrollado en dos sesiones de laboratorio, y el segundo “The Structure of the Earth” (La estructura de la tierra), en tres sesiones prácticas. En cada práctica los estudiantes son constructores de su conocimiento y el docente un mediador que orienta el proceso.

La estrategia pedagógica utilizada para desarrollar las prácticas de laboratorio fue la enseñanza justo a tiempo (Just-in-Time Teaching) y las tres aplicaciones de RA mencionadas en el aparte destinado para este fin en el marco teórico, por lo tanto, cada práctica se organizó en 3 momentos:

- Warm-up (calentamiento o actividades de apertura): consiste en un grupo de 3 preguntas que fueron publicadas a través de un foro en el sistema de gestión de aprendizaje (LMS –del inglés, Learning Management System–) Canvas, donde los estudiantes tuvieron la oportunidad de usar sus saberes previos para responder a estas interrogantes, además que les orientan acerca de los conceptos claves a trabajar.
- Development (desarrollo): es el momento en que los estudiantes pusieron en práctica sus habilidades de investigación, ellos debían dar respuesta a una pregunta de investigación haciendo uso de la realidad aumentada y por medio de estrategias que los orientaron a fortalecerlas, tales como la observación, experimentación, planteamiento y recolección de evidencias, registro, análisis, manejo de equipos. En este momento los estudiantes debieron elaborar un reporte de laboratorio, donde registraron su proceso investigativo y dieron respuesta a la pregunta orientadora de cada práctica y explicación al fenómeno estudiado en la aplicación de realidad aumentada.

- Good Fors (actividades de cierre): a partir de un ensayo o artículo, los estudiantes respondieron 3 preguntas, de modo que puedan conectar lo aprendido con lo que viven en el mundo real, además de generar discusiones entre ellos. Esto también fue publicado a través de un foro en la plataforma Canvas.

El proceso de evaluación de las prácticas se ve como un proceso formativo y sistemático donde el estudiante podrá reflexionar sobre su práctica y apoyará la toma de decisiones respecto al curso de la investigación (proceso de reflexión).

Dadas las anteriores directrices y teniendo en cuenta el segundo objetivo planteado se planearon dos laboratorios de realidad aumentada, estos se pueden ver en el apéndice 6.

A continuación, se realizará el análisis de la implementación de los laboratorios usando la realidad aumentada a partir de la información recolectada en los diarios de campo y las grabaciones de audio y vídeo de las sesiones de práctica, como resultado de la observación participante.

El desarrollo de la propuesta de intervención se realizó mediante la aplicación de las dos prácticas de laboratorio descritas en el apéndice, basados en la estrategia Just-in-time Teaching y utilizando dos aplicaciones de realidad aumentada: para el primer laboratorio se utilizaron las aplicaciones SkyView Free (para sistema operativo Android) o Night Sky (para sistema operativo iOS) y para la segunda práctica se utilizó la aplicación Earth, compatible con ambos sistemas operativos.

Para contextualización del lector, la descripción del trabajo realizado en cada sesión se encuentra en el apéndice 7.

4.2.1. **Categorización.** Para analizar la información recolectada durante la fase de planificación y acción, por medio de la observación participante y su registro en diarios de campo, y análisis documental, se establecieron las siguientes categorías y subcategorías (ver figura 16), con el fin de determinar los alcances de la estrategia didáctica basada en laboratorios de realidad aumentada, el fortalecimiento de la competencia científica *scientific enquiry*.

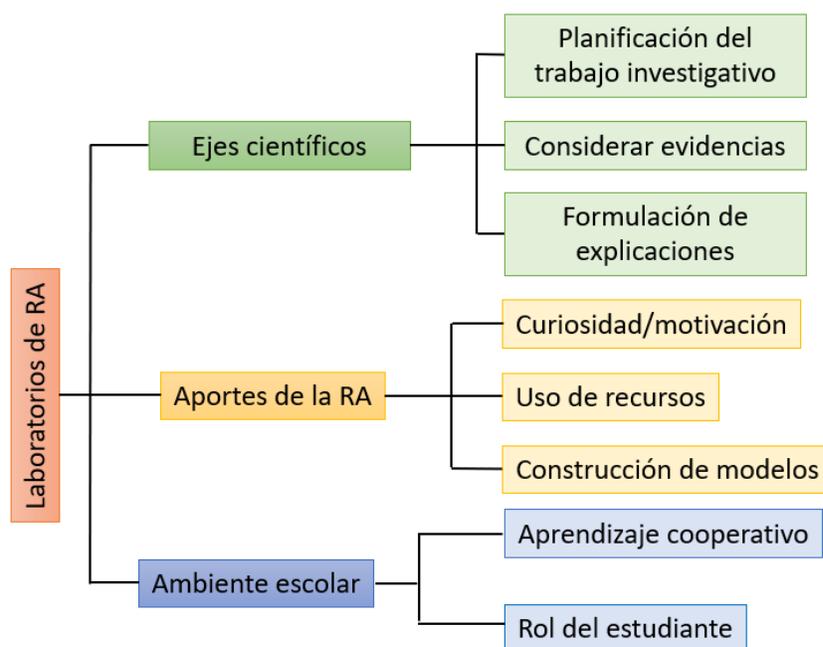


Figura 16. Categorías y subcategorías de análisis

4.2.2. **Categoría ejes científicos.** Desde el contexto internacional, es decir, para el programa internacional Cambridge Lower Secondary (Cambridge Básica Secundaria), la competencia de investigación científica –*scientific enquiry*–, busca el desarrollo del método científico, es decir, considerar o desechar ideas de investigación, evaluar evidencias recogidas por el estudiante o científicos, planear un trabajo investigativo organizado y la recolección y análisis de datos. Así mismo, “esta competencia busca reforzar lo que los estudiantes puedan desarrollar en las otras mientras desarrollan conciencia ambiental y estudian algunos aspectos

de la historia de la ciencia” (Cambridge A., s.f.). Por esta razón, se identificaron los procesos para la etapa 7 (grado 6°) necesarios en la consolidación de esta competencia: planificación a partir de ideas/ evidencia, considerar evidencia y formular explicaciones. Estas tres últimas corresponden a las subcategorías de análisis de la categoría: ejes científicos.

4.2.2.1.1. **Subcategoría: planificación a partir de ideas/evidencias.** Conforme se describió anteriormente, la planificación a partir de ideas/evidencias hace referencia a los procesos previos a iniciar una investigación, es decir la importancia de tener buenas preguntas que orienten el proceso, hacer y verificar predicciones, seleccionar el equipo adecuado y utilizarlo correctamente. En el desarrollo de las sesiones se evidenciaron cambios procedimentales como que los educandos paulatinamente empezaron a construir planes más elaborados e intencionados, además de justificar las decisiones tomadas como se observa en la tabla nueve.

Tabla 9

Matriz categorial: Subcategoría planificación a partir de ideas/evidencias

Categoría	Subcategoría	Descriptores
Ejes científicos	Planificación a	“Dando a conocer las ideas”
	partir de ideas/evidencias	<ul style="list-style-type: none"> En el foro de discusión para el Warm-up de la práctica “La Tierra y más allá”, 6B09 describió y se traduce a continuación:



6B09

24 Apr 2019

* Why do the eight planets in our solar system as some others celestial bodies rotate around the sun?

1. I think it is because the Sun attracts the celestial bodies thanks Gravity, why? Because a bigger object have more mass so more mass is equal to more gravity and the object with more gravity (in this case the Sun) attracts other things with less weight.

* What is the relationship between a planet's distance from the sun and the length and duration of its orbit?

2. The relationship is that as closer that the planet as closer to the sun its length and duration is smaller or shorter because of that Earth year have 365 days and Mercury's year have 80 days

* Do you think are bigger stars that our Sun or are we the centre of the universe?

3. I think that there are much bigger stars than the Sun in other Solar Systems or in other Universes and the other I don't think that we are the center of the universe because 2 things first one I think that the the Orta that in the center of the universe is a black hole and second one is that scientists have say the exact location of our Solar System

<https://drive.google.com/open?id=1S7Hx4MjD8g1ZNTShuRRDKZxqlqLFtKN2Yy3TpmOIK-4>

(1 likes)

* ¿Por qué los ocho planetas de nuestro sistema solar mientras otros cuerpos celestes giran alrededor del sol?

1. Creo que es porque el Sol atrae a los cuerpos celestes gracias a la gravedad, ¿por qué? Debido a que un objeto más grande tiene más masa, más masa es igual a más gravedad y el objeto con más gravedad (en este caso, el Sol) atrae otras cosas con menor peso.

* ¿Cuál es la relación entre la distancia de un planeta al sol y la longitud y duración de su órbita?

2. La relación es que cuanto más cerca esté el planeta del Sol, su longitud y duración es menor o más corta debido a que el año terrestre tiene 365 días y el año de Mercurio tiene 80 días.

* ¿Crees que hay estrellas más grandes que nuestro Sol o somos el centro del universo?

3. Creo que hay estrellas mucho más grandes que el Sol en otros Sistemas Solares o en otros Universos, y lo otro no creo que seamos

el centro del universo por 2 cosas: primero creo que en el centro del universo hay un agujero negro y el segundo es que los científicos han dicho la ubicación exacta de nuestro Sistema Solar.

- En el Warm-up de la primera práctica de laboratorio, 6B15 respondió a las preguntas y se traducen después:



6B15
24 Apr 2019

⋮

Here are my answers:

1-Why do the eight planets in our solar system as some others celestial bodies rotate around the sun?
-Because the sun has a very strong gravity due to it's mass, so the farther an object is the less force it receives. Do to this the closest planets spin faster, since they have to do that or face getting too close to the sun.

2-What is the relationship between a planet's distance from the sun and the length and duration of its orbit?
-There are many thing that are dependent on this two factors, but one of the most important is velocity. The closer an object is to the sun the faster it will spin around the sun, since if they don't do that they will crash into the sun. This applies to any celestial body, so there are even comets that follow elliptical orbits around the sun.

3-Do you think are bigger stars that our Sun or are we the centre of the universe.
-Of course not! There are billions of other stars, white dwarfs, supernova, red giants, red supergiants, nebulosas, neutron stars, black holes, planets, comets, asteroids and even other solar systems in our universe. We aren't even the center of our galaxy! And there are tons of other stars which are millions of times the size of the sun, so the sun is actually pretty small.

👍

Aquí están mis respuestas:

1- ¿Por qué los ocho planetas de nuestro sistema solar como otros cuerpos celestes giran alrededor del sol?

-Porque el sol tiene una gravedad muy fuerte debido a su masa, por lo que cuanto más lejos está un objeto, menos fuerza recibe. Para ello, los planetas más cercanos giran más rápido, ya que tienen que hacerlo o enfrentar el acercamiento al sol.

2- ¿Cuál es la relación entre la distancia de un planeta al sol y la longitud y duración de su órbita?

-Hay muchas cosas que dependen de estos dos factores, pero uno de los más importantes es la velocidad. Cuanto más cerca esté un objeto

del sol, más rápido girará alrededor del sol, ya que, si no lo hacen, se estrellarán contra el sol. Esto se aplica a cualquier cuerpo celeste, por lo que incluso hay cometas que siguen órbitas elípticas alrededor del sol.

3- ¿Crees que son estrellas más grandes que nuestro Sol o somos el centro del universo?

- ¡Por supuesto no! Hay miles de millones de otras estrellas, enanas blancas, supernovas, gigantes rojos, supergigantes rojas, nebulosas, estrellas de neutrones, agujeros negros, planetas, cometas, asteroides e incluso otros sistemas solares en nuestro universo. ¡Ni siquiera somos el centro de nuestra galaxia! Y hay toneladas de otras estrellas que son millones de veces más grandes que el sol, por lo que el sol es bastante pequeño.

- 6B15 dice “debe mantener una misma unidad de medida o un factor que debe ser el mismo” la docente dice “muy bien, entonces por ejemplo la persona que de los pasos ¿debe cambiar?” ante esto la clase responde que no, luego la docente pregunta “¿qué otra cosa es importante a la hora de hacer un fair test?” 6B07 dice “repetir el proceso dos veces”.
 - 6B15 le dice a su grupo “entonces hagámosla por 10”; la docente pregunta “how are you planning to do it by 10s? (¿cómo planeas hacerla por 10?)” el estudiante responde “easy Miss dividing by
-

10s (fácil Miss, dividiendo por 10)", los niños se disponen a hacer el proceso, pero observan que siguen siendo distancias muy grandes, así que continúan probando con otros números hasta que se mencionan que 50 representa la medida ideal para ellos, luego su escala será de 50:1.

- 6B14 dice "ahora hay que sacarle todo como hizo el otro grupo" ante lo cual 6B06 se ofrece a hacerlo.

