



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Uso del método científico en estudiantes de séptimo grado, mediante miniproyectos en salidas de campo

Laura Milena Nova Arias

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias, Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2021

Uso del método científico en estudiantes de séptimo grado, mediante miniproyectos en salidas de campo

Laura Milena Nova Arias

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director (a):

Olga Lucía Montenegro Díaz, Ph.D.

Línea de Investigación:

Ambientes educativos no formales

Trabajo experimental

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias, Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2021

“Él muda los tiempos y las edades; quita reyes, y pone reyes; da la sabiduría a los sabios, y la ciencia a los entendidos” Daniel 2:2

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Laura Milena Nova Arias

Nombre

Fecha 23/04/2021

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por guiar mi corazón de bióloga a la vocación docente, permitirme creer en la educación como el vehículo de cambio para la sociedad y darme la sabiduría para reconocerle en la Ciencia. Agradezco a mi esposo Sergio por su apoyo y entrega, a mis Padres Israel y Claudia y mi hermana Viviana por sus consejos y creer en mí, agradezco a mis estudiantes de la promoción 2024 por permitirme guiarlos por el camino de la ciencia y apoyarme en el desarrollo de este trabajo final, a mi directora de tesis la profe Olga Lucia Montenegro por su acompañamiento, guía y amor por su labor docente y finalmente al Colegio Bilingüe José Max León por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y desarrollar investigación educativa en su plantel.

Resumen

Uso del método científico en estudiantes de séptimo grado, mediante miniproyectos en salidas de campo (Resolución 023 de 2015. Artículo 02)*

La enseñanza del método científico ha sido un amplio tema de discusión que a su vez cuenta con aproximaciones teóricas, epistemológicas y experimentales reportadas; sin embargo, en la mayoría de las ocasiones el proceso de investigación y reporte de resultados es algo tedioso para los estudiantes y no permite el acercamiento genuino de los estudiantes al proceso de investigación científica. El presente trabajo final buscó propiciar el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de grado séptimo del Colegio Bilingüe Jose Max León mediante el desarrollo de miniproyectos de investigación siguiendo el método científico entorno a una salida de campo realizada en el Parque Natural Chicaque en el departamento de Cundinamarca, Colombia. Los estudiantes plantearon y ejecutaron sus miniproyectos de investigación mediante trabajo cooperativo y fueron guiados por la docente a través del aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje experiencial. Todo el proceso se dio en la segunda lengua inglés puesto que la asignatura Science cuenta con currículo bilingüe en la institución. Como producto de cada miniproyecto de investigación los estudiantes desarrollaron un reporte tipo artículo científico de manera grupal, cada estudiante empleo una libreta de campo personal, realizó una rutina de pensamiento y fue evaluado mediante pruebas diagnóstica en conceptos ecosistémicos de manera individual. Se obtuvo el desarrollo de competencias científicas de identificación, indagación, explicación, comunicación y trabajo en equipo, además del desarrollo de competencias sociales. Se encontró que las salidas de campo son el ambiente de aprendizaje propicio para el desarrollo de miniproyectos de investigación donde los estudiantes sigan de manera práctica el método científico y además permite una mejor apropiación conceptual disciplinar con respecto a la metodología tradicional desarrollada en el salón de clase como ambiente formal de aprendizaje.

Palabras clave: investigación guiada, competencias científicas, escritura científica.

Abstract

Scientific method use in seven grade students through mini projects during fieldtrips(Resolución 023 de 2015. Artículo 02)*

Scientific method teaching has been widely discussed and has some theoretical, epistemological, and experimental reported approaches; however, mostly the research and results report process turn out to be tedious and makes it hard for the students to get closer to scientific research process. The present Master degree work addresses the promotion of scientific competences development in Bilingüal School's Jose Max Leon seventh grade students through the research mini-projects development following the scientific method around a field trip developed in Chicaque's Natural Park in Colombian department of Cundinamarca... They raised and executed their research mini-projects through cooperative work and were guided by the teacher based on experiential learning and project based learning. All the process was carried out in English language because of the bilingüal curriculum of Science subject in the School. As the final product of each research mini-project the teams developed a written record in scientific article format. Each student used a personal field book, developed a thinking routine, and was assessed trough a diagnostic test and a final test on an individually way. The development of scientific competences of identification, inquiry, explanation, communication, and teamwork were obtained, besides the development of social competences. It was found that the field trips are the favorable learning environment to research mini-projects development where the students are able to follow the scientific method, also the field trips enable a better adoption of the disciplinary concepts with regard to traditional methods developed in classroom space as formal learning environment.

Keywords: guided research, scientific competences, scientific writing.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras	XIII
Lista de tablas	XV
1. Introducción	17
1.1 Pregunta problema y justificación	19
1.2 Hipótesis	22
1.3 Objetivos	22
1.3.1 Objetivo general.....	22
1.3.2 Objetivos específicos.....	22
1.4 Estructura del documento.....	23
1.5 Referencias	23
2. Método científico	27
2.1 Epistemología	27
2.2 Aproximaciones y corrientes	40
2.3 Discusión	43
2.4 Conceptualización del método científico.....	47
3. Marco pedagógico	52
3.1 Aprendizaje experiencial	52
3.2 Aprendizaje basado en proyectos	60
3.3 Aprendizaje cooperativo	64
3.4 Enseñanza de las ciencias en segunda lengua	67
3.5 Enseñanza del método científico.....	69
3.6 Las salidas de campo en la enseñanza de las ciencias.....	72
4. Desarrollo de competencias científicas en estudiantes de secundaria siguiendo el método científico mediante miniproyectos de investigación durante una salida de campo	76
4.1 Introducción.....	76
4.2 Métodos	79

4.2.1	Contexto.....	79
4.2.2	Actividades previas a la salida de campo	81
4.2.3	Desarrollo de los miniproyectos de investigación durante la salida de campo.....	92
4.2.4	Actividades posteriores a la salida de campo	93
4.3	Resultados y análisis	95
4.3.1	Artículos científicos producto de los miniproyectos de investigación	100
4.3.2	Libretas de campo de los estudiantes	120
4.3.3	Rutina de pensamiento “Antes pensaba/Ahora pienso” “Before I though/Now I think”	125
4.3.4	Evaluación diagnóstica y evaluación final.....	131
4.3.5	Encuesta de percepción de la ciencia	134
4.4	Discusión	141
4.5	Referencias.....	145
5.	Conclusiones y recomendaciones	147
5.1	Conclusiones	147
5.2	Recomendaciones	148
	Bibliografía	151
A.	Anexo: Taller guía estructura artículo científico	160
B.	Anexo: Rúbrica artículo científico	161
C.	Anexo: Plantilla artículo científico basada en revista momento UNAL.....	165
D.	Anexo: Rúbrica libreta de campo	169

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2-1: Métodos compositivo y resolutivo propuestos por Jacobo Zarabella. (elaboración propia)	32
Figura 3-1: Modelo Lewiniano de aprendizaje experiencial según Kolb (1984).	54
Figura 3-2: Modelo de aprendizaje experiencial de Dewey según Kolb (1984).	55
Figura 3-3: Modelo de aprendizaje experiencial de Dewey según Miettinen (1998).	56
Figura 3-4: Modelo de aprendizaje y desarrollo cognitivo de Piaget según Kolb (1984).	57
Figura 3-5: Ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb según Morris (2019).	58
Figura 4-1: Comparación resultados miniproyectos de investigación entre grupos asistentes y grupos no asistentes.	99
Figura 4-2: Relación conclusión de hipótesis respecto a la locación de desarrollo de la investigación estudiantes no asistentes a la salida de campo institucional.	100
Figura 4-3.1.1: Porcentaje de proyectos cuyo título da información clara sobre el propósito o tema de la investigación desarrollada respecto a la totalidad de proyectos.	103
Figura 4-3.1.2: Porcentaje de proyectos cuyo título da información clara sobre la locación de desarrollo de la investigación.	105
Figura 4-3.1.3: Análisis general criterios requeridos sección Abstract/Resumen.	107
Figura 4-3.1.4: Análisis de criterios incluidos en la rúbrica para la sección de palabras clave/keywords.	108
Figura 4-3.1.5: Análisis de la sección de introducción de la totalidad de artículos producidos.	110
Figura 4-3.1.6: Diferenciación inclusión criterios por grupos asistentes (A) y grupos no asistentes (N.A) a la salida institucional.	112
Figura 4-3.1.7: Análisis de criterios incluidos en la sección de métodos de acuerdo con la rúbrica.	113
Figura 4-3.1.8: Análisis de inclusión de criterios de metodología en cuantos a grupos asistentes (A) y grupos no asistentes (N.A).	114
Figura 4-3.1.9: Metodologías empleadas por los grupos de estudiantes en sus miniproyectos de investigación.	115
Figura 4-3.1.10: Metodologías empleadas por grupos asistentes y no asistentes a la salida de campo institucional.	116
Figura 4-3.1.11: Resultados de la sección de resultados de los artículos científicos.	117
Figura 4-3.1.12: Inclusión de criterios sección resultados, grupos asistentes (A) y no asistentes a la salida (N.A).	118

Figura 4-3.1.13: Resultados de la sección de conclusiones de los artículos científicos. 119	
Figura 4-3.1.14: Inclusión de criterios sección conclusiones de grupos asistentes (A) y no asistentes a la salida (N.A).....	120
Figura 4-3.2.1: Análisis general cumplimiento de criterios planteados para la libreta de campo.....	123
Figura 4-3.2.2: Cumplimiento criterios libreta de campo respecto a la asistencia a la salida de campo institucional.	125
Figura 4-3.3.1: Tipos de expresión utilizados por los estudiantes en la rutina de pensamiento “antes pensaba, ahora pienso”.	126
Figura 4-3.3.2: Elementos y conceptos incluidos en los estudiantes dentro de sus rutinas de pensamiento “antes penaba, ahora pienso”.	128
Figura 4-3.3.3: Rutina de pensamiento estudiante asistente solo texto.	128
Figura 4-3.3.4: Rutina de pensamiento estudiante asistente solo dibujo.	129
Figura 4-3.3.5: Rutina de pensamiento estudiante no asistente a la salida de campo institucional.	130
Figura 4-3.3.6: Representaciones gráficas de la flora del Parque Natural Chicaque, especialmente la especie <i>Cyathea caracasana</i>	131
Figura 4-3.4.1: Análisis resultados prueba final en comparación a los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica.....	132
Figura 4-3.5.1: Gusto referido por los estudiantes hacia el área de Ciencias antes y después del desarrollo de los miniproyectos de investigación.....	134
Figura 4-3.5.2: Conocimiento referido por los estudiantes acerca de los pasos a realizar en una investigación científica antes y después del desarrollo de los miniproyectos de investigación.	135
Figura 4-3.5.3: Conocimiento referido por los estudiantes acerca de la labor de los científicos antes y después de la salida de campo.....	136
Figura 4-3.5.4: Momento dentro del proceso de investigación a través de los miniproyectos que más gusto a los estudiantes.	137
Figura 4-3.5.5: Momento dentro del proceso de investigación a través de los miniproyectos que menos gusto a los estudiantes.	139