"buscando aprobación"

- preguntaron cómo harían la parte líquida entonces la docente les recuerda que tienen los materiales traídos por ella a su disposición. Ante esto 6B10 dice "¿entonces podemos abrir la mandarina y rellenarla de whipped cream (crema chantilly)?" la docente responde afirmativamente.
 - 6B08 menciona en voz alta "listo Miss, ahora hay que escribir acá (señalando campos del archivo de Google Slides), entonces le delego a mi compañero que rellene esos campos, mientras el otro va elaborando..." luego de esto se retira y empieza a hacer eso en su grupo.
 - 6B08 dice "mire profesora así quedó" y levanta media cáscara, cortada transversalmente, completamente pelada, entonces es indagado "what's that? (¿qué es eso?)" el estudiante responde "la corteza" y 6B17 le corrige "the crust (la corteza terrestre)",
-

entonces sonríen y 6B08 le dice a sus compañeros “ ahora qué falta?”, 6B17 dice “el mantle” y 6B02 añade “no, inner, outer y mantle”.

- Luego de la descarga, los líderes preguntan qué deben hacer, la docente les recuerda que en canvas est  el enlace a las diapositivas que incluyen las instrucciones, además de la información que provee la aplicación de RA, así que los líderes empiezan a idear el plan de trabajo con sus grupos.

“planos y prototipos”

- 6B11 dice “listo, ya sabemos cómo hacerlo”, pero 6B03 le dice “ la mantle que va a ser?”, pues ella estaba tomando nota de los materiales usados para cada capa, 6B11 le responde “la crema batida” y 6B03 replica “ no era el outer?”, 6B11 observa sus planos y dice “ ah s ! El mantle va a ser la fruta como tal”
 - 6B08 dice “lo que toca es, cogerla... podemos cogerla, quitarle los pedacitos que tiene por dentro, colocarlos así como en una formita y coger las semillas de este, no mentiras usemos las semillas de esta otra que son más grandes y colocarlas en un montón”.
 - El grupo de 6B20, 6B11, 6B19 y 6B03 hace inicialmente un prototipo en una mandarina, empiezan con dibujo de lo que esperan sea y proceden a realizar un corte como si hubieran
-

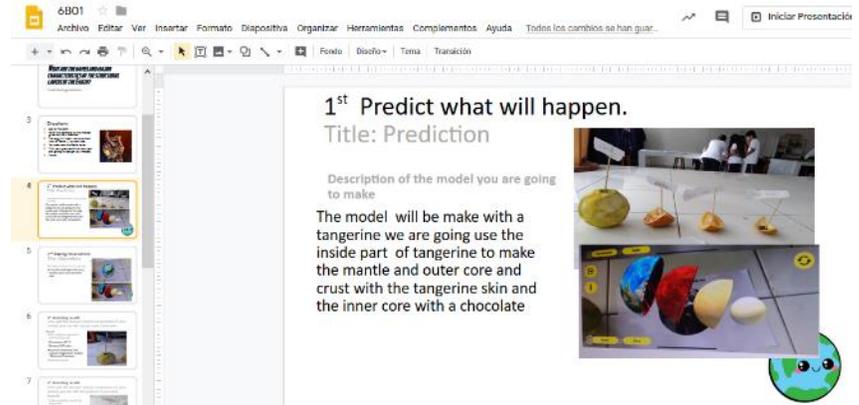
partido una porción de torta; en el medio posicionaron el grano de café achocolatado y pusieron palillos en la cáscara, la mandarina y el granito de café:



- Ellos deciden cortar la mandarina por los casquitos, 6B09 le dice a su compañero “podemos hacerla más pequeña para que sea el inner core, y sacar la mandarina para que quede solo la cáscara, ayúdame a quitar toda esta”.
 - La docente menciona: “your tangerine is going to be your Earth, so be creative, the app will help you to construct your model, I also have other materials if you need, so think about your model, construct it with your group and in the report that is what you are going to set, the picture (su mandarina será su tierra, sean creativos, la aplicación les ayudará a construir su modelo, tengo otros materiales si los necesitan, entonces piensen en su modelo)”, mientras tanto saca de una bolsa, crema chantilly, granitos de café cubiertos de chocolate y palillos. 6B18 piensa en voz alta “¿crema chantilly?” y 6B19 empieza a interrumpir “la cáscara es
-

el crust, la... cosa, bueno es esta cosa (señalando a la aplicación de RA)”.

- En el informe de laboratorio 6B01 explicó:



Predice lo que va a suceder. Título: predicción.

Descripción del modelo que van a realizar.

Vamos a hacer el modelo con una mandarina, vamos a usar la parte interior de la mandarina para hacer el manto y el núcleo exterior y la corteza con la piel de la mandarina y el núcleo interno con un chocolate.

- 6B03 dice señalando inicialmente el prototipo y luego la mandarina que ha sido cortada: *“esta es la prueba y esta es la de verdad”*.

“hacer algo más con los restos”

- El grupo de 6B08 propone que los restos sean hechos composta en la huerta del colegio, de modo que no se desperdicie.
-

Conforme se definió en el apartado del marco teórico, el sub-eje planeación a partir de ideas/evidencias comprende que el educando “entiende la importancia de las preguntas, hace y revisa predicciones usando una variedad de evidencias, sugiere ideas, selecciona y utiliza diferentes equipos, planea investigaciones, usa técnicas de muestreo” (Cambridge, 2017).

La implementación de la estrategia didáctica basada en laboratorios de realidad aumentada tenía como finalidad fortalecer la competencia científica *scientific enquiry* en los estudiantes de sexto grado, por este motivo la docente organizó las sesiones para que se construyera el conocimiento y pusiera en práctica las habilidades propias de esta competencia, de manera sistemática y vivencial.

En cuanto a la planificación a partir de ideas/evidencias, el cambio dado en la manera de preguntar y el informe realizado durante las prácticas de laboratorio jugó un papel clave. En el diagnóstico se evidenció como los estudiantes “repetían” conceptos de memoria y no hallaban relaciones entre estos y la aplicación práctica. En el desarrollo de las prácticas, la docente empezó a orientarlos a través de preguntas, desde las actividades de apertura –Warm-ups–, hasta las de cierre –Good Fors–, con el fin que los educandos construyeran sus ideas/conceptos y resolviera situaciones determinadas. Los estudiantes formularon hipótesis y las compararon con la información presente en la aplicación e incluso en otras fuentes.

A lo largo de las sesiones, la planificación y diseño de los modelos fomentó en los estudiantes el pensamiento autónomo, estableciendo relaciones entre las ideas y evidencias presentadas en los aplicativos móviles de realidad aumentada y las retroalimentaciones dadas por la docente en las actividades de apertura o warm-ups.

4.2.2.1.2. Subcategoría: considerar evidencias. Conforme se observó en el diagnóstico era la que presentaba un desempeño más bajo debido a que los estudiantes mostraron falencias al

relacionar conceptos propios de la ciencia con situaciones cotidianas y en la redacción de conclusiones coherentes al fenómeno estudiado.

Por consiguiente, la estrategia estuvo enfocada en fomentar acciones de pensamiento científicas como: organizar e interpretar información, aceptar o rechazar predicciones, reconocer resultados poco fiables entre los datos y plantear conclusiones a partir de estos (CAIE, 2011, p.19). A medida que se fue avanzando en el desarrollo de la propuesta se puede observar como los argumentos dados por los estudiantes fueron incluyendo las evidencias que recogían y observaban en las aplicaciones de RA, esto se puede observar en la tabla diez.

Tabla 10

Matriz categorial: Subcategoría considerar evidencias

Categoría	Subcategoría	Descriptoros
Ejes científicos	Considerar evidencias	<p>“Construyendo explicaciones a partir de observaciones”</p> <p>En el Warm-up de la práctica “La Tierra”, a partir de las evidencias presentadas en la pregunta, 6B02 escribió y se traduce:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>2. What is each student referring to, and how they got each idea?</p> <p>Amisha is talking about igneous rocks. That liquid rock she's referring to must be the magma expelled as lava from a volcano, then underwent a fast cooling process, thus forming small crystals. This rock might be an extrusive igneous rock.</p> <p>Hakim is also talking about igneous rocks. The difference is that this one might be an intrusive igneous rock because it formed underground.</p> <p>Gabir is talking about a sedimentary rocks. These rocks are generally porous and easy to scratch. Therefore, the spaces or separations he's talking about allow water and air to come in.</p> <p>3. Which sample is made of a mixture of minerals? Explain how the drawings show this.</p> <p>sample 1 shows a mixture of minerals, because the way it is compacted is not homogeneous, and it seems that there are more than one type of mineral.</p> <p>sample 2 shows large crystals of a similar composition.</p> <p>sample 3 shows small crystals of a different composition.</p> </div> <p>(1. ¿A qué se refiere cada estudiante y cómo obtuvieron cada idea?</p>

-Amisha está hablando de rocas ígneas. Esa roca líquida a la que se refiere debe ser el magma expulsado como lava de un volcán, luego se sometió a un rápido proceso de enfriamiento, formando pequeños cristales. Esta roca podría ser una roca ígnea extrusiva.

-Hakim también está hablando de rocas ígneas. La diferencia es que esta podría ser una roca ígnea intrusiva porque se formó bajo tierra.

-Gabir está hablando de rocas sedimentarias. Estas rocas son generalmente porosas y fáciles de rayar. Por lo tanto, los espacios o separaciones de los que está hablando permiten la entrada de agua y aire.

2. ¿Qué muestra está hecha de una mezcla de minerales? Explica cómo los dibujos muestran esto.

-La muestra 1 muestra una mezcla de minerales, porque la forma en que se compacta no es homogénea, y parece que hay más de un tipo de mineral.

-La muestra 2 muestra cristales grandes de una composición similar.

-La muestra 3 muestra pequeños cristales de diferente composición.)

- Al llegar al coliseo los estudiantes ingresan a la aplicación y observan que esta vez los planetas han cambiado su posición,
-

por lo cual dicen que las fotos tomadas no les sirven hoy. “*so, what happened and what is happening now?* (entonces, ¿qué pasó y está pasando ahorita?)” la estudiante toma un momento para pensar, grita a sus compañeros para que no le digan la respuesta y ella pueda organizar sus ideas, luego menciona “*Miss que la tierra está rotando alrededor del sol y también los otros planetas*” la docente continúa indagando para que profundice su idea, 6B18 menciona “*ya sé, también todo el sistema solar se está moviendo, por esta razón no los vemos allá (señalando el coliseo), sino un poco más movidos, así como las orbitas de los planetas son diferentes otros están más cerca*”.

- 6B11 va diciendo y señalando “*este sería el inner core*”, mientras 6B20 hace zoom para verificar que sea coherente a las partes de la tierra mostradas en la aplicación de RA.
 - 6B19 quien estaba aparentemente anotando los datos en la aplicación empieza a recordarles “*oigan el outer es complemente líquido*”, entonces 6B11 dice “*esa va a ser la crema batida y el inner sería el chocolate*”.
 - En el informe de la práctica #1, 6B03 describió:
-

2. Below is the length of a year on each planet. Look at the distance of each planet from the Sun in the table. Answer the questions below:

Planet	Mercury	Venus	Earth	Mars	Saturn	Jupiter	Uranus	Neptune
Year length	88 days	225 days	365 days	687 days	11.8 years	29.4 years	84 years	165 years

a. Describe the link between distance from the Sun and the length of one year.

well if the planet is near to the sun it will shorter the rotation (year) so that's why the length affect.

(A continuación, se presenta la duración de un año en cada planeta. Observa la distancia de cada planeta al sol en la tabla.

Responde las siguientes preguntas.)

a. Describe la relación entre la distancia al sol y la duración de un año.

Bueno, si el planeta está cerca al sol será más corta la rotación (año) así que ese es el por qué la duración se ve afectada.

- En su reporte de laboratorio, de la práctica “La Tierra y más allá” 6B09 consideró:

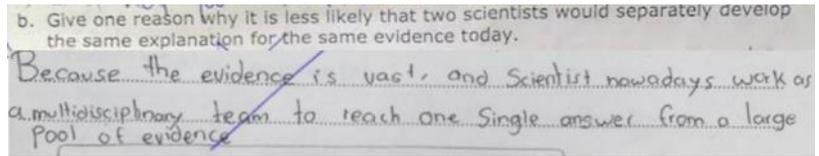
1. People who lived in the 1600s had only ever seen five planets. They used to think that the Earth was the centre of the universe (geocentric model). Based on the model you made how would you explain to that people that the geocentric model is wrong and your evidence suggest that the heliocentric model (Sun in the centre) is the correct one.

because the Sun have a stronger gravity than the Earth and the objects with stronger Gravity attract other object.

(1. Las personas que vivían en los 1600 habían visto solo 5 planetas. Ellos solían pensar que la tierra era el centro del universo (modelo geocéntrico). Basados en el modelo que hicieron, ¿cómo les explicarían a esas personas que el modelo geocéntrico está errado y que su evidencia sugiere que el modelo heliocéntrico (el sol en el centro) es el correcto?