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 4-1: Participación de estudiantes en la salida de campo institucional.....	95
Tabla 4-2: Resultados miniproyectos de investigación.	96
Tabla 4-3: Resultados sección “título” artículos científicos	101
Tabla 4-4: Correspondencia de criterios libreta de campo y número de criterio	122
Tabla 4-5: Porcentajes promedio obtenidos en las pruebas diagnóstico y final por los estudiantes asistentes y no asistentes, diferencia promedio de desempeño.	133

1.Introducción

El método científico ha sido empleado desde hace varios siglos como guía para el desarrollo de la investigación científica y la producción del conocimiento. Éste es transmitido de generación en generación como eje principal de trabajo dentro de la enseñanza de las ciencias para el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de secundaria. Se han generado varias discusiones acerca de la unicidad del método científico y si es apropiada su enseñanza en la educación básica primaria, secundaria o media (Wagensberg, 2014). En este debate se ha encontrado que, aunque no es un único método infalible, o una receta mágica que siempre llevará a la veracidad del conocimiento; si es un método que permite el desarrollo del pensamiento investigativo y la organización de procedimientos que permiten la generación del conocimiento científico (McPherson, 2001). En este sentido, se puede ver al método científico, no como la única forma de adquirir conocimiento, sino más bien como una metodología cotidiana utilizada por cualquier persona e incluso por cualquier animal (Garcia y Estany, 2010).

Se han dado diferentes aproximaciones en la enseñanza de las ciencias respecto al método científico, tales como discusiones epistemológicas de la ciencia (Powner, 2006), acercamientos a prácticas experimentales que requieren de observación, formulación de preguntas, construcción y prueba de hipótesis (Bowen-Stevens et. al, 2011); desarrollo del aprendizaje basado en la indagación (Tang et. al, 2010), aproximaciones experimentales en contextos no convencionales como el área de la gastronomía (Sabido-Codina et al. 2019), y aproximaciones a través de experiencias vivenciales que permiten el trabajo práctico de los estudiantes (Boeve-de Pauw et.al., 2019). Las aproximaciones en donde el estudiante guía el proceso investigativo y desarrolla de manera práctica el método científico, han sido reconocidas como las más efectivas para que se dé el proceso de

aprendizaje, ya que el estudiante ve la aplicación del conocimiento generado y puede aplicarlo a otros contextos.

El aprendizaje experiencial es un enfoque que permite el aprendizaje del método científico a través de la práctica, puesto que, sostiene que cuando el estudiante está en contacto con la realidad a través de los sentidos de manera directa es cuando el aprendizaje se da. El estudiante debe aprender haciendo y debe estar involucrado de manera activa. Por lo cual, se requiere estar en un contexto físico que brinde información al estudiante y donde se pongan en práctica habilidades de percepción sensorial, procesos cognitivos de relación de conceptos disciplinares con la realidad y habilidades de interacción social (Kolb, 1984).

El aprendizaje basado en proyectos es una metodología que permite la aplicación práctica del método científico dentro de un contexto, para que los estudiantes desarrollen actividades de investigación de manera autónoma donde se da la producción de conocimiento científico aplicable a la realidad y con significancia para ellos. En el contexto apropiado, los estudiantes involucran procesos de indagación, construcción de conocimiento, experimentación y solución de problemas (Jones et al., 1997). Dentro del aprendizaje basado en proyectos se parte de una pregunta problema o un contexto, se realiza una investigación para dar respuesta a preguntas planteadas, se contextualiza el problema, los estudiantes trabajan de manera autónoma y se desarrolla idealmente mediante trabajo cooperativo (Sanmartí y Marquez, 2017). El trabajo cooperativo permite que los estudiantes cumplan roles específicos dentro del desarrollo de proyectos de investigación o producción. Esto promueve el fortalecimiento de habilidades sociales como argumentación, escucha activa, toma de decisiones y resolución de problemas. En el trabajo cooperativo es importante que todos los estudiantes sean conscientes de que su desempeño individual tiene consecuencias en el trabajo en grupo por lo cual deben dar cuenta de su rol y sus tareas asignadas. Así mismo, en el trabajo en equipo los estudiantes deben brindar apoyo a sus compañeros durante el desarrollo del proyecto, tomar decisiones de manera democrática y reflexionar sobre su trabajo (Gillies, 2016).

Una metodología dentro del aprendizaje experiencial que permite la enseñanza del método científico son las salidas de campo, en donde se desarrollen proyectos mediante el trabajo cooperativo. Las salidas de campo educativas tienen un propósito de aprendizaje definido que permite una conexión entre los conceptos y saberes con la experiencia. Las salidas

de campo permiten que el estudiante sea el protagonista de su proceso de aprendizaje y que tenga experiencias de primera mano que son generadoras de interés y motivación por el aprendizaje de la ciencia. Al darse en locaciones diferentes al salón de clases, las salidas de campo permiten que los estudiantes conozcan de cerca el funcionamiento y configuración de la naturaleza o el lugar de visita, con lo cual se desarrollan habilidades de observación, percepción sensorial e indagación (Nabors et al., 2009). Al desarrollar proyectos de investigación durante las salidas de campo mediante el trabajo cooperativo, los estudiantes desarrollan competencias de interacción social.

En este trabajo final se presenta una propuesta de enseñanza-aprendizaje del método científico, mediante la aplicación práctica del mismo por estudiantes de grado séptimo, durante el desarrollo de miniproyectos de investigación de corta duración, llevados a cabo en una salida de campo realizada en el Parque Natural Chicaque. Se pretende desarrollar las competencias científicas relacionadas con los siguientes componentes del método: 1) observación de fenómenos, 2) formulación de preguntas, 3) formulación de hipótesis como posibles respuestas a las preguntas, 4) realización de un diseño experimental que permita la prueba de la hipótesis planteada, 5) toma de medidas con instrumentos adecuados, registro de observaciones y resultados del diseño experimental, 6) análisis de datos recolectados y su relación con la hipótesis planteada, 7) construcción de conclusiones con base en los resultados e hipótesis y 8) finalmente la comunicación de todo el proceso investigativo. Lo anterior de acuerdo con los estándares básicos de competencias en Ciencias naturales (MEN, 2004) y estas competencias directamente relacionadas con el método científico hipotético deductivo propuesto por Popper (1959).

1.1 Pregunta problema y justificación

En la enseñanza secundaria de las ciencias naturales es indispensable el análisis de fenómenos físicos, químicos y biológicos para el entendimiento de leyes y conceptos científicos. Desde épocas históricas que se remontan a la época del renacimiento con pensadores como Galileo Galilei, se han desarrollado métodos y protocolos para el desarrollo de investigaciones (Drake, 1978).

En Colombia el desarrollo de competencias científicas no se ve mediado usualmente por este tipo de aproximaciones, sino que se aborda en los currículos con el uso de lecturas, guías, libros y esporádicamente prácticas experimentales. La enseñanza del método

científico va más allá de una clase magistral o teórica o incluso una simple demostración. El método científico es una práctica quizá innata desarrollada por organismos en su día a día que llevan al descubrimiento, mejoramiento y modificación del conocimiento y comportamiento. Sin importar el nivel educativo, la mayoría de los ciudadanos toman decisiones basadas en la observación, la formulación de preguntas y la prueba de hipótesis en momentos cotidianos como la cocina, el transporte, la dieta e incluso la manera de vestir. Incluso, es importante mencionar que se habla de organismos que usan el método científico ya que el ser humano no es el único en usarlo. Goodall (1964) relata cómo mediante la observación de un fenómeno, la necesidad de solución a varios problemas cotidianos y la mejora de técnicas, los chimpancés desarrollaron el uso de herramientas para la colecta de insectos en su dieta, al observar que estaban en agujeros muy pequeños donde sus dedos no podían entrar. Esto motivó que estos animales se dieran a la tarea de escoger ramas para su posterior modificación y uso como extractor de insectos. Así pues, podemos ver que esto consiste en competencias científicas, necesarias no solo para la contribución a la investigación sino también a la culturización científica del ciudadano, brindando herramientas para el desarrollo científico y cultural.

Respecto al aprendizaje mediante la realización o la vivencia se han realizado varias disertaciones que aún continúan (Morris, 2019). Especialmente en la enseñanza de las ciencias, es indispensable el conocimiento teórico pero también es importante el conocimiento práctico de los fenómenos que se encuentran en la naturaleza. En la formación en ciencias se hace vital, en la mayoría de los casos, la observación real y directa del objeto de estudio, no solo para el componente emocional del proceso de aprendizaje (Larsen, 2017), sino también para el desarrollo de preguntas reales de investigación. Se procura que las preguntas de investigación no estén viciadas por intereses ajenos, sino realmente por el interés y el deseo de descubrir o encontrar la respuesta a éstas por parte del estudiante. En consecuencia, el método científico debe acompañarse de dos componentes: la observación de la realidad y el entendimiento de lo observado (Wagensberg, 2014). Es por esto, que la realidad debe ser algo tangible para los estudiantes, ya que las herramientas tecnológicas como los videos, las láminas o las lecturas que conllevan a la imaginación de un ambiente carecerán de los componentes sensoriales de la realidad (National Research Council (NRC), 2009). Así pues, las salidas de campo durante el estudio de fenómenos, la aprehensión de conceptos biológicos y

científicos, y el desarrollo de proyectos de investigación constituyen un pilar fundamental para el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes. Según Behrendt et al. (2014), las salidas de campo constituyen excelentes oportunidades de aprendizaje en los estudiantes, ya que generan una actitud positiva frente a la disciplina o área de conocimiento y despiertan el interés debido a que permite la interacción y conexión entre las ideas, los conceptos y la realidad. Para Michie (1998), las salidas de campo proporcionan experiencias de primera mano, únicas e irrepetibles en un salón de clase o incluso con la repetición de la experiencia. Estas prácticas estimulan el interés en la ciencia, añaden relevancia al aprendizaje y las interrelaciones, fortalecen las habilidades de observación y percepción y promueven el desarrollo personal y social.