Porque el sol tiene una gravedad mayor que la tierra y los objetos con mayor gravedad atraen los otros objetos.)

- En el informe de 6B15, de la primera práctica, escribió:



(b. De una razón por la cual hay menor probabilidad de que dos científicos trabajando separados desarrollen la misma explicación usando la misma evidencia hoy.

Porque la evidencia es basta y los científicos hoy en día trabajan como equipos multidisciplinarios para llegar a una respuesta a partir de un gran grupo de evidencias.)

- Respecto a la segunda práctica, 6B17 escribió:

The photograph shows a piece of pumice.



A student investigated the properties of pumice. He also found out about pumice from secondary sources. He wrote down the notes below.

1 I put it on water and it floated, so it must have a low density.

2 When I pushed the pumice into a beaker of water, bubbles rose to the surface.

3 My text book says pumice is formed from hot lava when it is thrown high into the air by a volcano. The gases that were dissolved in the lava come out of solution, forming the 'bubbles' you can see.

■ Give the number of the note which shows that pumice is an igneous rock.

■ Use evidence from the notes to describe two ways in which the properties of pumice are not typical of igneous rocks.

ROAD TO SCIENTIFIC ENQUIRY

a. 3

b. First the pumice rock has a low density and second because it has a lot of pores it can easily float both characteristics.

(b. Primero la piedra pómez tiene una densidad baja y segundo porque tiene muchos poros lo que la hace flotar fácilmente, ambas características.)

“Considerar explicaciones científicas”

- En el desarrollo de las sesiones de laboratorio se observó: 6B04 y 6B05, escribieron sus ideas de respuesta en español en sus cuadernos, luego procedieron a compararlas con una página web de astronomía. Luego se acercaron a la docente diciendo *“Miss ya tenemos una idea, pero no sabemos si es del todo correcta, así que encontramos información semejante en esta página, pero ¿será que es confiable?, nos puedes decir por favor ¿si podemos usarla?”*, con el aval de la docente decidieron publicarlas en el warm-up.
- 6B20 dice *“so, the app says there’s, inner core, outer core, mantle and crust, is everything ready?”* (la aplicación dice que hay núcleo interno, núcleo externo, manto y corteza, ¿todos están?).

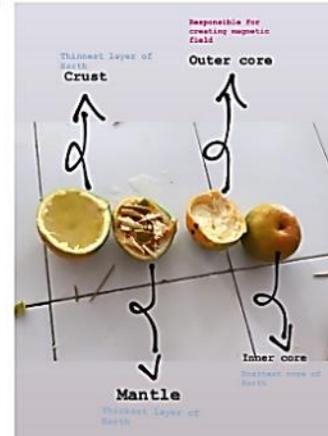
“dándole sentido a mis resultados”

- De la práctica “La Tierra”, 6B14, a partir de las evidencias recogidas refirió:
-

Making sense of my results

Conclusions

- *This lab help me to understand that the earth had liquid, solid leyers and they are varied and interesting and i like the oranges because it was very usefull to assemble the layers of the earth.*



(Conclusiones: este laboratorio me ayudó a entender que la tierra tiene capas sólidas, líquidas y que son variadas e interesantes y me gustaron las naranjas porque fueron útiles para ensamblar las capas de la tierra)

- 6B11, en la segunda práctica de laboratorio “La Tierra”, escribió:

OUTLINE AN EVIDENCE THAT THE EARTH HAS A SOLID INNER CORE,

The inner core is solid because of the pressure thanks of all the layers that it have on top of it and the high temperatures that it have



(Señale una evidencia de que el núcleo interno de la tierra es sólido. El núcleo interno es sólido por la presión gracias a que la ejercen todas las otras capas sobre esta y las altas temperaturas.)

En el análisis realizado a la subcategoría “considerar evidencias”, los estudiantes debieron encontrar información relevante en los artículos sugeridos por la docente, de acuerdo con la Universidad de Cambridge, este es uno de los propósitos y enfoques del sub-eje, puesto que los estudiantes "desarrollan sus predicciones o habilidades de análisis mientras observan una demostración" Cambridge, A. (2017), en este caso desarrollan sus respuestas a partir de ejemplos de investigaciones anteriores.

En cada sesión se pudo apreciar que los estudiantes se apropiaron de las evidencias que recogían, inicialmente desde su experiencia y segundo las que se presentaban como contexto en las preguntas, para argumentar, construir hipótesis y predicciones. Adicionalmente, los estudiantes empezaron a tomar en cuenta evidencias de otras investigaciones o trabajos científicos, como se observa cuando, respondiendo los warm-up los estudiantes deciden profundizar sus ideas con información proveniente de otras fuentes bibliográficas.

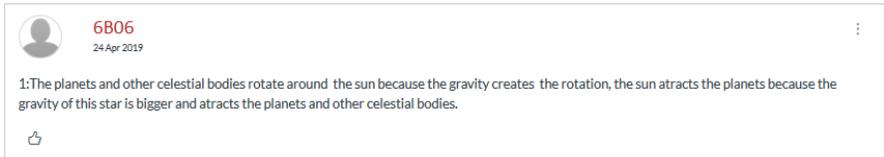
Al responder las preguntas relacionadas a este sub-eje, se observa que los estudiantes se apropiaron de su conocimiento, sus respuestas dejaron de ser teorías sin sentido y se conectaron con los fenómenos estudiados al haber tenido la interacción con representaciones de objetos reales y la consideración de sus modelos como evidencias.

4.2.2.1.3. **Subcategoría: formulación de explicaciones.** En el estudio de las ciencias la demanda y formulación de explicaciones es un proceso que demuestra el deseo de comprender lo que sucede alrededor, en el mundo natural. El ICFES menciona que la “escuela debe orientar a los estudiantes para que amplíen sus interpretaciones de los fenómenos que ocurren en su

entorno” (ICFES, 2007, p.34). Las acciones relacionadas al proceso de formular explicaciones son seleccionar y utilizar los conocimientos científicos para construir argumentos que den razón al fenómeno observado (CAIE, 2011, p.20 – ICFES, 2007, p.34). Este fue uno de los aspectos que más les costó a los educandos, pues conforme se observó en el diagnóstico tendían a usar el mismo enunciado de la pregunta para dar razón a fenómenos o no argumentaban sus ideas, en el transcurso del desarrollo de la propuesta fueron mejorando en la construcción de argumentos y usar la información como un apoyo para esto en lugar de ser una respuesta incompleta o incoherente (ver tabla 11).

Tabla 11

Matriz categorial: Subcategoría formulación de explicaciones

Categoría	Subcategoría	Descriptorios
Ejes científicos	Formulación de explicaciones	<p>“usando el conocimiento científico”</p> <ul style="list-style-type: none"> En el primer Warm-up, del laboratorio “La Tierra y más Allá” a partir de las evidencias presentadas en la pregunta, 6B06 escribió: <div data-bbox="558 1329 1442 1486" style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin: 10px 0;">  </div> <p>(1: Los planetas y otros cuerpos celestes rotan alrededor del sol porque la gravedad crea la rotación, el sol atrae a los planetas porque la gravedad de esta estrella es más grande y atrae los planetas y otros cuerpos celestes)</p> <ul style="list-style-type: none"> En el Good For, de la práctica de Laboratorio “La Tierra” 6B02 dio las siguientes explicaciones a las preguntas:



6B02

24 May 2019

1. What do you think it means for a fossil resource to be "abused"?

An abused fossil resource means for me, that this resource has been sold at a high price through disputes to a certain type of client, who is not interested in using it to study science or make it part of a museum.

2. What's the issue with fossil hunting on federal land (such as National Parks)? Explain what your interpretation of the conflict is.

The problem of hunting or excavations on federal lands is that these lands are coordinated by the National Park Service (NPS), the United States Forest Service, (USFS), the National Wildlife Preservation System; all are institutions seek to protect and maintain the preservation of their natural conditions of those lands.

That means that an excavation on federal lands would be illegal, which would increase organized crime because of the high values that fossil traders are carrying out.

1. Para mí, el abuso de un combustible fósil significa que este recurso se ha vendido a un alto precio a través de disputas a un determinado tipo de cliente, que no está interesado en usarlo para estudiar ciencias o hacerlo parte de un museo.

2. El problema de la caza o excavaciones en tierras federales es que estas tierras están coordinadas por el Servicio de Parques Nacionales (NPS), el Servicio Forestal de los Estados Unidos (USFS), el Sistema Nacional de Preservación de Vida Silvestre; Todas son instituciones que buscan proteger y mantener la preservación de sus condiciones naturales de esas tierras.

Eso significa que una excavación en tierras federales sería ilegal, lo que aumentaría el crimen organizado debido a los altos valores que los comerciantes de fósiles están llevando a cabo.)

- En el segundo Warm-up, correspondiente al laboratorio “La Tierra”

6B13 explicó:

**6B13**
14 May 2019

Hi Miss,

1. I think mountains can be made by the rock cycle because the first they can change rock to another rock and have different proces that can develop to the tectonics plates,they are moving slowly and when they crash to each other that forms an mountain that can be with different types of rocks.
2. Amisha- i think she is reffering to the sedimentary rocks because she says that rock is formed on the seabed and that is the same the book says about how is formed the sedimentary rock.
- Hakim- I think he is reffering to the igneous rock because it has big crystals.

Gabir- i think he is reffering to the Metamorphic rock, because it is made by different grains and you can sse it , the grains are separated.

3. I think sample 1, because it have diferents colors,shapes and sizes , that have different minerals because every mineral is different and that is reflected on the rock.

thanks

 (1 likes)

Hola profesora,

1. Creo que las montañas pueden ser formadas por el ciclo de las rocas porque, en primer lugar, pueden cambiar la roca por otra roca y tener un proceso diferente que puede desarrollarse en las placas tectónicas, que se mueven lentamente y cuando chocan entre sí, forman una montaña que puede ser hecha de diferentes tipos de rocas.

2. Amisha: creo que se está refiriendo a las rocas sedimentarias porque dice que la roca se forma en el fondo del mar y eso es lo mismo que dice el libro sobre cómo se forma la roca sedentaria.

Hakim: creo que se está refiriendo a la roca ígnea porque tiene grandes cristales.

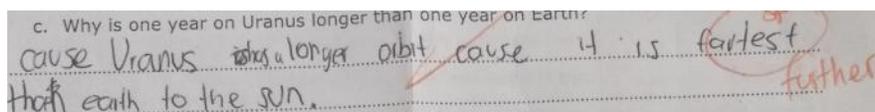
Gabir: creo que se está refiriendo a la roca metamórfica, porque está hecha de diferentes granos y se puede ver, los granos están separados.

3. Creo que la muestra 1, porque tiene diferentes colores, formas y tamaños, esta tiene minerales diferentes porque cada mineral es diferente y eso se refleja en la roca. Gracias)

-
- La docente tiene que estar rotando continuamente por el salón para recordarles para que tomen el tiempo requerido para leer con detenimiento y hacer preguntas orientadoras que les ayuden a organizar sus ideas.

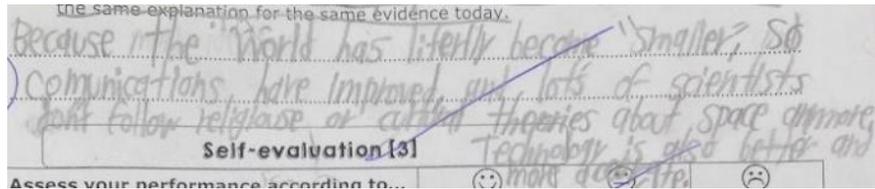
“dando respuesta al por qué”

- La profesora pregunta: what characteristics does a fair test have? (¿qué características debe tener una prueba científica justa?) 6B15 dice “debe mantener una misma unidad de medida o un factor que debe ser el mismo”.
- 6B07 le pregunta a 6B15 “¿cómo hicieron la escala?”, este último le responde “vea es fácil, es una proportion (proporción), usted divide los números de la tabla entre 50 y el valor que le dé son los pasos que da y ¡listo!”, 6B07 pregunta de nuevo “¿pero porqué 50?”, 6B15 replica “Porque así los planetas nos quedarían más cerca, ¿ya se dieron cuenta de la posición de Urano?”.
- En el informe de laboratorio de la práctica “La Tierra y más Allá” 6B04 escribió:



(¿Por qué un año en Urano es más largo que un año en la tierra? Porque Urano tiene una órbita más grande, porque está más lejos del sol que la tierra.)

- Para explicar ¿por qué es menos común que en el presente dos científicos trabajando aisladamente desarrollen la misma explicación a la misma evidencia obtenida?