Por lo anterior la pregunta problema que se pretende abordar mediante esta investigación es ¿cómo desarrollar competencias científicas en los estudiantes de grado séptimo mediante el desarrollo de miniproyectos de investigación siguiendo el método científico?

Esta investigación se fundamenta en el reconocimiento de la importancia de las salidas de campo como componente indispensable dentro de la formación científica de los estudiantes de bachillerato, específicamente en el grado séptimo, reconocido por el ministerio nacional de educación como ciclo tres. En este ciclo los estudiantes inician una etapa de formación con mayor exigencia donde se pretende afianzar las competencias de observación e indagación, así como también lograr el desarrollo de las competencias de formulación de hipótesis, diseño de prácticas experimentales, toma de datos experimentales, análisis de resultados, planteamiento de conclusiones y comunicación del proceso investigativo. Estas competencias se encuentran dentro del marco conceptual y práctico del método científico. Para esta investigación en específico se tomará como oportunidad de aprendizaje una salida de campo desarrollada en locaciones relativas a la cuenca del Río Bogotá y el reconocimiento de sus problemáticas ambientales, específicamente en el Parque Chicaque. Así, los resultados de los miniproyectos de investigación darán luz o aportarán conocimiento para la comprensión de una problemática macro en la cual también se pretende la concientización de responsabilidad propia respecto al uso de recursos naturales. De esta forma se abordan conceptos ecológicos avanzados y aplicables en ciencia, tecnología y sociedad.

Se espera como producto final artículos de investigación científica, donde se aborde una pregunta de investigación planteada por los estudiantes. Mediante todo el proceso se pretende desarrollar y fortalecer las competencias científicas. Según los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y ciencias sociales del Ministerio de Educación Nacional, se recomienda fomentar las competencias de: explorar hechos y fenómenos, analizar problemas, observar, recoger y organizar información relevante, utilizar diferentes métodos de análisis, evaluar los métodos, compartir los resultados (MEN, 2004). Como aporte metodológico se pretende resaltar la importancia de salidas de campo como práctica de aprendizaje y de enseñanza de las ciencias, específicamente el método científico.

1.2 Hipótesis

Como hipótesis de este trabajo final se plantea que: el desarrollo de miniproyectos de investigación durante salidas de campo, siguiendo el método científico, permite el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes de grado séptimo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Promover el desarrollo de competencias en ciencias siguiendo el método científico, mediante la realización de miniproyectos de investigación por parte de estudiantes de séptimo grado a través de una salida de campo donde se aplicarán conceptos ecológicos.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Orientar la caracterización preliminar de la zona a visitar en la salida de campo, mediante revisión de insumos disponibles para la región.
2. Guiar a los estudiantes en el diseño de los miniproyectos a desarrollar durante la salida de campo.
3. Orientar la ejecución de los miniproyectos durante la salida de campo.

4. Orientar la elaboración de reportes de la salida de campo en formato de artículo científico.
5. Evaluar las competencias científicas evidenciadas por los estudiantes antes, durante y después del desarrollo del proceso de investigación mediante una rúbrica.

1.4 Estructura del documento

El presente documento de trabajo final se encuentra dividido en 5 capítulos principales. En el capítulo 1 se aborda la introducción, justificación y objetivos del presente trabajo, en el capítulo 2 se aborda el método científico su epistemología, aproximaciones y definición, en el capítulo 3 se aborda todo los enfoques y modelos pedagógicos propuestos y empleados durante el desarrollo de esta propuesta, en el capítulo 4 se aborda la aplicación de la propuesta y sus resultados. Este capítulo (4) se encuentra redactado en formato de artículo científico para facilitar su posterior publicación, por lo cual, parte de su contenido coincide parcialmente con otras secciones de este trabajo final. Por último, en el capítulo 5 se abordan las conclusiones y recomendaciones obtenidas de este trabajo final.

1.5 Referencias

Behrendt, M., & Franklin, T. (2014). A review of research on school field trips and their value in education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 9(3), 235-245.

Boeve-de Pauw, J., Van Hoof, J., & Van Petegem, P. (2019). Effective field trips in nature: the interplay between novelty and learning. *Journal of Biological Education*, 53(1), 21-33.

Bowen-Stevens, S. R., Cox, T. M., & Curran, M. C. (2011). What are bottlenose dolphins doing on land? An activity teaching the scientific method through the unique behavior of strand feeding. *The American Biology Teacher*, 73(7), 407-411.

Drake, S. (1978). Ptolemy, Galileo, and scientific method. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 9(2), 99-115.

García, E. G., & Estany, A. (2010). Philosophy of Experimental Practices and Science Teaching. *Praxis Filosófica*, (31), 7-24.

Gillies, R. M. (2016). Cooperative learning: Review of research and practice. *Australian journal of teacher education*, 41(3), 3.

Goodall, J. (1964). Tool-using and aimed throwing in a community of free-living chimpanzees. *Nature*, 201(4926), 1264-1266.

Jones, B. F., Rasmussen, C. M., & Moffitt, M. C. (1997). Real-life problem solving.: A collaborative approach to interdisciplinary learning. Washington, DC: American Psychological Association.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall.

Larsen, M. A. (2017). International service-learning: Rethinking the role of emotions. *Journal of Experiential Education*, 40, 279–294.

McPherson, G. R. (2001). Teaching & learning the scientific method. *The American Biology Teacher*, 63(4), 242-245.

MEN, M. D. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*.

Michie, M. (1998). Factors influencing secondary science teachers to organise and conduct field trips. *Australian Science Teacher's Journal*, 44(4), 43-50.

Morris, T. H. (2019). Experiential learning—a systematic review and revision of Kolb's model. *Interactive Learning Environments*, 1-14.

Nabors, M. L., Edwards, L. C., & Murray, R. K. (2009). Making the case for field trips: What research tells us and what site coordinators have to say. *Education*, 129(4).

National Research Council (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Washington, DC: The National Academies Press.

Powner, L. C. (2006). Teaching the scientific method in the active learning classroom. *PS: Political Science and Politics*, 39(3), 521-524.

Sabido-Codina, J., Sáez-Rosenkranz, I., Gracenea-Zugarramurdi, M., & Santacana, J. (2019). Competència científica i mètode científic en ciències socials i naturals: una proposta didàctica transversal. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 12(2), 1-16.

Sanmarti Puig, N., & Márquez Bargalló, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Apice*, 1(1), 3-16.

Tang, X., Coffey, J. E., Elby, A., & Levin, D. M. (2010). The scientific method and scientific inquiry: Tensions in teaching and learning. *Science education*, 94(1), 29-47.

Wagensberg, J. (2014). On the existence and uniqueness of the scientific method. *Biological theory*, 9(3), 331-346.

2. Método científico

El método científico ha sido ampliamente estudiado, utilizado a lo largo de varios siglos y transmitido de generación en generación en la educación media dentro de la enseñanza de las ciencias naturales. Esto, respondiendo a la necesidad de tener un método único y universal para realizar una investigación y adquirir conocimiento científico (Wagensberg, 2014) además de la culturización científica del ciudadano común. El método científico hipotético deductivo planteado por Popper (1959) permite el desarrollo de competencias científicas, llevar a cabo un proceso de investigación riguroso mediado por la formulación de hipótesis, la prueba de hipótesis mediante la experimentación, y la generación de conclusiones y conocimiento científico a partir de los resultados; lo cual ha permitido grandes avances científicos en diversas áreas del conocimiento.

2.1 Epistemología

Históricamente el planteamiento del método científico se atribuye a Galileo Galilei, aunque sus inicios, como filosofía de la ciencia, se dieron desde grandes pensadores como Aristóteles, Hiparco de Nicea, Arquímedes, Robert Bacon y René descartes (Drake, 1978, Voit, 2019).

En el siglo XVI diferentes pensadores y científicos empezaron a adoptar una posición en la cual la ciencia no debía ser meramente teórica sino se debía inmiscuir dentro de la acción y la práctica. Estos pensadores se centraron en la búsqueda del “método” o el “cómo” que les permitiera cumplir este objetivo. Sin embargo, el esfuerzo de los científicos del siglo XVI como Copérnico, Kepler y Galileo se centró en la recuperación de técnicas de investigación medievales junto con técnicas usadas por los matemáticos griegos. Galileo encontró que la ciencia debía estar relacionada con la observación de fenómenos y el análisis de la experiencia. Estas aproximaciones de Galileo y otros como Descartes,

encuentran sus inicios aún más temprano, en el siglo XII y en antiguas aproximaciones y corrientes como la filosofía Agustiniana, el pensamiento Helenístico y la ciencia de Alejandría, además de los importantes matemáticos, astrónomos y físicos griegos (Randall, 1940).

Aristóteles fue uno de los primeros interesados en la investigación científica, y él mismo afirma que el estudio de fenómenos y sus causas inició mucho antes con Tales de Mileto en el año 585 a.C. Tales de Mileto, junto con otros filósofos como Anaximandro y Anaxímenes, planteaban que la razón de cambio en la naturaleza se daba por el sustrato de ésta. Cada uno proponía un sustrato diferente, desde allí es posible empezar a dilucidar las hipótesis o axiomas. Sin embargo, el verdadero maestro de Aristóteles fue Platón, otro filósofo importante dentro de la historia de la investigación científica, puesto que fue uno de los primeros en proponer la contemplación u observación, cómo un método que permitía conocer la belleza de un objeto determinado o una persona (Tamayo, 2012).