(Porque el mundo literalmente se ha vuelto “más pequeño”, por ende, las comunicaciones han mejorado y muchos de los científicos no siguen más las teorías religiosas o culturales acerca del espacio, también, la tecnología es mejor y más precisa”

- El grupo de 6B11, 6B20, 6B19 y 6B03, escribió el siguiente guión explicativo para su modelo de la tierra.

CRUST: is The outermost layer of the planet, it is composed by :iron, calcium, sodium, potassium and magnesium.
MANTLE: is mostly-solid bulk of earth it is made of rock containing silicon, iron, magnesium, aluminum, oxygen and other minerals.
OUTER CORE:is a liquid layer about 2,260 km thick composed of iron and nickel



(CORTEZA: es la capa más externa del planeta, está compuesta por: hierro, calcio, sodio, potasio y magnesio. MANTO: es mayoritariamente una masa sólida de la tierra, está hecha de rocas que contienen silicio, hierro, magnesio, aluminio, oxígeno y otros minerales. NUCLEO

EXTERNO: es una capa líquida de aproximadamente 2.260 km de espesor, está compuesta de hierro y níquel.)

La implementación de los laboratorios de realidad aumentada, propició situaciones donde los estudiantes tenían que construir explicaciones de lo que iban observando y haciendo. Fuman, M. y De Podestá, M. (2009) mencionan que el proceso de investigación tiene varias competencias como “observación y descripción, formulación de preguntas investigables, formulación de hipótesis y predicciones, diseño y realización de experimentos, recolectar e interpretar datos, análisis de experiencias ajenas y formulación de explicaciones teóricas” (Furman y De Podestá, 2009, p. 24), las autoras señalan la necesidad de dedicar tiempo para que los estudiantes puedan no solo repasar lo que deben hacer, sino preguntarse todos los porqués detrás de las acciones planeadas para “hacer explícitas las razones detrás de cada etapa” (Fuman, M. y De Podestá, M., 2009, p. 54), debido a esto sugieren que se debe “recorrer con los alumnos todas las etapas de la experiencia, poniéndose de acuerdo acerca de las razones de cada paso y cuál es en concreto la tarea que deben realizar, antes de comenzar con el trabajo experimental.” (Fuman, M. y De Podestá, M., 2009, p. 54) por esta razón, la docente hace preguntas de sondeo para orientar a los educandos en dar explicaciones de los fenómenos que suceden.

Adicionalmente durante el desarrollo de las sesiones, se evidenció que los estudiantes paulatinamente empezaron a construir explicaciones haciendo uso de conceptos propios de la asignatura en inglés. Aunque esto representó varios errores de ortografía, dado que el inglés no se escribe como se pronuncia, fue una aproximación que usaran términos como “gravitational

attraction”, “iron”, “potassium”, “fair test”, “space”, “mantle”, “outer core”, “inner core”, “outermost”, “celestial bodies”, “rotation”, abordados en clase y las prácticas de laboratorio.

4.2.2.2. **Categoría: aportes de la RA.** La RA es una tecnología que presenta modelos 3D generados a través de un ordenador por el escaneo de un código en algunas ocasiones (como se hizo en la segunda práctica). De acuerdo con Wang, M. (2017) la RA “es una combinación de tecnologías que superpone contenido generado por computadora en un entorno del mundo real”. A medida que se fueron desarrollando las sesiones se observó que la curiosidad y motivación de los estudiantes al usar estas herramientas se fue haciendo evidente, así como se convirtieron en referentes de información y guías conceptuales, adicionalmente al poder interactuar con el objeto de estudio esto ayudó a los estudiantes a construir modelos de lo que apreciaban. Es por esta razón que surgieron tres subcategorías: curiosidad/motivación, uso de recursos y construcción de modelos.

4.2.2.2.1. **Subcategoría: curiosidad/motivación.**

Tabla 12

Matriz categorial: subcategoría curiosidad/motivación

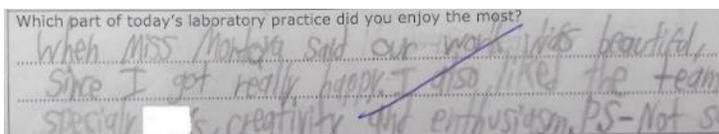
Categoría	Subcategoría	Descriptorios
Aportes de la Realidad	Curiosidad/ motivación	<p>“emoción intensa”</p> <ul style="list-style-type: none"> 6B10, 6B19 y 6B20 responden afirmativamente, por otro lado, 6B18 pregunta “¿para qué la mandarina?” con esto

los demás también empiezan a preguntar, 6B16 dice al respecto “suena interesante”.

- Dada la emoción que les trae trabajar con la aplicación de RA, los estudiantes interrumpen constantemente, por esta razón se usan diferentes estrategias para atraer su atención sin requerir desgaste vocal de la docente.
- Ante lo cual 6B19 añade “*que es completamente sólido*”, 6B11 menciona “*ajá*”. 6B20 dice “*so, the app says there’s, inner core, outer core, mantle and crust, is everything ready?* (la aplicación dice que hay núcleo interno, núcleo externo, manto y corteza, ¿todos están?) 6B11 dice “*listo, ya sabemos cómo hacerlo*”.

“lo que más me gustó”

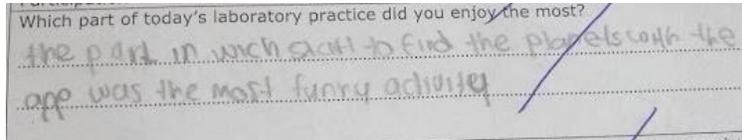
- En el informe de la primera práctica 6B15 refirió:



(¿Qué parte de la práctica de laboratorio disfrutaste más?

Cuando Miss Montoya dijo que nuestro trabajo era hermoso por lo cual me puse muy feliz. También me gustó mi equipo, en especial la creatividad de 6B10)

-
- De los 20 estudiantes, 17 presentaron una motivación alta y esfuerzo en hacer las pruebas con cuidado además de modelos bonitos.
 - Posteriormente, tenían clase de matemáticas y el docente refiere que llegaron alegres a su clase, por lo cual él les pregunta qué estaban haciendo y respondieron que “*un laboratorio chévere*” entonces el docente indaga por lo que estaban aprendiendo y ellos le dijeron “*del sistema solar de una manera chévere*”.
 - Respecto a la práctica “La Tierra y más allá” 6B05 describió:



(¿Qué parte de la práctica de laboratorio disfrutaste más? La parte en la que teníamos que empezar a encontrar los planetas con la aplicación fue la actividad más divertida.)

- En el informe del laboratorio “La Tierra”, 6B11 escribió:

(¿Qué parte de la práctica de laboratorio de hoy disfrutaste más? La actividad que más disfruto es crear el modelo)

-
- Respecto a la segunda práctica de laboratorio, 6B03

respondió:

Which part of today's laboratory practice did you enjoy the most? I enjoy more when we make the model of the earth it was so funny
Which part of today's laboratory practice would you change if you have to opportunity to do so? I think that all is okey I like it a lot.

(¿Qué parte de la práctica de laboratorio de hoy disfrutaste más? La que más disfrute fue cuando hicimos el modelo de la tierra, fue muy divertido. ¿Qué parte de la práctica de laboratorio de hoy cambiarías si tuvieras la oportunidad de hacerlo? Pienso que todo está bien y me gustó mucho.)

La curiosidad, característica innata de los niños en su etapa escolar, donde por medio de acciones y a partir de la observación ellos demuestran la intención de querer descubrir el porqué de las cosas. Esta subcategoría se ve reflejada en los estudiantes a la hora de preguntarse por qué su modelo debe ser diferente al del día anterior, por consiguiente, se acercan a la docente para indagar qué ha sucedido. Los estudiantes demuestran en esto una "capacidad de sostener y desarrollar la curiosidad y un sentido de la maravilla sobre el mundo que nos rodea" (Furman, M. 2016).

Por tanto, los estudiantes ejercen esa curiosidad natural que los orienta "hacia hábitos del pensamiento sistemáticos y autónomos" (Furman, M. y De Podestá, M. 2009), y la "satisfacción de encontrar respuestas por uno mismo a preguntas por medio de la actividad mental y física propia" (Furman, M. 2016).

Esto, acompañado de la motivación, la cual hace parte fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje, lo que permite al estudiante la construcción de su propio conocimiento para lograr un aprendizaje significativo. Parte de la motivación fue descrita por otro docente quien mencionó que los estudiantes llegaron alegres a la clase siguiente y expresaron que les gustó la práctica realizada con ayuda de la RA. De acuerdo con Reeve, J. (1994), existen diversas teorías de la motivación, sin embargo, varias de ellas convergen en que “se busca la satisfacción de necesidades”. En un estudio realizado con estudiantes de grados 5, 6 y 7, mencionado en su libro, "muestra que a menudo la motivación se encuentra arraigada en las relaciones interpersonales con otros", al trabajar en equipo, usar una herramienta novedosa y a través de ella hacer tangible algo que de otro modo no se podría explorar dado su vasto tamaño, los intereses, necesidades y relaciones interpersonales de los estudiantes fueron satisfechas y por eso experimentaron esa motivación hacia la práctica y lo que estaban aprendiendo.

4.2.2.2.2. **Subcategoría: uso de recursos.** Las TIC son un apoyo para las clases en cuanto se orienten de manera positiva y apoyen el aprendizaje de los estudiantes. Según CAIE (2018) “el objetivo del uso de tecnología digital se enfoca en el impacto y el progreso.” (p.27), es por esto por lo que siempre invitan a utilizar diferentes recursos tecnológicos en el aula, así como los consideran “elementos valiosos para colaborar en el desarrollo del conocimiento, entendimiento y habilidades hacia la ciencia”, como la investigación (CAIE, 2018, p.28). La tabla 13 muestra como los estudiantes gradualmente fueron incluyendo en sus prácticas varias herramientas para obtener datos e información rápidamente, tomar muestras de su trabajo y visualizar los fenómenos a través de las aplicaciones de RA.

Tabla 13

Matriz categorial: Subcategoría uso de recursos.

Categoría	Subcategoría	Descriptorios
	Uso de recursos	<p data-bbox="667 453 1268 485">“uso de fuentes secundarias de información”</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="618 527 1435 779">• 6B20 opta por comunicarse con un primo que trabaja para la NASA (a través de WhatsApp) y pregunta “<i>Miss, do I have to make a citation for my cousin?</i>” la docente le dice que sí y también opta por usar su carpeta de español. <li data-bbox="618 821 1435 1514">• Por otro lado, el grupo 6B16, 6B09, 6B03 y 6B12, hacen uso de tres equipos al mismo tiempo, ellos observaron que la aplicación provee una rosa de los tiempos, entonces 6B09 analiza la dirección para posicionar las pelotas de ping pong, 6B16 usa la aplicación en modo RA máxima transparencia, para ver claramente la cancha y hacer una estimación de donde iría la pelotita y finalmente 6B12 tiene el tercer dispositivo con menor transparencia, para verificar que efectivamente el planeta observado es el que están buscando. <li data-bbox="618 1556 1435 1808">• El grupo de 6B10, 6B13, 6B01 y 6B15 decidieron usar el libro de texto de 6B15 para hacer el modelo a escala, así que la docente les pregunta: “<i>why are not you using the AR app?</i> (¿por qué no están usando la aplicación de RA?)”

6B10 responde “*because my phone is running out of battery* (porque mi celular no tiene batería)” y 6B15 menciona “*I don’t trust an application, I prefer books, they are reliable because they were written by a scientist or somebody that study about the topic* (no confío en una aplicación, prefiero los libros son confiables porque fueron escritos por un científico o alguien que investigó el tema)”.

- decidieron hacer algo diferente, por ejemplo, 6B16, 6B09, 6B03 y 6B12 optaron por usar solo dos teléfonos, de modo que 6B12 vigilara y acompañara el trabajo de 6B03, quien haría los pasos y posicionaría los planetas.

“usando los marcadores”

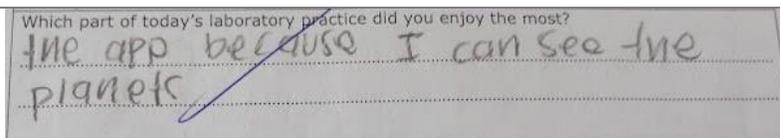
- 6B18 interrumpe para mostrar que ya descargó la aplicación “vea profe ya, después se escanea esta cosita ¿no?”.
 - La profesora les indica, modelando con la aplicación y el marcador “the app works with this marker, 6B05 is giving you the marker on paper, so the people who have already open the app observe what it says –point at the marker-, this is your marker, so the idea is you point at the marker and you will see the Earth (la aplicación funciona con este marcador, 6B05 les está entregando el marcador impreso en papel, entonces, las personas que ya tiene abierta la
-

aplicación observen lo que dice –apunte al marcador-, este es su marcador, luego la idea es que direccionan la cámara al marcador y así podrán ver la tierra)”.