Según Tamayo (2012), los aportes de Aristóteles al método científico se pueden resumir en cuatro ideas principales: La teoría del silogismo, la teoría del esencialismo, el método inductivo deductivo y la teoría de la causalidad. En la teoría del silogismo se tienen dos premisas y una conclusión. La teoría de las definiciones también conocida como esencialismo, esta plantea que si se conoce la esencia de algo es posible deducir de allí sus propiedades. El método inductivo deductivo, donde a partir de la sensorialidad se inducen generalizaciones por enumeración o por intuición y mediante la deducción se va de lo general a lo particular. Por último, la teoría de la causalidad la cuál permitía explicar la existencia y naturaleza de las cosas mediante el estudio y determinación de causas materiales, causas formales, causas eficientes y causas finales, cada una respondiendo a un aspecto particular del objeto de estudio (Tamayo, 2012).

El trabajo de Aristóteles fue descubierto a inicios del siglo XVII por la rama de la filosofía Analítica, ya que en ese momento la ciencia hacia parte de ésta. Los conceptos y principios dentro de este trabajo fueron adoptados en la segunda mitad de este siglo específicamente por los físicos. La física Aristotélica se convirtió entonces en la base de todas las ciencias naturales de manera dominante hasta Newton. Dentro de las tradiciones Aristotélicas, se encontraron principalmente dos aproximaciones: una aproximación Galilea hacia la física

que se mantuvo en problemas matemáticos y mecánicos, y otra aproximación hacia la lógica que conlleva a la formulación y estructura de la ciencia y el método, común a todos los científicos del siglo XVII (Randall, 1940).

Regresando en la historia, dos importantes escuelas científicas se dieron en el siglo XIII, el Occamismo y el Averroísmo. El trabajo de los Ocamitas se dio principalmente en el siglo XIV acerca de la cinemática, dinámica y lógica de continuidad. Los Averroistas se establecieron en Padua y su trabajo se dio en los siglos XV y XVI principalmente acerca de las aproximaciones matemáticas de la física frente a la física cualitativa.

A mediados de 1400 se consolida la física Galileana y junto a la física Aristotélica constituyen la “oposición” a la escuela de Padua y su física cualitativa. Los principales representantes de la escuela de Padua fueron Paul de Venice y Cayetano de Thiene, su sucesor, quien empezó a examinar la física cualitativa frente a los cálculos matemáticos a finales del siglo XV. Importantes trabajos como el de Nicolás Oresme frente al movimiento uniforme acelerado llevaron a profundas discusiones sobre los tratamientos cuantitativos de lo cualitativo, es decir, el pasar solo de la observación y la descripción, a la categorización o valoración de los diferentes rasgos o variables observadas. Finalmente, Johannes Marlianus, físico, trae su obra “*Tractatus de proportionibus*” donde aborda la prueba experimental y el plano cuantitativo en una sola aproximación. Esto se da mediante la descripción cuantitativa (medición) de la aceleración y velocidad de unas esferas descendiendo por un plano inclinado, y algunos ensayos con péndulos. Esta es la primera aproximación documentada de un experimento en el cual se recolectaron datos numéricos de su observación (Randall, 1940).

Así pues, dentro de este debate entre lo cuantitativo y cualitativo, más adelante se encuentran los aportes de Kepler con una ley matemática para la “causa”, y Galileo quien identifica la “causa” como una fuerza. Este debate continuó por varios años y estas ideas fueron extendidas por toda Europa hasta alcanzar un cuerpo conciso de conocimiento. En el siglo XVII los físicos de la época adoptaron “el nuevo método”; el cual se refiere al método científico planteado por Galileo en lógica y metodología, con gran influencia de la teoría Aristotélica de la ciencia. Este método también fue ampliamente adoptado por las escuelas de medicina de la época adoptando esta visión de la naturaleza de la ciencia.

De la misma manera, la discusión y las preguntas sobre la ciencia Galileana se mantuvieron por tres siglos más, llevando a profundos análisis de la ciencia como la demostración del “por qué” (*demonstratio propter quid*) o, como Galileo le llamaba, “*doctrina compositiva*” que se refería a la manera de enseñar la ciencia (Randall, 1940).

Otro importante exponente del desarrollo del método científico en la escuela de Padua durante el siglo XV fue Hugo de Siena quien sostenía que el método científico en sí inicia con la observación de la causa y luego la explicación del efecto que inició desde la causa. De Siena, además hablo de la importancia del descubrimiento y la prueba como momentos esenciales en el método. Sin embargo, otros importantes autores discutían sobre estos dos momentos del descubrimiento y la prueba como un doble proceso. Ellos sostenían que si se da el descubrimiento de un efecto basado en principios matemáticos no era necesario luego realizar una prueba. Paul de Venice examinó esta discusión del doble proceso dentro de las demostraciones de fenómenos físicos y reconoció el descubrimiento y la prueba como un proceso circular dentro del método científico, como lo afirmada Aristóteles. Paul de Venice también afirmó que la regla principal en toda investigación es que el conocimiento científico de un efecto natural requiere un conocimiento a priori de sus causas y principios. Durante el siglo XV la discusión se centró en el “doble procedimiento” dentro del método científico (Randall, 1940).

A inicios del siglo XVI Agostino Nifo recopiló exitosamente la discusión llevada a cabo en el siglo XV, y afirmó que habría cuatro tipos de efectos. El primer tipo de efecto se da a través de los sentidos, entre ellos la observación. El segundo tipo de efecto se da en el descubrimiento de la causa a través de los efectos. El tercer tipo de efecto consiste en el conocimiento de la causa mediante la examinación intelectual de la misma. Por último, el cuarto efecto consiste en el conocimiento del efecto por el conocimiento a priori de la causa. Nifo afirma que el proceso del método científico es circular y no una regresión como algunos autores afirmaban, y que el conocimiento del efecto por una observación inicial difiere profundamente de la examinación del efecto (Randall, 1940).

Nifo también consolidó los tres tipos de conocimiento durante la demostración. El primer conocimiento del efecto es la afirmación de que el efecto es verdadero, y esto se da a través de los sentidos, lo cual demuestra que la capacidad humana de hacer ciencia se da

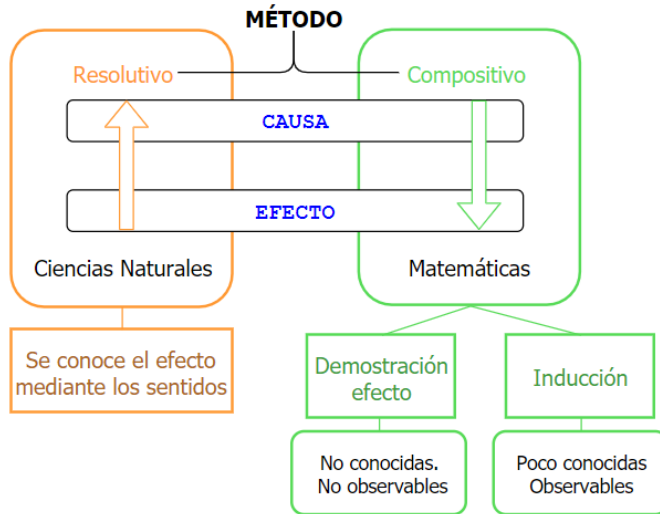
por los sentidos. El segundo tipo de conocimiento es la capacidad del entendimiento de un efecto a través del razonamiento o análisis de lo percibido por los sentidos. El tercer tipo de conocimiento se refiere al conocimiento del efecto como verdadero, por el descubrimiento de la causa.

Así pues, con Nifo, es posible evidenciar una formulación de la ciencia basada en la hipótesis y demostración desde la investigación empírica a inicios del siglo XVI. Nifo también tuvo un lugar importante dentro de la lógica de la mano de Bernardino Tomitano de la escuela de Padua, quien se centró en la discusión del método. Tomitano identificó la demostración con el término de inducción, refiriéndose a la manera de indagar. Así, la lógica fue una importante herramienta que permitió definir el método como un instrumento intelectual que produce conocimiento de lo desconocido desde lo conocido (Randall, 1940).

De la misma manera, Jacobo Zarabella en su obra "*De methodis*", propuso que "el método" solo podía ser de dos maneras: Resolutivo o de composición. Si se da demostración del fenómeno se llama "compositivo" porque se va de la causa al efecto. Si se va del efecto a la causa, el método se llama "resolutivo". Según Zarabella, el método científico demostrativo genera ciencia desde la proposición y las causas de la conclusión; mientras que el método científico resolutivo lleva desde las cosas posteriores, es decir de los efectos bien conocidos, al descubrimiento de las primeras cosas, las causas. Zarabella también distingue que estos dos "tipos" de métodos científicos que él propone se dan en diferentes ámbitos: el método resolutivo se da en las ciencias naturales, y el método compositivo o analítico se da en la matemática. Esto resulta en que en el método resolutivo se debe conocer el efecto o fenómeno a través de la observación con los sentidos. Éste es el primer paso propuesto para el conocido método científico. Zarabella de igual modo, plantea dos tipos de método resolutivo. Un método resolutivo a través de la demostración de los efectos, el cual define como muy eficaz para el descubrimiento de cosas ocultas y escondidas. El otro método resolutivo se da a través de la inducción el cual se usa únicamente para cosas medianamente desconocidas que necesitan solo un poco más de claridad, como se puede observar en la figura 2-1. Así, mediante la inducción es posible descubrir fenómenos o principios observables y posibles de percibir con los sentidos, mientras que mediante la demostración descubrimos principios desconocidos no

observables que solo son objeto de descubrimiento a través de sus efectos (Randall, 1940).

Figura 2-1: Métodos compositivo y resolutivo propuestos por Jacobo Zarabella. (elaboración propia)



De igual manera al reconocer que solo mediante sus efectos es posible inferir los principios, Zarabella utilizó la "inducción" como un método resolutivo para hacer ciencia. Zarabella plantea en su obra "*De methodis*" que mediante la inducción es posible conocer, desde los efectos, aquellos fenómenos susceptibles de evidenciar mediante los sentidos y que por lo tanto no requieren de instrumentos especializados de medición sino únicamente el ejercicio inductivo (desde la observación el efecto hacia el principio). Este autor plantea que en estos casos, dado que se perciben los fenómenos mediante los sentidos, estos no necesitan ser demostrados o probados (Randall, 1940).

El importante aporte de Zarabella consistió en que se configuró como una experiencia científica la mera observación de un fenómeno, ya fuera cotidiana, accidental o planeada para el conocimiento del fenómeno. Por lo tanto, es posible afirmar que el método científico es proceder al análisis riguroso de algunas observaciones o hechos que permitan llegar a un principio, y luego el método va desde el principio al sistema de hechos ordenado y sistematizado que es como tal

la ciencia; es decir la unión del método resolutivo y el método compositivo lo cual Galileo planteaba como procedimiento en sus obras como “*Operé*” (Galilei, 1832).

Otro aporte importante realizado por Zarabella fue lo que llamaba “la regresión” en su obra *De regressu*, donde planteaba que la ciencia o el método científico debe iniciar desde lo que se tenga en mayor conocimiento. Si el efecto es mejor conocido, se debe iniciar desde allí la observación e inducción hacia el principio que le produce; en cambio, si se conoce mejor el principio se debe partir de allí hacia los efectos. Sin embargo, sin importar el punto de partida, se debe regresar una vez se haya concluido el estudio, es decir si se inició desde la causa hacia los efectos, se debe luego realizar el análisis y observación de los efectos hacia la causa. En cambio si el inicio se dio desde los efectos para deducir su causa o principio, una vez este se haya deducido, se debe partir nuevamente desde el principio hacia los efectos (Randall, 1940). Aunque no le nombra, aquí es posible dilucidar una vez más la unión de los métodos resolutivo y compositivo que a su vez permite la prueba y/o demostración del principio.

Estas fases y principios dan inicio al establecimiento formal del método científico de la escuela de lógica en Padua. Los estudiantes de Zarabella continuaron su eco hasta 1592, cuando llega Galileo a esta escuela de pensamiento y entra en la controversia del momento acerca del método científico, donde además aportó en sus principios no cuestionados por las dos “posiciones” de los estudiantes o pupilos de Zarabella y Petrella. No obstante, antes de la llegada de Galileo, en 1564, encontramos otro importante pensador y científico quien aportó al establecimiento del método científico. Piccolomini, un Filósofo naturalista, trajo a la escuela de Padua algunos aportes del Platonismo y del Aristotelianismo. Piccolomini se encontraba en una etapa de “avance” del método similar a la de Zarabella localizando el método resolutivo como la forma indicada de descubrimiento. Sin embargo, difería de Zarabella al establecer la existencia de algunas diferencias dentro del método dependiendo la ciencia en la cual éste se estuviera aplicando.

El sucesor directo de Zarabella en la escuela de Padua fue Cesar Cremonini quien hizo sus mayores aportes ahondando en el papel de la experiencia, o experimentación dentro del método. Cremonini planteaba que la experiencia daba el poder de juzgar de manera correcta los hechos dentro de la enseñanza y el aprendizaje, ya que permitía el

entendimiento del fenómeno y constituía una base para todos los procedimientos dentro del método. El poder de juzgar correctamente gracias a la experiencia le llamaba "*Paedia*". Cremonini planteó que en algunas ciencias el método y la experiencia cumplen un papel diferente. Por ejemplo, afirmaba que en la matemática podía ser más evidente la conformación de los principios basándose netamente en la inducción, ya que la observación en matemáticas es abstracta. Sin embargo, en Ciencias naturales la observación no era obvia por lo que requería la experiencia para la conformación adecuada de los principios. Así, Cesar Cremonini estableció que la observación y la experiencia eran requeridas de manera laboriosa y totalmente necesaria para la aplicación de principios; por lo cual la observación no era únicamente para el científico naturalista sino para cualquier científico que desee llegar a los principios sin importar la ciencia desde donde se aplique (*Tractatus de paedia. Explanatio proemii librorum Aristotelis de Physico*, Padua 1596).

A pesar de que Galileo Galilei no escribió o resumió el método científico como tal en un libro o discurso, en sus cartas y documentos de trabajo es posible evidenciar algunas reglas o pasos para "filosofar" acerca de la naturaleza. Se ha encontrado que los métodos de estudio del movimiento de Galileo diferían considerablemente de los métodos utilizados por los físicos que le precedían (Drake, 1978). Galileo presentaba un razonamiento deductivo influenciado por Euclides y Arquímedes (Drake, 1990) y sostenía que mediante un razonamiento inductivo no era posible llegar a la verdad, puesto que no era posible que un científico pudiese observar cada una de las particularidades de un fenómeno y, por lo tanto, esto no permitiría concluir acerca del mismo (Gower, 1997).

Galileo plantea que la ciencia como tal es un método. En su diálogo concerniente a los dos principales sistemas del mundo, este autor establece la importancia de la observación directa mediante una metáfora. Galileo explica que la observación de la naturaleza es como andar por espacios abiertos y sobre planos, es decir con un guía (Galileo, 1953). Más tarde en el tratado de la esfera, Galileo da especiales instrucciones a seguir para realizar observaciones astronómicas. En este caso, la observación no se da como un método general, sino que se da para una ciencia específica. Sin embargo, aquí introduce el concepto de "fenómeno" como objeto de observación directa en la naturaleza (Drake, 1978). En el libro *Le Opere*, Galileo habla del método del observador en astronomía. Él relata las observaciones naturales de los astros y su movimiento, e introduce el concepto

de hipótesis, como la suposición del observador de la naturaleza de las órbitas según lo avistado. Luego explica cómo estas suposiciones son demostradas a través de procedimientos geométricos donde a estas órbitas y movimiento de los astros, se sobreponen círculos y líneas rectas, que demuestran su trayectoria y forma (Drake, 1978). Aquí es posible encontrar como en un solo caso, Galileo ya ha planteado de manera concisa y práctica los tres primeros pasos que hoy día se conocen como método científico: Observación, formulación de hipótesis y prueba de estas hipótesis.

Galileo en ninguna de sus obras hace referencia exacta a el análisis de resultados luego de la prueba de hipótesis mediante experimentación o de la publicación y discusión de estos; sin embargo, da ejemplo de esto en sus obras. Dentro de sus libros de física y astronomía, Galileo publica importante conocimiento científico al mundo.

El pensamiento o método deductivo de Galileo iniciaba con el planteamiento de algunos axiomas y luego estos eran puestos a prueba mediante la experimentación (Drake, 1990). Prueba de lo anterior es la ley del tiempo al cuadrado en una distancia durante caída libre. Allí, Galileo describió el axioma del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado en el cual la velocidad de caída de un cuerpo es proporcional al tiempo en el cual ha estado cayendo; luego Galileo dedujo la relación entre el tiempo, la velocidad y la distancia y desarrolló experimentos midiendo la distancia recorrida por una esfera al rodar por un plano inclinado, en intervalos de tiempo previamente determinados. Allí Galileo demostró su axioma y las relaciones propuestas entre tiempo, velocidad y distancia y surgió la regla del tiempo al cuadrado (Gower, 1997).

Con lo anterior, es posible evidenciar el método científico en el actuar de Galileo, desarrollado en los años 1600, conteniendo observación, formulación de hipótesis, experimentación, prueba de hipótesis y conclusión respecto a lo experimentado y/u observado, para su posterior publicación y discusión. Así Galileo logró grandes avances como el planteamiento del movimiento recto uniforme acelerado, la ley del péndulo y el movimiento de proyectiles. Galileo también describió la superficie de la Luna, las lunas de Júpiter y manchas solares entre otros (O'Donohue, 2001). Muchos de estos postulados y hechos científicos siguen vigentes en ciencias como astronomía y física, poniéndose a prueba y siendo la base de estudios más avanzados que les reconocen como su fundamento teórico.

En el renacimiento, el avance científico no se dio únicamente gracias al método, de hecho, se continuó con el discurso de los antepasados griegos con su “Techné”. La palabra “Techné” era utilizada para referirse a la construcción y al hacer. Este término inicialmente se utilizaba para las artes, sin embargo, en el renacimiento se empezó a emplear para referirse a la metodología seguida por físicos y químicos en sus ensayos (Liebel, 1964). Es en la época del renacimiento donde surge René Descartes, uno de los más importantes exponentes de la ciencia moderna y fundadores de la teoría de la ciencia. René Descartes junto a otros grandes pensadores, como Francis Bacon, aportaron un método científico y filosófico al proceso de pensamiento deductivo mediante la experimentación. La obra más conocida de René Descartes es el Discurso del método, donde a través de su biografía demuestra un carácter curioso, observador y e investigativo, ya que narra que no le era suficiente las ciencias que le eran enseñadas por lo cual continuaba indagando y buscando acerca de las ciencias desconocidas.

En su obra el Discurso del método, René Descartes explica cómo fue para él necesario buscar un método nuevo, ya que, mediante la lógica se explicaban mayormente a otras cosas ya conocidas, pero no se usaba para descubrir o aprender cosas nuevas, y mediante la matemática se habrían desarrollado reglas y pasos que él llama oscuros (por ser poco conocidos), para algo abstracto y con poco uso, que era exclusivo de grandes matemáticos. Aprendiendo de los “errores” o las falencias de la lógica y la matemática y su gran cantidad de pasos, leyes y preceptos, él decidió desarrollar cuatro simples preceptos: No aceptar como verdad nada de lo cual no se tenga evidencia, dividir las dificultades en partes para poder examinarles y solucionarles de la mejor manera, conducir los pensamientos desde los más simples y “fáciles” de conocer, hasta los más complejos y ser ordenado y enumerar cada elemento revisado asegurándose de no omitir nada. Aquí es posible evidenciar cuatro simples preceptos o reglas que hoy día se siguen aplicando a la investigación científica, no como reglas o camisas de fuerza, sino como cuatro simples consejos que permiten tener confiabilidad en los resultados, análisis profundos y certeros y replicabilidad en los estudios.

En la quinta parte del Discurso del método, en la sección que René Descartes denominó como “Biología”, narra cómo inicia su investigación por la descripción detallada del cuerpo

de plantas, animales y particularmente del ser Humano. Descartes relata como al desconocer las causas que ocasionaron el cuerpo humano como efecto, inicia con una detallada observación y descripción de éste, asumiendo como verdadero que desde el inicio el cuerpo fue creado exactamente como él lo pudo observar. En este pasaje se encuentra claramente la observación, y asunción de una hipótesis cómo verdadera, sin tener la posibilidad de probarle, solo su aceptación mediante el contraste y comparación con los demás animales no humanos, los cuales carecen de razón y alma para Descartes.