- La pareja de 6B01 y 6B09, se vio más afectada hoy, cuando 6B09 no pudo asistir por motivos de salud, entonces 6B01 pregunta “Miss que puedo hacer si no tengo a mi compañero, él tiene unas imágenes y yo otras”, la docente le dice: “You can write him, through Canvas, WhatsApp, Instagram or the one you choose, to ask him for the pictures (puedes escribirle, por canvas, WhatsApp, Instagram o lo que elijas para que te envíe las fotos)”. Efectivamente dialoga con su compañero y a través de Gmail se enviaron las fotos faltantes y terminaron el trabajo a pesar de no estar presente.

“lo que más me fue útil”

- La docente le pregunta a 6B08 “*¿Was the app helpful? (¿fue útil la aplicación?)*”, el estudiante responde “*yes because everything had a link with the topic and I understood the topic very well since the you explained it very clearly (Si porque todo estaba conectado y yo entendí muy bien el tema pues lo explicaste claramente)*”
 - En la primera práctica de laboratorio 6B13, describió:
-



(¿Qué parte de la práctica de laboratorio disfrutaste más? La aplicación porque puedo ver los planetas)

- En el informe de la práctica “La Tierra” 6B20 escribió respecto a la aplicación:

A photograph of a student's handwritten response on a survey form. The question at the top reads "Why was the app useful?". The student has written "The app helped me learn about our planet, and showed me interesting facts." in blue ink.

(¿Por qué fue útil la aplicación? La aplicación me ayudó a aprender sobre nuestro planeta y me mostró datos interesantes.)

El “uso de recursos” se establece como subcategoría de la realidad aumentada (RA), ya que por medio de diferentes herramientas TIC los estudiantes lograron resolver algunos inconvenientes, además de realizar las tareas asignadas, en el desarrollo de la práctica. Como ejemplo de esto se pudo observar el caso de un estudiante que no podía trabajar con su compañero habitual ya que este no asistió a clase, por lo cual la docente le sugiere usar otros medios para comunicarse con él, entonces, deciden realizar el trabajo usando sus cuentas de Gmail y comunicarse por WhatsApp.

De este modo se observa que las herramientas se convierten en un medio eficiente del aprendizaje y del trabajo colaborativo. El Ministerio de Educación Nacional ha definido Innovación educativa con uso de TIC: como “un proceso en el que la práctica educativa se configura para dar respuesta a una necesidad, expectativa o problemática, propiciando la disposición permanente al aprendizaje y la generación de mejores condiciones en las realidades de los actores educativos”. (MinEducación, 2013:18).

Aunque en el primer acercamiento, un grupo en especial tuvo dudas de la fiabilidad de la aplicación, a medida que se aplicaron las otras sesiones empezaron a explorar las herramientas y confiar en ellas. Es cierto que introducir algo nuevo en el aula provoca ansiedad en los estudiantes, es positivo que mostraran una actitud crítica y sometieran a prueba las herramientas usadas. Al final de la aplicación de las sesiones, los estudiantes se sienten cómodos y seguros de usar las TIC, al punto que las redes sociales y aparatos electrónicos dejaron de ser distractores para convertirse en un apoyo del aprendizaje, claro está que todas estas concesiones (uso de las redes en clase) se permitieron estableciendo normas y objetivos claros, tales como uso exclusivo para comunicación con los compañeros del salón, publicación solo de imágenes que mostraran el trabajo elaborado y evitar revisar actualizaciones de estado.

4.2.2.2.3. **Subcategoría: construcción de modelos.** La implementación de la estrategia didáctica se fortaleció la construcción de modelos, a través de estos los estudiantes hacían visibles sus interpretaciones de los fenómenos que estaban estudiando por medio de la RA. Este proceso favoreció el aprendizaje activo pues cada grupo construyó su propio modelo.

En el aula de clase usualmente la docente daba las pautas y modelaba para los estudiantes, ellos se guiaban de lo que observaban y escuchaban, pero no les daba la oportunidad de ser sujetos activos de su aprendizaje. En el desarrollo de las sesiones los educandos tomaron la iniciativa y propusieron modelos a partir de sus propias ideas y sin directrices preestablecidas por la docente, conforme se aprecia en la tabla 14.

Tabla 14

Matriz categorial: construcción de modelos.

Categoría	Subcategoría	Descriptorios
	Construcción de modelos.	<p data-bbox="618 317 1045 350">“Ideas para realizar el modelo”</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="618 394 1443 646">• 6B15 le dice a su grupo “entonces hagámosla por 10”; la docente pregunta “how are you planning to do it by 10s? (¿cómo planeas hacerla por 10?)” el estudiante responde “easy Miss dividing by 10s (fácil Miss, dividiendo por 10)”. <li data-bbox="618 688 1443 940">• observan que siguen siendo distancias muy grandes, así que continúan probando con otros números hasta que se mencionan que 50 representa la medida ideal para ellos, luego su escala será de 50:1. <li data-bbox="618 982 1443 1234">• Al empezar a trabajar observaron que era difícil estar apuntando al marcador y realizar el modelo, entonces deciden tomarle fotos a lo que podían visualizar en la aplicación de RA. <li data-bbox="618 1276 1443 1381">• entonces hablan con ella y le modelan como tienen pensado 6B14 dice “mire así”. <p data-bbox="618 1423 1162 1457">“elaborando el modelo y su explicación”</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="618 1499 1443 1751">• 6B09 lo estaba haciendo, por láminas, pero cuando él se da cuenta le dice: “todo, todo” y continúa con el pedazo en el que estaba trabajando, cuando finaliza dice “este puede ser el outer core y el que tú tienes el inner core”.

-
- siendo el grupo de 6B10, 6B13, 6B01 y 6B15 el único que pudo terminar su modelo, además que usaron otros materiales poco convencionales, como una tapa de basura para el sol, un balón de básquet para júpiter, las pelotas ping pong como los demás planetas y piedras para representar el cinturón de asteroides.
 - los demás grupos están trabajando en sus modelos en arena o pasto
 - observan la aplicación de RA, 6B14 le dice “mire que está vacío, hay que vaciarlo” refiriéndose a la opción donde permite visualizar la corteza
 - Una vez abrieron la mandarina, 6B10 posiciona el granito de café en el centro y dice “¿así?” los otros lo miran y asienten
 - Ellos deciden cortar la mandarina por los casquitos, 6B09 le dice a su compañero “podemos hacerla más pequeña para que sea el inner core, y sacar la mandarina para que quede solo la cáscara, ayúdame a quitar toda esta”
 - Usaron una naranja completa para la corteza; unos trozos de mandarina grandes, con algunas semillas, para el manto; otro trozo, pero pequeño y sin semillas para el núcleo exterior y el café achocolatado para el núcleo interno.
-

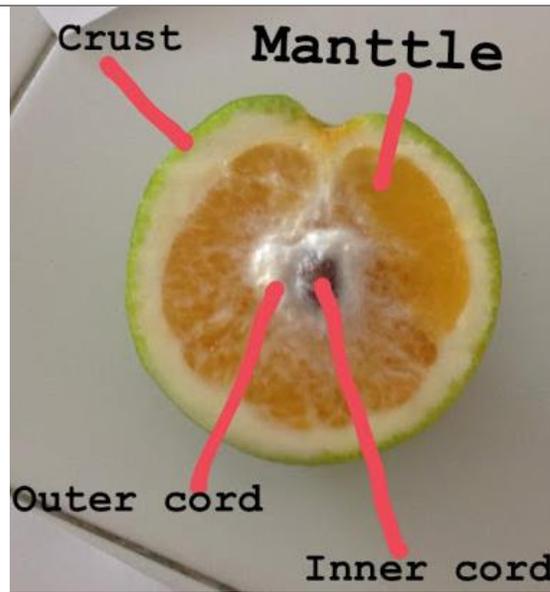
-
- Pusieron palillos sobre cada uno de los trozos para nombrarlos, tarea que realizaron tomándole fotos a cada capa y escribiendo sobre el palillo en la foto.
 - Deciden recortar unos pequeños papeles, escribir sobre ellos los nombres de las capas en conformidad a la aplicación de RA.



Modelo del sistema solar del grupo de 6B13.



Modelo del grupo de 6B17, usaron los materiales que encontraron a su disposición a falta de pelotas de ping pong, como un mango y pitillos para representar a saturno.



- Modelo del grupo de 6B12.

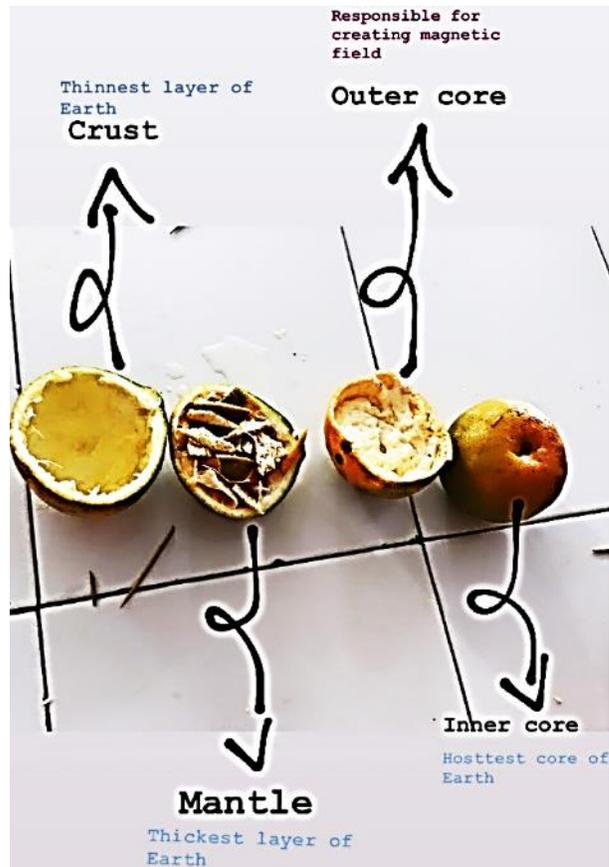


-



Modelo del grupo de 6B09. La corteza es la cáscara de una naranja, el manto son los tajos de la mandarina, el núcleo

externo es la fibra de la fruta y el núcleo interno es un granito de chocolate.



• Modelo de la tierra hecho por el grupo de 6B18, usaron dos mandarinas, la corteza es la cáscara de la mandarina, el manto lo representaron con una cáscara rellena de trozos de más cáscaras, el núcleo externo son los tajos de la mandarina y el núcleo interno seleccionaron la mandarina sin pelar debido a su estado sólido.

Los modelos sirven para dar a conocer la manera en la que se interpretan situaciones o fenómenos nuevos, es decir, mostrar las concepciones que se tienen respecto a un asunto, en el caso particular de los educandos, dos fenómenos distintos, el sistema solar y la tierra. Chamizo (2010) define los modelos como “representaciones, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo con un objetivo específico” (p.14), estos pueden ser predicciones que son sometidas a prueba cuando se elabora el modelo, este permite que los educandos sometan sus ideas previas a prueba de modo que se facilita la explicación de un determinado fenómeno por sus características o comportamientos específicos.

De modo complementario Andrade (2014) define modelo como “la representación de las explicaciones de las cosas” (p.34), adicionalmente subraya que un modelo es útil en la medida que le permita a su observador contestar preguntas sobre el fenómeno estudiado, personificado en el modelo, un ejemplo de esto fue la elaboración del modelo del sistema solar, cuando al aplicar la idea de planeación planteada el día anterior observaron en la aplicación de RA que algunos planetas habían cambiado su posición, por lo cual ellos también tuvieron que cambiar la ubicación donde se habían localizado; el modelo en RA les permitió hacerse más preguntas sobre el fenómeno estudiado (los planetas) y los ayudó a conocer además de someter a prueba sus conocimientos en búsqueda de una explicación por medio del debate con sus compañeros y la docente. En el transcurso de las sesiones los educandos fortalecieron otras acciones propias de la competencia scientific enquiry por medio de la representación de modelos, pues tenían que interpretar la información disponible en la aplicación de RA, además debían llegar a un acuerdo con sus compañeros y dar razón de lo que estaban representando además de compararlas con las que le dieran sus compañeros. Esto les despertó también su participación y los hizo agentes activos

de su propio aprendizaje, así como el docente se convirtió en una guía en ese proceso, además de exaltar lo que realizaban, razón por la cual se sentían animados y seguros de sí mismos.