En el siguiente pasaje Descartes describe ampliamente el corazón humano, con su estructura, venas, arterias y conexión con los pulmones. Él recomienda, para la lectura, tener el corazón de un animal grande que tenga pulmones frente al lector, para por medio de la observación comprender el funcionamiento que más adelante menciona. Es interesante que Descartes hipotetiza acerca de las estructuras observadas en el corazón y conecta éstas con la función aceptando, por ejemplo, que los once pliegues observados actúan como puertas que regulan el paso de sangre entre concavidades. Descartes plantea como hipótesis que el número de pliegues obedece a que la abertura de la arteria venosa es oval y por lo cual es susceptible de ser cerrada con únicamente dos de los once pliegues, mientras que las otras arterias son redondas y requieren de tres pliegues. Aquí Descartes observa la estructura, hipotetiza y acepta su hipótesis mediante el funcionamiento conocido del corazón.

Descartes hace énfasis en la importancia de la investigación en la ciencia siguiendo el que él llama “el método”, partiendo de las causas a los efectos o conociendo las causas mediante los efectos, para encontrar avances importantes en áreas vitales como la medicina. Descartes trata la importancia de la publicación de los saberes resultado de la investigación para la continuidad del crecimiento del conocimiento y recalca la responsabilidad que merece la publicación del saber al ser conocido por muchos y que requiere especial cuidado y verificación previo a ser dado a conocer.

Actualmente es posible reconocer que, de no ser por la experimentación en diversas áreas del conocimiento, muchas hipótesis se habrían quedado solo enunciadas, más nunca comprobadas. De la misma manera, de no ser por los ensayos prácticos que permitieron la prueba de teorías, no habría sido posible el desarrollo de nuevas tecnologías basadas en el conocimiento descubierto. La experimentación en ciencia se debe reconocer como fundamental para su entendimiento y desarrollo. La experimentación también se entiende

como una competencia que incluye la asociación de conceptos a la resolución de problemas, el uso adecuado de implementos de investigación y laboratorio, el seguimiento de instrucciones y protocolos (Chona et al., 2006). Actualmente es posible evidenciar todo lo que se debe hoy día al método científico, ya que, ha permitido el avance de la humanidad de una manera impresionante, llevando al desarrollo de investigaciones y estudios con rigor que han permitido develar la naturaleza de fenómenos físicos, ambientales, biológicos y demás.

Platt (1964) plantea que en la Ciencia, y todos sus campos, se da un avance diferencial con relación al tiempo. Platt cuestiona acerca de este asunto y encuentra que el avance diferencial se da según el método utilizado en la investigación, y que en aquellas ciencias donde se usa la “inferencia fuerte” es donde usualmente se dan avances.

La inferencia fuerte que plantea Platt es la desarrollada y planteada por Francis Bacon con la inferencia inductiva. En este método, también desarrollado por Descartes, se siguen algunos pasos regularmente:

1. Trazar hipótesis alternativas.
2. Trazar experimentos cruciales o un diseño experimental que permita excluir una o más hipótesis.
3. Llevar a cabo la fase de experimentación para obtener resultados claros.
4. Repetir el procedimiento trazando sub-hipótesis o hipótesis secuenciales que refinan así, mediante los resultados, las conclusiones.

La inferencia fuerte requiere de la inductiva condicional en la cual dependiendo del resultado se toma la decisión sobre el siguiente paso, o un árbol lógico de posibilidades que permitan alcanzar conclusiones firmes. Platt (1964) afirma que el ser usuario regular de este método permite tener un procedimiento sistemático en el ejercicio investigativo que resulta en constante producción científica.

Dos grandes contribuciones permitieron llegar al método de inferencia fuerte. El primer aporte fue hecho por Francis Bacon en 1600 en su obra “*The new organon and related writings*” en dónde buscaba un método seguro para comprender la naturaleza, un método más allá que la simple enumeración. Francis Bacon no solo incluyó la experimentación,

sino que mostró la importancia de conectar la teoría y la experimentación actuando como control la una con la otra. Dentro de los procedimientos inductivos propuestos por Bacon se encuentra el “árbol de lógica” donde se encuentran varias hipótesis o posibles causas, experimentos cruciales y la aceptación de algunas hipótesis y exclusión de otras luego de la fase de experimentación.

El método de Francis Bacon requiere necesariamente de la exclusión de hipótesis, porque solo al negar hipótesis se puede aceptar o afirmar una conclusión. Otro autor que hizo una importante contribución es Karl Popper quien afirma que no tiene sentido formular hipótesis que no puedan ser probadas, la única manera de tener un sistema científico es a través de refutar hipótesis mediante la experimentación y obtener una sola conclusión verdadera mediante la hipótesis aceptada (Popper, 1959)

Más adelante el geólogo Chamberlin propone el método de hipótesis múltiples. Chamberlin afirma que al tener una sola hipótesis se da una presión para que los hechos se ajusten a dicha hipótesis. Al tener múltiples hipótesis se puede rodear el asunto de investigación a través de diferentes criterios, pruebas y diseños experimentales (Chamberlin, 1965). El hecho de tener varias alternativas para la exclusión permite refinar el método de inferencia inductiva, además de aportar muchos otros componentes al ejercicio e investigación como la emoción por descubrir la conclusión o hipótesis acertada, el trabajo en equipo y el entusiasmo (Platt, 1964).

Mediante este corto recorrido es posible evidenciar el desarrollo del método científico desde sus inicios con Galileo y Aristóteles, hasta los tiempos más cercanos o modernos con Francis Bacon o Chamberlin. Grandes pensadores han aportado a la construcción del método y han llegado en diferentes épocas y campos científicos al mismo consenso de pasos necesarios para desarrollar una investigación científica, siendo esto lo que hoy es llamado el método científico. Este método ha demostrado ser efectivo en diferentes campos, dando la mayor producción científica de manera más certera.

Científicos como Faraday, Roentgen y Pasteur son testimonio que no es necesario adquirir cantidades enormes de conocimiento para la resolución de un problema, sino el llevar a cabo la investigación de manera sistematizada mediante pasos como la determinación de la problemática o el asunto de investigación, el planteamiento de hipótesis, la elaboración

de un diseño experimental y su puesta en marcha para aceptar o refutar hipótesis que permitan llegar a conclusiones confiables (Platt, 1964).

2.2 Aproximaciones y corrientes

El método científico tiene una impresionante historia construida por asombrosos filósofos, pensadores, científicos, médicos e investigadores de diferentes áreas del conocimiento. Podríamos nombrar de manera cronológica los personajes más significativos de esta construcción: Platón, Aristóteles; Vesalio, Galileo, Harvey, Newton, Hooke, Leibniz; Bacon, Descartes, Locke, Berkeley, Hume, Kant; Herschel, Mill, Whewell, Comte, Mach, Peirce, Poincaré; Wittgenstein, Carnap, el círculo de Viena, Reichenbach, La escuela de Berlín, Bridgman, Rosenblueth, Eddington, Popper; Lakatos, Kuhn y Feyerabend entre otros. Hablar de estos hombres y sus aportes es un gran placer, pero al mismo tiempo constituye un gran desafío y requiere de extensión en tiempo y palabras. Sin embargo, grandes obras históricas nos permiten conocer sus más grandes aportes al método científico.

Según Tamayo (2012), los diferentes aportes al método científico pueden ser agrupados en cuatro grandes categorías:

- *Método inductivo-deductivo*: En esta aproximación el proceso inicia con la observación a partir de la cual se plantean generalidades, las cuales permiten formular predicciones que se ponen a prueba con el fin de afirmar la generalidad, modificarla o rechazarla. Es importante, dentro de esta corriente, considerar que según el inductivismo la ciencia se inicia con la observación de los datos, la cual es confiable y suficiente para la construcción del conocimiento científico a través de la inducción. Sin embargo, se ha planteado que la observación es relativa al observador y puede estar sesgada por éste y su historia de vida, refiriéndose a formación, conocimiento, estado físico e ideas preconcebidas. Los principales exponentes del método inductivo-deductivo son: Aristóteles, Francis Bacon, Galileo, Newton, Locke, Herschel y Mill, así como los empiristas, los positivistas lógicos, los operacionistas y los científicos contemporáneos.

- *Método a priori-deductivo:* En esta aproximación el proceso parte de principios generales ya establecidos, desde los cuales se llega a las particularidades de estos. La demostración de los principios puede o no darse. Esta aproximación tiene dos corrientes: la corriente platónica o cartesiana que planea que la razón es suficiente para establecer principios generales en la naturaleza y deducir la realidad; y la corriente Kantiana que afirma que la razón no es suficiente para el planteamiento de los principios generales y requiere de la experiencia sensorial. Ambas corrientes establecen que el contacto con el mundo exterior ocurre de manera indirecta mediante estructuras establecidas a priori mediante la razón. Exponentes de este método son: Pitágoras, Platón, Arquímedes, Descartes, Leibniz, Berkeley, Kant y Eddington, los idealistas y los racionalistas. *Método hipotético-deductivo:* En esta aproximación se parte de elementos teóricos o hipótesis formuladas antes de la observación del fenómeno. El investigador inicia la observación con un esquema de información preliminar acerca de lo que va a encontrar. Luego, las hipótesis formuladas son puestas a prueba mediante la observación y la experimentación. Hay discrepancia entre científicos ya que Popper plantea que normalmente si la realidad no concuerda con la hipótesis formulada se rechaza la hipótesis, sin embargo, otros científicos plantean que la realidad o los hechos pueden ser los equivocados y en ese caso hay que ser muy cuidadosos para no descartar una hipótesis posiblemente certera. En el método hipotético- deductivo las observaciones vienen precedidas por hipótesis formuladas desde la información el investigador, sin embargo, hay casos fortuitos donde se da la observación de un fenómeno desconocido o inesperado. Esto implica que hay observaciones inesperadas y observaciones que van de acuerdo con el esquema e hipótesis planteadas. Los principales exponentes del método hipotético-deductivo son: Hume, Whewell, Popper, Medawar, y Eccles.

No existe el método científico: Existe una serie de científicos y pensadores que afirman que no hay un método para la ciencia. Un grupo se basa en que según la revisión histórica no hay un método que hayan seguido de manera exacta todos los científicos, y el otro grupo de pensadores afirma que si bien pudo haber un método éste ya no existe o no es aplicable debido a la variedad y el avance de la ciencia. Dentro de los grandes científicos que argumentan la no existencia del método científico encontramos a Feyerabend (1988), Ayala y Dobshansky (1974) y Mayr (1982), así como algunos racionalistas contemporáneos.

En 1964 Platt publicó un muy controversial artículo en la revista académica Science, que pretendía comparar entre las diferentes ciencias, su avance y cuán sistemático era su proceso de investigación. Lo que Platt llama la inferencia fuerte, se refiere al método ya conocido por muchos como “hipotético deductivo”, donde se trazan hipótesis y se excluyen mediante un diseño experimental.

Una de las aproximaciones o definiciones más aceptadas y conocidas por el mundo científico y académico es este método hipotético deductivo o de inferencia fuerte que Platt planteó basándose en Popper y desplegado en tres importantes pasos:

1. Establecer hipótesis alternativas.
2. Trazar y desarrollar experimentos cruciales que permitan excluir una o más hipótesis.
3. Desarrollar el experimento y obtener un resultado claro.
4. Repetir estos 3 pasos para refinar los resultados (Platt, 1964).

Más adelante Douglas Fudge propone expandir este proceso de inferencia en tareas un poco más pequeñas y manejables, inmersas en esos tres pasos. Fudge (2014) expande el método hipotético deductivo o de inferencia fuerte a 6 pasos y sus correspondientes competencias cognitivas.

1. Observación: Sensibilidad al ambiente o entorno y habilidad para el reconocimiento de problemas o asuntos de investigación.
2. Cuestionamiento: Formulación de preguntas no triviales generalmente del “cómo” o el “por qué”.
3. Hipotetizar: Generación de posibles respuestas razonables y bien fundamentadas a la pregunta formulada.
4. Predicción: Generación de predicciones a partir de las hipótesis forjadas.
5. Prueba: Evaluación de predicciones en contraste a un hecho real experimental.
6. Analizar y concluir: Construcción de conclusiones a partir de los datos obtenidos como resultado de la experimentación en la fase de prueba.

Actualmente este método Popperiano, divulgado por Platt, es uno de los más aceptados en el ámbito científico y académico de diversos campos del conocimiento donde la investigación juegue un papel crucial, prueba de esto son sus numerosas citas. De acuerdo a la base de datos de Google académico el artículo de inferencia fuerte de Platt cuenta con más de 4000 citas a enero de 2021, y el libro de Popper “Logic of scientific Discovery” cuenta con más de 33000 citas a enero de 2021.

2.3 Discusión

Se ha reconocido el método hipotético deductivo como el método de investigación científica más aceptado o adoptado dentro del mundo académico. Sin embargo, una amplia discusión se viene desarrollando desde hace tiempo acerca de si es correcto o verídico hablar de un solo método, o si hay solo una manera de hacer ciencia como si se tratará de una fórmula mágica.

Respecto al método popperiano planteado por Platt en 1964, una de las principales críticas es puesta en marcha por O'Donohue (2001). O'Donohue inicia su artículo denominado “La debilidad de la inferencia fuerte” mencionando que esta aproximación solo aplica para ciencias experimentales y no aplica para aquellas ciencias no experimentales como la Astronomía. O'Donohue afirma que a pesar de que la inferencia fuerte de Platt es ampliamente citada, reconocida y estudiada en el campo de las ciencias sociales y la psicología, no es empleada realmente dentro de sus investigaciones.

O'Donohue (2001) hace una reflexión y crítica a cada uno de los 3 pasos del método de la inferencia fuerte y su cuarto paso (la repetición). El primer paso planteado por Platt se refiere al trazado de las hipótesis alternativas o múltiples hipótesis, pero O'Donohue critica que así se asuma como cierto que todos los problemas científicos ya están bien delimitados, sin que esto sea real. Por lo tanto, ese autor propone que hay un paso previo al trazado de hipótesis y es la delimitación del problema. Curiosamente él refiere que Popper es consciente de esta situación. O'Donohue lleva esta discusión hacia las estrategias de resolución de problemas: los algoritmos y la heurística, y plantea que la inferencia fuerte es presentada por Platt como un algoritmo que asegura que el cumplimiento de sus pasos llevará a una solución. En contraste, para O'Donohue, el método se enmarca en la heurística que permite dar guía para la posible solución de un

problema, pero no garantiza la misma. A pesar de que O'Donohue escribe esta sección en tono de crítica, sus aportes complementan el método hipotético deductivo o de inferencia fuerte y dan una mirada hacia un asunto importante de la ciencia en la cual no todos los problemas pueden solucionarse, sino que muchas veces, se amplía el conocimiento acerca de la problemática y se continúa aunando esfuerzos por especialistas en el campo del problema para proseguir en la búsqueda de soluciones.

Respecto a la fase experimental, O'Donohue se refiere al problema Quine-Duhem el cual establece que un investigador no puede descartar una hipótesis basándose únicamente en los resultados obtenidos de un experimento, ya que los resultados pueden contener error por los instrumentos de medida utilizados, la muestra tomada, el procedimiento empleado o el planteamiento central de la hipótesis. Hoy día conocemos que estos son aspectos realmente importantes dentro del diseño experimental, los cuales son tenidos en cuenta de manera indispensable para llevar a cabo el ensayo y para el análisis estadístico de los resultados.

O'Donohue menciona que frente a resultados experimentales inesperados o que no concuerdan con la hipótesis, normalmente, se tienen hipótesis auxiliares del porqué de este resultado y allí entran las creencias del investigador a ser una parte importante. Por ejemplo, al obtener un resultado inconsistente con una ley física o un hecho ya establecido, lo primero que se cuestionará es si realmente el experimento se realizó bajo las condiciones adecuadas, si algún elemento dentro del montaje experimental está dañado o ha cambiado su naturaleza (por ejemplo: reactivos químicos), o si se cometió un error. Sin embargo, lo último que se cuestiona es la ley física, por lo cual se descartaría la hipótesis, sin saber que lo que realmente no aplicaba en ese caso puntual era la ley física que se daba por cierta. Por lo anterior, se propone que el descartar una hipótesis no puede ni debe depender de un solo experimento, sino que requiere ser sometida a una serie de experimentos y que la replicación de cada ensayo es necesaria antes de dar por falsa una hipótesis. Nuevamente es posible pensar que, a pesar de ser una crítica al método de inferencia fuerte, la recomendación hecha por O'Donohue complementa y refina lo propuesto por Platt, más no lo invalida o contrarresta.

Otros autores como Hempel (1966) afirman que en la práctica investigativa muchos científicos suelen hacer ajustes especiales a la hipótesis que se enfrenta a los resultados

discordantes. Sin embargo, Hempel sostiene que esto es un intento por “salvar” la hipótesis y no es una buena práctica. Ahora bien, otros autores como Feyerabend (1988) afirman que realizar ajustes a la hipótesis ha permitido grandes avances científicos y no constituye una mala práctica, ya que así se pueden corregir las diferencias teóricas y experimentales manteniendo la validez de la hipótesis.

El tercer paso propuesto por Platt es el de conducir experimentos para obtener resultados lo más limpio posibles que puedan ser concluidos de manera indiscutible. Frente a esto O'Donohue afirma que muchas veces los resultados obtenidos pueden no concordar con ninguna de las hipótesis propuestas, y que en estos casos no se debe ajustar la hipótesis a los resultados, ampliando el rango de lo esperado, por ejemplo; o descartar todas las hipótesis que no se ajusten. O'Donohue recomienda en estos casos revisar otras variables que se puedan estar ignorando frente al entorno y las condiciones de colecta de los datos. Finalmente, O'Donohue cuestiona el último paso propuesto por Platt: la repetición de los pasos de la inferencia fuerte con “sub-hipótesis” o hipótesis secuenciales, puesto que no es claro el significado de ninguno de estos dos términos para él.

O'Donohue discute fuertemente el método de inferencia fuerte divulgado por Platt cuestionando cada uno de los pasos de este, sin embargo, la extensión del controversial artículo donde Platt plantea la inferencia fuerte no profundiza en cada paso o en estos factores que O'Donohue menciona, y esto no significa que no hayan sido tenidos en cuenta por Platt o por Popper.

Más adelante, O'Donohue trae a discusión el método utilizado por Galileo argumentando que no corresponde a inferencia fuerte, sin embargo, argumenta que Galileo trabaja mediante un pensamiento deductivo (como el método hipotético deductivo), y que partía de axiomas que posteriormente eran puestos a prueba mediante la experimentación, de esta manera Galileo afirma o niega el axioma propuesto. O'Donohue establece que Galileo no maneja una hipótesis alternativa ni un árbol inductivo. Sin embargo, es posible plantear que Galileo establece un axioma, que se podría equiparar en este caso a una hipótesis, y luego la pone a prueba mediante varios experimentos, de esta forma llega a una conclusión en donde afirma o niega el axioma. A pesar de no tener una hipótesis alternativa, en el momento que niega el axioma, afirma que no es verdadero, lo cual muchas veces puede tomarse como una hipótesis alternativa. Respecto a Darwin, O'Donohue establece que el método empleado por él, no corresponde al método de inferencia fuerte sino a un sistema

hipotético deductivo, ya que Darwin planteaba una serie de predicciones que verificaba mediante la observación para negarlas o aceptarlas. Así que O'Donohue, habla de un método de observación, construcción de hipótesis, prueba de las hipótesis, razonamiento y aceptación de las hipótesis o planteamiento de nuevas hipótesis.

Es claro que para O'Donohue el método debe estar totalmente ceñido a la serie de pasos propuestas por Platt y Popper, sin embargo, se evidencia cómo el método científico ha seguido una estructura de pensamiento deductivo desde sus inicios y contiene elementos de observación, predicción, postulación de hipótesis o axiomas, experimentación o prueba de hipótesis, conclusión y modificación del sistema inicial. El hecho de que no todos los avances científicos hayan seguido estricta y únicamente los 3 o 4 pasos de la inferencia fuerte o el método hipotético deductivo, no significa que éste sea invalidado o no usado.