4.2.2.3. **Categoría: ambiente escolar.** Al trabajar en el aula, no solo la motivación y enfoque pedagógico son importantes, el ambiente que se da dentro de ella debe ser óptimo para que pueda haber un aprendizaje. En esta categoría se incluyen dos, el trabajo cooperativo y la participación e independencia durante la práctica. De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (2015):

En el Índice Sintético de Calidad (ISCE), herramienta utilizada por el Ministerio de Educación Nacional para hacerle seguimiento al progreso de las IE en diferentes ámbitos, el componente de ambiente escolar hace referencia a las condiciones propicias para el aprendizaje en el aula de clase desde el que la Institución Educativa puede examinar cómo trabajar en diferentes situaciones que afectan el desarrollo de las clases, como la convivencia y la disciplina (Ministerio de Educación Nacional, 2015). Desde diferentes revisiones de la literatura sobre el tema, entre estos el realizado por la Universidad de los Andes en el año 2015, se entienden los “ambientes escolares positivos” como aquellos en los que las dinámicas de las relaciones entre los diversos actores propicia la comunicación y el trabajo colaborativo; los conflictos se resuelven de manera pacífica; existen canales adecuados de comunicación; y, el nivel de motivación y compromiso de todos los actores de la institución educativa, para el trabajo escolar es alto. (p.9).

A partir de la observación participante y el registro en diarios de campo, se pudieron observar dos factores que se hicieron evidentes como parte del desarrollo las sesiones: el trabajo cooperativo

y la participación e independencia, es por lo que estas dos forman las subcategorías pertenecientes a ambiente escolar.

4.2.2.3.1. Subcategoría aprendizaje cooperativo.

Tabla 15

Matriz categorial: subcategoría aprendizaje cooperativo.

Categoría	Subcategoría	Descriptorios
Ambiente de aula	Aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> • “delegar tareas”
	cooperativo	<ul style="list-style-type: none"> • Por otro lado, el grupo 6B16, 6B09, 6B03 y 6B12, hacen uso de tres equipos al mismo tiempo, ellos observaron que la aplicación provee una rosa de los tiempos, entonces 6B09 analiza la dirección para posicionar las pelotas de ping pong, 6B16 usa la aplicación en modo RA máxima transparencia, para ver claramente la cancha y hacer una estimación de donde iría la pelotita y finalmente 6B12 tiene el tercer dispositivo con menor transparencia, para verificar que efectivamente el planeta observado es el que están buscando, de ese modo se dividieron las tareas. • “¿lo haremos en grupos?” la docente responde “yes, you will have some jobs, one person is going to be the leader. • observen el trabajo de otros grupos para que puedan retroalimentar sus experiencias.

-
- En el grupo de 6B10, el sería el líder, 6B15 y 6B04 serían los encargados de las herramientas y 6B12 el recorder.
 - Mientras descargaba la aplicación 6B10 dice “Miss ¿Qué es lo que hace el líder?”, 6B08 responde “mandar, no mentiras no, ayudar a la gente”, 6B15 dice “yo hago todo y expulso a los demás”, pero 6B08 comenta “yo estoy en un curso de liderazgo, así que créanme”, y 6B15 dice “yo también, yo estuve en el MUN (Modelo de Naciones Unidas)”.
 - entonces le delega a 6B13 subir la foto que habían editado usando Instagram y a los compañeros que le ayudaran buscando los datos que se preguntaban referentes a las capas de la tierra y que los podían encontrar en la aplicación de realidad aumentada (RA).
 - 6B15 es el líder y va agregando texto a las diapositivas iniciales, 6B10 apoya agregando las fotos que tomaron con 6B12 ya que ellos habían realizado en gran parte modelo, finalmente, 6B04 apoya a 6B15 respondiendo las preguntas.
 - El grupo de 6B20, 6B19, 6B11 y 6B03 opta por elegir a 6B20 como líder, ya que conoce el uso de Google Slides se le facilita enseñarle a los otros, junto a él 6B11 hace de
-

recorder aunque se ve que es más una colíder pues también apoya a delegar tareas a 6B03 y 6B19, además de verificar que las hagan.

- 6B03 propone a 6B11 y ella tomando una mandarina dice: “entonces abrimos esto acá” y se la entrega a 6B19 para que haga el corte.

“solucionando problemas”

- en este grupo también se quejan de la compañera femenina, 6B03, pues mencionan que tampoco quiere trabajar.
 - 6B01 menciona que estuvo de acuerdo con 6B15 y 6B13 dice que no saben trabajar en equipo y eso la estresa, sin embargo, los otros tres compañeros dicen que es ella la que no colabora.
 - el grupo de 6B02, 6B18, 6B08 y 6B14 tuvo varios problemas para trabajar en equipo, este grupo tuvo la particularidad que la estudiante femenina tiene un carácter dominante y quería que sus compañeros hicieran el trabajo de la manera que ella decía que fuera, pero no los dejaba colaborar pues quería hacer todas las tareas asignadas.
 - 6B14 continuó discutiendo con ella, pues decía “*no me parece justo, a ti nadie te nombró líder*”, luego decide ser
-

el que tome los apuntes y medidas que hacían sus compañeros.

- 6B20 les delegó tareas, seleccionó diferentes materiales (pues 6B18 les rompió las pelotas de ping pong) y se encargó de mantener un balance en el grupo resolviendo lo que surgiera, encontró apoyo en 6B11 quien también era propositiva lo que hizo que 6B05 al ver dos personas ejerciendo un liderazgo positivo optara por seguirlas y hacerse cargo del iPad.
- se nota un mayor liderazgo de 6B15 por cuanto guía a los otros y lee las instrucciones en voz alta.
- En el grupo de 6B01 y 6B09, quedaron distribuidos de esa manera porque 6B16 y 6B07 estaban ausentes, eligieron a 6B09 como líder y el que realizaba el modelo, mientras 6B01 se encargaba de recoger todos los datos e ir alimentando el documento.

Al realizar la primera sesión los estudiantes tuvieron algunos problemas para trabajar en equipo con sus compañeros, sin embargo, a medida que se fueron desarrollando las siguientes sesiones iban entendiendo el concepto de un trabajo cooperativo, alcanzar la misma meta u objetivo para mejorar sus conocimientos. De acuerdo con la revisión documental la docente asigna roles en los grupos con el fin de garantizar que todos participaran. Respecto a esta estrategia mencionan Johnson y Johnson (2014), "asignar roles complementarios e interconectados a los miembros de

los grupos es un método eficaz para enseñar a los alumnos habilidades sociales y fomentar la interdependencia positiva", siendo esta última la habilidad de pensar en "nosotros, no yo", es decir, tener en cuenta a todos los miembros de su equipo y perseguir el mismo fin. Efectivamente, en la última práctica de laboratorio se observa una mayor interacción entre los grupos y como las discusiones menguaron. También se pudo apreciar que hay estudiantes que lideraron positivamente sus grupos, lo cual hizo que estos se destacaran sobre los otros.

Lo más importante es que el trabajo cooperativo redujo el estrés entre los estudiantes, pues en ocasiones se sentían agobiados por el tiempo y no poder alcanzar las tareas, fue entonces cuando encontraron apoyo en sus pares y lograron sus objetivos, lo cual también apoyó en la construcción de aprendizajes al compartir experiencias exitosas, aprendizajes, errores por parte de otros compañeros y no solo la docente.

4.2.2.3.2. Subcategoría: rol del estudiante.

Tabla 16

Matriz categorial: subcategoría participación e independencia.

Categoría	Subcategoría	Descriptores
Ambiente de aula	Rol del estudiante	<p>“Trabajo autónomo”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Práctica en el coliseo del colegio: al llegar los estudiantes corren para elegir un lugar de trabajo con sus compañeros y empezaron a desarrollar la guía, cada grupo a su manera. • Los demás grupos están trabajando libremente en sus modelos en la cancha de arena o en el pasto.

-
- El grupo de 6B01, 6B13, 6B10 y 6B15 como ya habían terminado su modelo, procedieron a responder las preguntas abiertas de la sección “road to scientific enquiry”.
 - El grupo de 6B19, 6B20, 6B11, 6B05, quienes se habían tomado la clase anterior para planear como hacer su trabajo, en esta ocasión empezaron a aplicar sus diseños, conforme 6B20 lo había dicho la clase anterior.
 - Al finalizar su modelo, solicitan permiso para ir a la biblioteca a trabajar en el archivo Google Slides, la docente les permite ir, pero 6B20 hace una videollamada a la docente por medio de la aplicación Snapchat para mostrarle cómo están trabajando.

“Contribuciones internas”

- “Please the leader from each group come to this table (por favor el líder de cada grupo acercarse a esta mesa)”
menciona la docente, al llegar 6B08 pregunta “a ver Miss, tengo que descargar Google Slides”, la docente responde afirmativamente y les dice a los otros líderes que hagan lo mismo, ella les da la explicación del uso de las aplicaciones y les menciona que deben replicar eso en sus
-

respectivos grupos, lo cual hicieron al reunirse con sus equipos.

- En ese momento 6B19 toma la mandarina y empieza a pedirle a 6B11 que le vaya pasando los materiales para realizar el modelo definitivo.
- Otros grupos envían un “mensajero” a preguntar como lo habían hecho y ahora cada grupo decide hacer una escala diferente, que escriben en sus respectivos informes de laboratorio.

La participación durante las sesiones se convirtió en un elemento primordial para el desarrollo de las prácticas de laboratorio y del proceso de aprendizaje, pues al estar divididos en grupos pequeños la interacción entre pares era mayor, los educandos no sentían temor de expresar sus pensamientos e ideas y la retroalimentación recibida por los compañeros de equipo ayudó en la construcción de conocimiento. A su vez, el delegar tareas fomentó la independencia, pues sabían que hacer y por medio del diálogo definían con su grupo como hacerlo.

La UNESCO (2005) menciona que “el uso de matrices de evaluación y autoevaluación, así como pequeñas investigaciones o proyectos breves fomentan en los estudiantes la regulación y autorregulación de sus aprendizajes y su autonomía” (UNESCO, 2005, p. 413). Estos elementos agregados al desarrollo de las prácticas de laboratorio mostraron, en su mayoría, avances en cuanto a la independencia. A pesar que hubo algunos estudiantes que presentaron dificultades en el cumplimiento de roles, capacidad de escuchar y ejecución de tareas con base a las ideas de los demás integrantes, dependiendo del líder llegaban a acuerdos, que eran narrados en privado a la

docente al finalizar las sesiones, aunque ellos describieron que esto significó un desgaste en cuanto al tipo de liderazgo que tuvieron que ejercer (como policía encima de los demás) se sentían orgullosos de haberlo podido manejar entre ellos sin tener que estar dando quejas a la docente.

4.3. Fase de evaluación

La fase de evaluación de las prácticas de laboratorio usando realidad aumentada surgió a partir del objetivo: Describir el aporte de los laboratorios de realidad aumentada como estrategia didáctica para fortalecer la competencia científica “scientific enquiry” y del proceso de reflexión realizado por la docente investigadora. Siguiendo el objetivo, los estudiantes presentaron un cuestionario de preguntas basado en la prueba internacional Cambridge Lower Secondary Progression Test Stage 7 (Examen de progresión de básica secundaria de Cambridge, etapa 7 – sexto grado-), con el fin de determinar los avances de los estudiantes en comparación a los resultados de la prueba internacional y la fase diagnóstica. La prueba estaba organizada en 54 preguntas, donde 13 correspondían a la competencia scientific enquiry, 18 de la competencia biología, 10 de química y 13 de física.

El examen final (apéndice 11) se aplicó el seis de junio de 2019, finalizando el año escolar y participaron 19 estudiantes del salón intervenido, uno de ellos se retiró de la institución una semana antes y por esta razón no presentó la prueba. En la tabla 17 se presentan los resultados de la aplicación.

Tabla 17

Resultados examen final por competencias. Competencia scientific enquiry.

Competencia	# Pregunta	Aciertos	Desaciertos
-------------	------------	----------	-------------

Scientific	11	11	8
enquiry	13	14	5
(investigación	36	16	3
científica)	37	10	9
	38 (I)	18	1
	38 (II)	13	6
	38 (III)	10	9
	39 (II a)	15	4
	39 (II b)	10	9
	40	17	2
	42 (I)	14	5
	42 (II)	18	1
	42 (III)	11	8

Como se evidencia en los resultados, hubo un fortalecimiento de la competencia scientific enquiry, se observa en la pregunta número 42II solamente un estudiante contestó erradamente; esta pregunta evaluó el sub-eje planeación a partir de ideas/evidencias, pues les presentaba un modelo geocéntrico (los planetas y el sol giran en torno a la tierra) del sistema solar y debían justificar porque estaba errado, aspecto que se trabajó en el primer laboratorio con realidad aumentada “La Tierra y más Allá”, por este motivo los niños tenían argumentos para sostener que el modelo correcto es heliocéntrico (Los planetas giran alrededor del sol), pues lo vivieron de manera práctica. Por otro lado, una de las preguntas que tuvo más desaciertos fue la 37 con nueve niños que respondieron incorrectamente. La pregunta les mostraba el montaje usado por Luis Pasteur para investigar el crecimiento de microorganismos en un determinado líquido, esta les pedía explicar a partir de las evidencias mostradas en el dibujo del montaje, por qué las bacterias no

estaban presentes en el segundo dibujo del recipiente con cuello cuervo luego de haber sido calentado. Esto muestra que no interpretaron bien la información proveída, aunque hubo una mejoría esto demuestra que el eje de considerar evidencias necesita ser fortalecido continuamente.

Adicionalmente, la figura 17 ilustra los resultados traducidos a la escala de evaluación dada por CAIE, de la Universidad de Cambridge, que es de 1 a 6 puntos (siendo este último el mayor resultado). Es decir, aunque la escala del colegio es de 1 a 100 (donde 100 es el mayor desempeño), se realizó la equivalencia a la escala inicialmente presentada. Esto con el fin de poder realizar la comparación con la prueba internacional Cambridge Checkpoint presentada en mayo del año pasado y descrita en el planteamiento del problema, es decir unificar y comparar el diagnóstico y fase de evaluación.

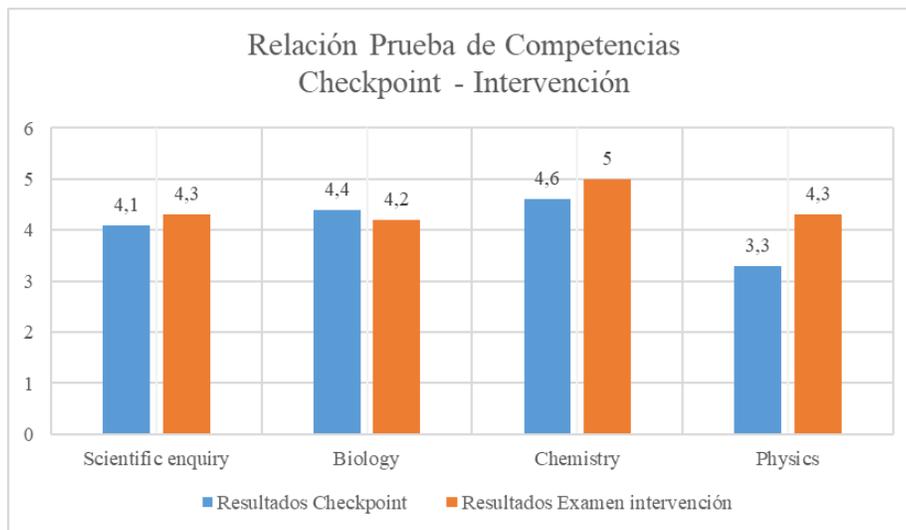


Figura 17. Relación entre pruebas de competencias, inicio y final. Fuente: Autora.

Como se observa en la figura, la competencia scientific enquiry se fortaleció 0.2 puntos, la competencia química en 0.4 puntos y la competencia física en 1 punto. El fortalecimiento de las competencias mencionadas anteriormente, se fundamentan en la implementación de las prácticas de laboratorio con RA, de hecho, las actividades implementadas, aunque apuntaban al fortalecimiento de la competencia de investigación científica, se abordaron desde temas pertenecientes a física (el espacio) y química (la estructura de la tierra) por lo cual se vieron beneficiadas de lo estudiado. Aunque la competencia biología se vio reducida 0.2 puntos, permite también comparar la implementación de la estrategia, dado que, como se mencionaba anteriormente, ningún tema relacionado a esta competencia fue abordado desde las prácticas de laboratorio con realidad aumentada, más bien algunas pudieron tener su laboratorio, como la disección de una alita por parte de la docente, la cual fue demostrativa mas no se les permitió a los estudiantes manipular los instrumentos por ser corto punzantes, adicionalmente otro aspecto que puede contribuir a la desmejora de este puntaje es porque los errores de ortografía no son aceptados para recibir el puntaje completo en una pregunta y como en el grado sexto el léxico usado en el área aumenta considerablemente y en una segunda lengua es muy común que ellos escriban erradamente conceptos relacionados a esta competencia, por ejemplo chlorophyll, chloroplast, osteocytes, entre otros.

Al analizar la aplicación de las prácticas de laboratorio usando la RA en el fortalecimiento de la competencia científica scientific enquiry se puede evidenciar que se presentó un avance en esta, a la par de una mejora en las que proveían los tópicos a investigar, física y química, resultado descrito por CAIE cuando mencionaba que “la competencia de investigación científica está diseñada para reforzar todas las áreas de contenido.” (Cambridge Assessment I.E. 2018, p.3). Sin

embargo, como se pudo apreciar en la competencia de biología, los estudiantes tuvieron un pequeño declive, esto podría ser debido a que la prueba es bastante específica en que las palabras deben ser escritas usando una correcta ortografía y dada la cantidad de conceptos nuevos que aprenden en bachillerato muchos educandos los escriben mal y esto se ve reflejado en el resultado, quiere decir que necesitan reforzar su vocabulario y que los procesos involucrados, sean abordados desde otro enfoque, más constructivo y práctico. Otro aspecto que se vio fortalecido fue la práctica pedagógica, aunque no fue enunciado entre los objetivos, es claro que la docente fue la primera beneficiada al pasar de ser transmisora de conceptos a una mediadora entre los estudiantes y el conocimiento, se espera igualmente que la docente fortalezca el trabajo cooperativo y la integración paulatina de herramientas TIC.

4.3.1. **Contribuciones de la propuesta.** Respecto a los resultados presentados anteriormente y los antecedentes de investigación, la propuesta de intervención se destacó por el uso de la realidad aumentada con un enfoque de enseñanza justo a tiempo para desarrollar específicamente laboratorios de ciencias naturales orientados según la competencia del currículo internacional, scientific enquiry, esta contribuyó en los siguientes aspectos:

- Además de mostrar actitudes favorables hacia el aprendizaje de las ciencias, el comportamiento de los estudiantes mejoró, pues la población participante de este proyecto al inicio tenía algunos problemas disciplinarios y posterior a la aplicación de la propuesta, su disciplina mejoró, así como la relación con la docente, pues se

volvieron más cercanos (pues aunque ingresaron a un grado superior, aún recuerdan lo realizado y buscan diálogo y apoyo de la docente de su salón anterior) y respetuosos.

- Al incluir las TIC, los estudiantes se sentían alegres de poder llevar sus propios dispositivos al colegio y utilizarlos en clase con fines pedagógicos. Adicionalmente, al seleccionar aplicaciones que fueron atractivas para los educandos, se observó que se redujo el uso de las redes sociales como distractores en medio de las clases.
- Si bien es importante que los docentes estén capacitándose continuamente, también es necesario que compartan sus aprendizajes, logros y oportunidades de mejora con otros docentes y sus mismos estudiantes. Que la realimentación dada fuera en doble vía (docente-estudiante y viceversa), fortaleció no solo el aprendizaje en los estudiantes sino también la transformación de las prácticas pedagógicas del docente.
- La integración de la RA con el enfoque Just-in-Time teaching contribuyó con transiciones sencillas para la aplicación de los laboratorios, además de aportar secuencias que se transformaron en rutinas fáciles de seguir por los estudiantes.
- Además de mejorar la motivación por el uso de la RA, al finalizar la propuesta se observó que las competencias que proveyeron ejes temáticos para el desarrollo de las sesiones aplicadas (física y química) mejoraron considerablemente en su comprensión por los estudiantes luego de finalizada la intervención.

4.3.2. **Hallazgos.** Tomando como referente la pregunta de investigación planteada al inicio del documento: ¿de qué manera la aplicación de laboratorios de realidad aumentada puede colaborar en el desarrollo de la competencia científica “scientific enquiry” en los estudiantes de sexto grado de una institución educativa privada del municipio de

Floridablanca?, se puede afirmar que las prácticas de laboratorio fomentan el desarrollo de la competencia scientific enquiry por las características que estos tuvieron. Cuando implementaron los laboratorios haciendo uso de la estrategia Just-in-Time Teaching, de la mano del modelo constructivista, las clases se organizaron en momentos específicos, lo que transformó la práctica pedagógica utilizada por la docente.

El laboratorio en la clase de ciencias según Furman y De Podestá (2017) debe ser el lugar donde los estudiantes puedan construir conceptos y herramientas de pensamiento, por esta razón las prácticas de laboratorio se trabajaron en varias sesiones donde los estudiantes tuvieron la oportunidad de realizar trabajos experimentales y por medio de preguntas, ser guiados en el proceso de la investigación, es decir, hicieron predicciones, observaron, registraron, recogieron información, compararon y le dieron sentido a sus hallazgos, es decir hicieron conclusiones, todo esto haciendo uso de las aplicaciones de realidad aumentada. A su vez la estrategia permitió reorganizar la estructura de la clase, en cuanto a que los estudiantes pudieron trabajar en equipo, resignificar los roles en estos, la tecnología se volvió apoyo y referente teórico, que podría ser sometido a prueba y la docente se convirtió en una “guía” del proceso de aprendizaje, donde los principales actores y constructores del conocimiento fueron los niños.

Respecto a los objetivos específicos se encontraron los siguientes hallazgos:

Para alcanzar el objetivo de la fase de diagnóstico, la docente investigadora aplicó una prueba por competencias de preguntas abiertas, de acuerdo con el currículo internacional de la Universidad de Cambridge, enfocándose en el análisis de las preguntas que evaluaban la competencia objeto de estudio, investigación científica. Los resultados encontrados evidenciaron

que los educandos presentaban dificultad en establecer relaciones de causa-efecto, interpretar evidencias e ideas científicas como variables de investigación y proposición de ideas para mitigar un fenómeno estudiado.

Estos factores dejaron en evidencia que se necesitaban fortalecer las habilidades relacionadas a los sub-ejes de la competencia investigación científica, planeación a partir de ideas/ evidencias y considerar evidencia/enfoque. Esto significó que las prácticas de laboratorio realizadas antes de implementar la propuesta no eran las más adecuadas para fortalecer estas habilidades.

Para desarrollar el objetivo de planificación y acción, se inició desde el análisis de los resultados de la prueba diagnóstica y la revisión documental para diseñar la estrategia didáctica basada en laboratorios de realidad aumentada. Se organizaron dos prácticas de laboratorio que abordaran conceptos del espacio y la tierra; de acuerdo con los planteamientos de cuatro autores principalmente, Johnson y Johnson, Novak y Furman, se definieron los elementos de la siguiente manera:

- Warm-up: realizado por medio de un foro online en la plataforma del colegio, donde los estudiantes respondían tres preguntas relacionadas al tema de estudio y que le permitían a la docente conocer sus conceptos previos.
- Desarrollo de la experiencia: sección en donde se realizaban las actividades experimentales, este era orientado, por medio de preguntas, a través del reporte de laboratorio.
 - Reporte/guía de laboratorio: divididos de manera que inviten a los estudiantes a hacer ciencia, pues como lo menciona Furman y Zysman (2011) no hay un solo método científico sino diferentes maneras en las que los científicos trabajan. Este contenía, una pregunta que guie el proceso de investigación, una sección para

hacer predicciones, otra para escribir sus observaciones, luego análisis de datos guiado por preguntas, conclusiones y preguntas por competencias relacionadas a la práctica realizada con el fin de profundizar en la temática estudiada.

- Evaluación: entendida como la realimentación de las prácticas de laboratorio, contenía dos partes, una formativa y una sumativa. Al final del reporte de laboratorio se encontraba un apartado que invitaba a la reflexión (evaluación formativa), es decir un proceso de autoevaluación y evaluación entre pares donde los educandos volvían sobre sus pasos y se hacían consientes sobre los procesos realizados en la práctica, tanto por ellos como por sus compañeros, a fin de que buscaran hacerlo mejor en la siguiente práctica. Adicionalmente, el proceso de evaluación sumativa permitió evidenciar los conceptos consolidados luego de las prácticas.
- Good-Fors: apartado realizado por medio de un foro online con el fin de hacer conexiones entre el fenómeno estudiado y la vida diaria a partir del estudio de un artículo o ensayo científico.

Para lograr el objetivo de evaluación, los estudiantes presentaron una prueba de competencias basada en la prueba internacional Cambridge Lower Secondary Progression Test, stage 7, para analizar el impacto de la intervención. En cuanto a los resultados, se pudo concluir que los estudiantes fortalecieron la competencia scientific enquiry, evidenciada en un avance de 0.3 puntos respecto a la anterior prueba internacional tomada por los estudiantes de sexto como finalización de su primaria, adicionalmente las áreas de estudio relacionadas a las prácticas desarrolladas, como física y química también mostraron una mejoría en 1 y 0.4 puntos respectivamente. Aunque la competencia de biología se redujo 0.2 puntos, es una evidencia para la

docente de la necesidad de permear todas las competencias y áreas del conocimiento de las ciencias con el fin de fortalecerlas en los estudiantes, en los laboratorios basados en la realidad aumentada se encuentra una estrategia pertinente para lograrlo.

4.4. Principios éticos

El desarrollo de la investigación se realizó teniendo en cuenta los principios éticos descritos por Mckernan (1999):

- "Todos los afectados por un estudio de investigación-acción tienen derecho a ser informados, consultados y aconsejados acerca del objeto de la investigación." (p.262). Por esta razón se entregó una carta de consentimiento informado a los padres de familia de los estudiantes participantes de la investigación que contenía el objetivo de esta, además de comunicarles que las sesiones iban a ser grabadas, por lo cual se pidió autorización para grabar y fotografiar a sus hijos durante el proceso de investigación. Además, a los estudiantes se les entregó una carta de asentimiento donde se les expresaba que su participación o negación a participar en el proyecto no afectaría su proceso académico e igualmente se les daba a conocer las condiciones antes mencionadas.
- "La investigación-acción no puede seguir adelante a menos que se haya obtenido permiso de los padres, los administradores y otros implicados" (p.262). Debido a esto, el rector de la institución educativa firmó un consentimiento para realizar la propuesta de investigación en el colegio (anexos 2 y 3). Esta carta contenía el objetivo de la investigación, además que en la reunión de socialización se evidenció la voluntad de dar informes sobre avances del proceso siempre que fuese requerido.

- “El investigador es responsable de la confidencialidad de los datos” (p.262). Siguiendo este criterio los nombres de los estudiantes fueron reemplazados por códigos para realizar el análisis de datos, así como tampoco fueron incluidos en el informe final.
- “El investigador es responsable de comunicar el progreso del proyecto a intervalos periódicos. Este criterio ayudará también a satisfacer la necesidad de evaluación formativa” (p.262). Por este motivo, la docente tenía reuniones periódicas con la coordinación académica para comentar las actividades realizadas y los avances mostrados por los estudiantes.
- “No se debe emprender una investigación que pueda causar daño físico o mental a cualquiera de los sujetos implicados, por ejemplo, administrar fármacos a los participantes sin su conocimiento sería un caso extremo de este tipo de violación” (p.262).
- “El investigador tiene derecho a comunicar el proyecto completo” (p.262).
- “El investigador debe dar a conocer los criterios éticos contractuales a todos los implicados” (p.262).
- “Los investigadores tienen derecho a que su nombre figure en cualquier publicación que resulte del proyecto. Esto ayudará a responder a la delicada pregunta ética de “¿quién obtendrá reconocimiento por las publicaciones?” Es decir, ¿qué nombres aparecerán en el artículo o el informe?” (p.262).

Referencias Bibliográficas

- Amaya, L., Santoyo, J. (2017) *Evaluación del uso de la realidad aumentada en la educación musical* (Tesis de posgrado). Universidad Autónoma de Bucaramanga: Bucaramanga, Colombia.
- Andújar, J., Mejías, A., Márquez, M. (2011) *Augmented Reality for the Improvement of Remote Laboratories: An Augmented Remote Laboratory*. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, vol. 54, no. 3
- Andrade, H., Navas, X., Maestre, G., López, G. (2014). *El modelado y la simulación en la escuela. De preescolar a undécimo grado construyendo explicaciones científicas*. Universidad Industrial de Santander: Bucaramanga, Colombia.
- Azuma, R. (1997). *A Survey of Augmented Reality*. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6*. California: Hughes Research Laboratories
- Behmke, D., Kerven, D., Lutz, R., Paredes, J., Pennington, R., Brannock, E., Deiters, M., Rose, J., and Stevens, K. (2018) "*Augmented Reality Chemistry: Transforming 2-D Molecular Representations into Interactive 3-D Structures*," Proceedings of the Interdisciplinary STEM Teaching and Learning Conference: Vol. 2, Artículo 3. DOI: 10.20429/stem.2018.020103

- Buenaventura, O. (2014). *Realidad Aumentada Como Estrategia Didáctica En Curso De Ciencias Naturales De Estudiantes de Quinto Grado de Primaria de la Institución Educativa Campo Valdés* (Tesis de posgrado). Universidad de Medellín: Medellín, Colombia.
- Chang, S.-C., & Hwang, G.-J. (2018). *Impacts of an augmented reality-based flipped learning guiding approach on students' scientific project performance and perceptions* (Vol. 125). Science direct. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.007>.
- Chamizo, J., García, A. (2010). *Modelos y modelajes en la enseñanza de las ciencias naturales*. Universidad Nacional Autónoma de México: México. Recuperado de: http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/educacion/libros/011_Modelos_modelaje_ensenanza_ciencias_naturales.pdf
- Cheng, K. H., y Tsai, C. C. (2012). *Affordances of augmented reality in science learning: suggestions for future research*. Journal of Science Education and Technology. <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>.
- Calonge Arias, L. F. (2014). *Uso de la realidad aumentada (RA) con imágenes en 2D y 3D como apoyo al proceso de enseñanza – aprendizaje del sistema óseo humano con estudiantes de grado quinto del colegio suroriental de Boston* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira: Pereira, Colombia.

Cambridge Assessment I. E. (2017). *Cambridge Lower Secondary*. Recuperado en Julio 15 de 2019, de <https://lowersecondary.cambridgeinternational.org/progression-tests/about-the-tests>

Cambridge Assessment I. E. (2017). *Scheme of Work – English Stage 7*. Recuperado de <https://lowersecondary.cambridgeinternational.org/support-materials/schemes-of-work>

Cambridge Assessment I. E. (2017). *Scheme of Work – Science Stage 7*. Recuperado en Octubre 7 de 2019, de <https://lowersecondary.cambridgeinternational.org/support-materials/schemes-of-work>

Cambridge Assessment I. E. (2018). *Curriculum Framework, Cambridge Lower Secondary Science 1113*. Recuperado en Octubre 7 de 2019, de <https://lowersecondary.cambridgeinternational.org/curriculum-frameworks>

Cambridge Assessment I. E. (2011). *Cambridge Secondary 1 Science Teacher Guide*. Cambridge: Cambridge International Examinations.

Cambridge Assessment I. E. (2018). *Cambridge Secondary 1 Science Teacher Guide*. Cambridge: Cambridge International Examinations.

Colegio Nuevo Cambridge (2016). *Proyecto Educativo Institucional* (4^a ed.). Floridablanca: Colegio Nuevo Cambridge.

Cristian, M., Pino, S., Meyer, E., Garrido J.M. y Gallardo, F (2014). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. Chile: Universidad Católica de Valparaíso.

De Zubiría S., J. (2006). *Los modelos pedagógicos: hacia una pedagogía dialogante* (2ª ed.). Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

Department for Education and Employment, (1999) *The National Curriculum for Science*. London: QCA

Educación, M. N. (2006). *Estándares Básicos de Competencias*. Bogotá: Revolución Educativa Colombia Aprende.

Escobar Zapata, F. A. (2016). *El uso de las TIC como herramienta pedagógica para la motivación de los docentes en el proceso de aprendizaje y enseñanza en la asignatura inglés* (Tesis de posgrado). Universidad de Pontificia Bolivariana: Medellín, Colombia.

Furman, M., De Podestá, M. (2009). *La aventura de enseñar ciencias naturales* (1ª ed.). Buenos Aires: Aique Grupo Editor.

- Furman, M., Zysman, A. (2011). *Ciencias Naturales, aprender a investigar en la escuela: la curiosidad como motor de aprendizaje* (1ª ed. 3ª reimp.). Buenos Aires: Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico.
- Gil Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P., Vilches, A. (2005) *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?.* Santiago de Chile: UNESCO.
- Hernández Requena, S (2008). *El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje.* Universities and Knowledge Society Journal. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=780/78011201008>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). México: McGraw-Hill.
- Hudson, T., Haigh, A., Roberts, D., Shaw, G., McMahon, J., & McMahon, L. (2014). *Oxford international primary science.* Oxford: Oxford University Press.
- Ibañez, M., Di Serio, A., Villarán, D., Delgado, C. (2014). *Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness, Computers & Education.* Science Direct, vol. 71. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.004>.

Iafrancesco, G. (2004). *La evaluación integral y de los aprendizajes desde la perspectiva de una escuela transformadora: contexto, concepto, enfoque, principios y herramientas*.

Recuperado de: <https://es.calameo.com/read/003104621c8ad2c401fb4>

iCandi Apps, (2017) Night Sky (Version 6.4) [Software de aplicación móvil]. Recuperado de:

<https://itunes.apple.com/us/app/night-sky/id475772902?mt=8>

Jiménez Aleixandre, M. (2003). *Enseñar ciencias*. Barcelona: Editorial Grao. ISBN9788478272853.

Johnson, D. W., Johnson, R. T., y Holubec, E. J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*.

Barcelona: Editorial Paidós. Recuperado de:

https://issuu.com/tomasmonges/docs/johnson_d_w_johnson_r_t_h

Johnson, D. W., y Johnson, R. T. (2014). *La evaluación en el aprendizaje cooperativo*. Ediciones SM.

Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S. et al. Virtual Reality (2006) "*Making it real*": *exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science*. London

<https://doi.org/10.1007/s10055-006-0036-4>

Latorre, A. (2005). *Investigación acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Editorial Graó.

McDaniel, R. (2018, May 7). *Just-in-Time Teaching (JiTT)*. Recuperado de <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/just-in-time-teaching-jitt/>.

McKernan, J. (1999). *Investigación-acción y currículum*. Ediciones Morata: Madrid. Recuperado de:

<https://books.google.com.co/books?id=llzVMRMIa28C&printsec=frontcover&dq=mckernan+1999:+262&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiW87qRy6LIhUFvFkKHQ8ADoIQ6AEIKTAA#v=onepage&q&f=false>

MEN. (s.f.) Evaluación Diagnóstica. Recuperado de: <https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-246644.html>

Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2a ed.). Cambridge University Press.

McKernan, J. (1999) *Investigación-acción y currículum*. Ediciones Morata., S. L.

Milgram, P. y Kishino, F. (1994). *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*. IEICE Trans inf. Y syst., Vol. E77-D.

Novak, G. M. (2011). Just-in-time teaching. *New Directions for Teaching and Learning*, 2011: 63-73. doi:10.1002/tl.469

Novak, G. M. (2007). *Just-in-time teaching library*. Recuperado de:

http://jittdl.physics.iupui.edu/sign_on/

Palencia, C. (2016). *Estrategia didáctica experimental para la enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia: Bogotá, Colombia.

Payer, M. (2005). *Teoría del constructivismo social de Lev Vygotsky en comparación con la teoría Jean Piaget*. Universidad Central de Venezuela: Venezuela. Recuperado de:

[http://www.academia.edu/download/46991264/TEORIA_DEL_CONSTRUCTIVISMO
SOCIAL_DE_LEV_VYGOTSKY_EN_COMPARACION_CON_LA_TEORIA_JEAN
PIAGET.pdf](http://www.academia.edu/download/46991264/TEORIA_DEL_CONSTRUCTIVISMO_SOCIAL_DE_LEV_VYGOTSKY_EN_COMPARACION_CON_LA_TEORIA_JEAN_PIAGET.pdf)

Pozo, J., Gómez, M. (2003) *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata, S.L.

Reeve, J. (1994): *Motivación y emoción*. Madrid: Mc Graw-Hill.

Sarmiento, H (2014). *Diseño de un objeto virtual de aprendizaje para mejorar la enseñanza – aprendizaje del tema de reacciones químicas* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia: Bogotá, Colombia.

Chang, S.-C., & Hwang, G.-J. (2018). *Impacts of an augmented reality-based flipped learning guiding approach on students' scientific project performance and perceptions*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131518301507>.

Scott, C. (2015). *El futuro del aprendizaje 2 ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita en el siglo XXI?*. UNESCO

Singhal, S., Bagga, S., Goyal, P. And Saxena, V. (2012). *Augmented Chemistry: Interactive Education System*. *International Journal of Computer Applications*. 49, 1-5. <https://doi.org/10.5120/7700-1041>

Terminal Eleven, (2018) SkyView (Version 3.6.0) [Software de aplicación móvil]. Recuperado de: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.t11.skyviewfree&hl=es_CO

Unity, (2017). Earth – Augmented Reality (Version 5.0) [Software de aplicación móvil]. Recuperado de: <https://itunes.apple.com/us/app/earth-augmented-reality/id1309068283?mt=8>

UNESCO (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. UNESCO: Santiago, Chile. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/39437045_Como_promover_el_interes_por_la

[cultura_cientifica_Una_propuesta_didactica_fundamentada_para_la_educacion_cientifica_de_jovenes_de_15_a_18_años](#)

Varios autores (2018). Cambridge Progression Test/Checkpoint. Cambridge: Cambridge Assessment.

Wang, M., Callaghan V., Bernhardt, J., White, K., Peña-Rios A. (2017). *Augmented reality in education and training: pedagogical approaches and illustrative case studies*. Springer: Alemania. <https://doi.org/10.1007/s12652-017-0547-8>