Quizás O'Donohue y otros críticos como Feyerabend (1988) pensaban que el seguir una metodología propuesta debía ser de manera estricta y ceñida a lo propuesto. Sin embargo, la ciencia es un campo de acción lleno de posibilidades inimaginables, en la cual, se puede aplicar una estructura investigativa común, que cuente con observación, planteamiento de problemas, formulación de preguntas, hipótesis y la secuencial prueba de estas hipótesis ya sea mediante la experimentación, observación y/u otros métodos de recolección de datos; una secuencia o metodología que permita ser una guía para el investigador y tener alguna idea de cómo continuar dentro del proceso algunas veces no lineal de la búsqueda del conocimiento científico.

Otros autores han apoyado la idea de la no existencia de un método científico, mediante frases como "No existe razón para pensar que [la ciencia] está en posesión de un método especial de investigación que no esté al alcance de historiadores o detectives o del resto de nosotros" (Haack, 1993). En la anterior afirmación es posible evidenciar una distinción entre las ciencias exactas y naturales y las ciencias sociales, ya que ella se refiere en específico a historiadores. Esta diferenciación ya se había dado por autores como Feyerabend, O'Donohue y Kuhn, quienes afirmaban que existe una "discriminación" a las ciencias sociales, como la psicología. Otros autor fue Popper quien hacía una distinción en lo que es ciencia y lo que no, al afirmar que el avance y la ciencia era regida por un método estricto, por lo cual la psicología no debía ser considerada ciencia (Platt, 1964).

Quine(1980) argumentó que los hechos siempre debilitan las teorías, lo cual era discordante con el método hipotético-deductivo donde los hechos son los responsables de la aceptación o rechazo de las hipótesis formuladas. Kuhn (1970) argumentó que la elección de las teorías no siempre estaba basada en hechos racionales, sino que el investigador y su “historia de vida” podrían alterar esta elección, por lo cual, no era confiable la aceptación o rechazo de una hipótesis al tener hechos discordantes (Bricmont, 2014). Este último autor argumenta que muchos de los detractores del método científico eran filósofos criticando a científicos pero que en realidad los científicos no estaban preocupados de hacer ciencia según una definición dada por la filosofía, sino que los científicos están intentando demostrar que lo que dicen es verdad. En consecuencia, personas ajenas al campo de la ciencia no intentaban demostrar si los científicos se equivocaban en sus resultados o hallazgos, sino si seguían o no lo que se había estipulado como ciencia. Bricmont (2014), firma que esto ha tenido un gran impacto negativo en la credibilidad de la ciencia en la segunda mitad del siglo XX ya que una discusión conceptual ha resultado en el escepticismo del ciudadano común.

2.4 Conceptualización del método científico

Actualmente continua una gran discusión acerca de la existencia del método científico como fórmula mágica y única para hacer ciencia, y muchos de los argumentos allí dependen en gran medida de lo que se tenga entendido por método científico.

En la enseñanza de las ciencias en un grado de escolaridad primaria y secundaria, esta discusión cobra gran importancia, ya que es un momento de desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes. El modelo educativo en nuestro país en el área de las ciencias naturales se rige por los estándares básicos de competencias en ciencias naturales del Ministerio de educación nacional de la República de Colombia (MEN, 2004), y los derechos básicos de aprendizaje (MEN, 2016). El presente trabajo se realizó con población estudiantil de grado séptimo de bachillerato.

De acuerdo con los estándares básicos de competencias en Ciencias naturales (MEN, 2004), para los grados sexto y séptimo de bachillerato (primer y segundo grado de secundaria); las competencias científicas que el estudiante debe desarrollar son las siguientes:

- Observo fenómenos específicos.
- Formulo preguntas específicas sobre una observación o experiencia y escojo una para indagar y encontrar posibles respuestas.
- Formulo explicaciones posibles, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos, para contestar preguntas.
- Identifico condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).
- Diseño y realizo experimentos y verifico el efecto de modificar diversas variables para dar respuesta a preguntas.
- Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados a las características y magnitudes de los objetos y las expreso en las unidades correspondientes.
- Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas.
- Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna.
- Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia.
- Utilizo las matemáticas como una herramienta para organizar, analizar y presentar datos.
- Busco información en diferentes fuentes.
- Evalúo la calidad de la información, escojo la pertinente y doy el crédito correspondiente.
- Establezco relaciones causales entre los datos recopilados.
- Establezco relaciones entre la información recopilada en otras fuentes y los datos generados en mis experimentos.
- Analizo si la información que he obtenido es suficiente para contestar mis preguntas o sustentar mis explicaciones.
- Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados.

- Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas.
- Propongo respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas y con las de teorías científicas.
- Sustento mis respuestas con diversos argumentos.
- Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.
- Comunico oralmente y por escrito el proceso de indagación y los resultados que obtengo, utilizando gráficas, tablas y ecuaciones aritméticas.
- Relaciono mis conclusiones con las presentadas por otros autores y formulo nuevas preguntas. (p.18)

Dentro de estas competencias científicas y habilidades que el estudiante debe desarrollar, es posible evidenciar un orden secuencial con el cuál los estudiantes estarían en capacidad de desarrollar una investigación científica.

La primera de las competencias es la de observación de un fenómeno de interés en específico, sobre el cuál se formulan preguntas, la cual es la segunda competencia científica y luego se formulan hipótesis o predicciones según la información previa que se tiene del fenómeno. Hasta este momento, es posible evidenciar una similitud con los primeros pasos propuestos por el método hipotético deductivo propuesto por Popper. A pesar de que para Popper el método científico no inicia con observaciones sino problemas (Tamayo,2012), para el presente trabajo los estudiantes, quienes fueron los investigadores, iniciaron por la contextualización del lugar de estudio en todo aspecto: geográfico, ecológico y social; lo cual les permitió centrar su atención en un problema o pregunta problema sobre la cuál formularon hipótesis.

Según Tamayo (2012) Popper afirma que en el método hipotético deductivo: “el investigador se asoma a la realidad bien provisto de ideas acerca de lo que se espera encontrar, portando un esquema preliminar (pero no por eso simple) de la realidad” (p 152). En este caso los estudiantes, investigadores, realizaron su trabajo en campo, pero previamente habían estudiado la zona a visitar, sus características y problemáticas y sobre eso formularon hipótesis falseables que fueron probadas mediante observación y

experimentación, como se podrá apreciar en el capítulo cuatro en la sección de metodología.

Siguiendo con las competencias científicas, a continuación, el estudiante debe identificar variables dentro de un diseño experimental que le permita probar la hipótesis formulada, luego debe llevar a cabo experimentos que le permita verificar el efecto de las variables en relación con la hipótesis; dentro de este experimento el estudiante debe tomar medidas con equipos adecuados y registrar sus observaciones y resultados de manera estructurada y confiable. Según Platt (1964) el segundo paso del método hipotético deductivo es desarrollar uno o varios experimentos cruciales que permitan excluir o no la hipótesis, es decir aceptarla como verdadera o rechazar la hipótesis.

Algunos de los detractores del método hipotético deductivo como Feyerabend y O'Donohue afirmaban que no era una buena práctica el descartar o dar por falsa una hipótesis cuando los resultados discordaban de la hipótesis, ya que los resultados estaban sujetos a error por los instrumentos de medida, la muestra tomada, o el procedimiento empleado; lo que se conoce como el problema de Quine-Duhem (O'Donohue,2001). No obstante, en el presente estudio los investigadores se cercioraron de usar los instrumentos adecuados y de reportar los resultados de manera transparente y clara para su posterior replicabilidad. Esto también tiene en cuenta otra de las críticas al método hecha por O'Donohue donde afirmaba que el rechazar una hipótesis o modificarla para que fuese verdadera podría ser intervenido negativamente por las creencias del investigador o su historia de vida, por lo cual, se reportaron los resultados con total transparencia y sin alteración alguna.

Finalmente, los estudiantes, investigadores, analizaron los resultados obtenidos y concluyeron teniendo en cuenta la hipótesis formulada y analizaron los resultados a la luz de otras fuentes de información y estudios similares. Esto corresponde al tercer paso propuesto por Platt (1964) donde se obtiene un resultado limpio a partir del cual es posible concluir. Por lo tanto en el marco del presente trabajo de investigación el método científico se refiere al método hipotético deductivo propuesto por Popper (1959) y divulgado por Platt (1964) en donde los estudiantes, investigadores realizaron:

Contextualización y caracterización del lugar de estudio, formulación de preguntas problema como guía para el desarrollo de la hipótesis, creación y puesta en marcha de un

diseño experimental que permitiera comprobar la hipótesis o negarla, toma de resultados, análisis y discusión de resultados y conclusión de acuerdo con la hipótesis, en cuánto si fue comprobada o rechazada según el estudio.

3. Marco pedagógico

El presente trabajo buscó fortalecer la comprensión y el uso del método científico hipotético deductivo parte de estudiantes de séptimo grado. El eje central del trabajo fue el desarrollo de mini-proyectos en grupo, involucrando trabajo de campo. Los estudiantes realizaron su investigación en grupos de 2, 3 o 4 estudiantes bajo el modelo de aprendizaje cooperativo.

Dadas estas características del trabajo, en este capítulo se revisan los temas que, desde el marco pedagógico, son las más asociadas al mismo. Estos temas son el aprendizaje experiencial, el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje colaborativo, así como la enseñanza del método científico, la enseñanza en una segunda lengua y el papel de las salidas de campo en la enseñanza de las ciencias.

El aprendizaje experiencial es relevante porque el proceso de investigación se dio en un espacio diferente al aula, un espacio natural que permitió activar los sentidos de los estudiantes y crear anécdotas y recuerdos. También es importante el aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje cooperativo puesto que bajo estos dos modelos se llevó a cabo el ejercicio investigativo. La enseñanza de las ciencias en una segunda lengua es relevante porque en la institución donde se realizó el trabajo, el área de ciencias naturales es una materia bilingüe, de forma que los estudiantes fueron guiados y realizaron su producción en el idioma inglés. Así mismo la enseñanza del método científico es un tema central en este trabajo, pues busca desarrollar competencias científicas en los estudiantes, utilizando la salida de campo como estrategia didáctica.

3.1 Aprendizaje experiencial

El aprendizaje experiencial inicia como toda filosofía de las ciencias la antigua filosofía griega y china, sin embargo, sus inicios epistemológicos se pueden atribuir a William

James con la filosofía radical del empirismo, continuando con Dewey, Lewin y Piaget (Kolb, 2014). El aprendizaje experiencial es una forma de aprender desde la experiencia de la vida real donde el aprendiz está en contacto directo con la realidad que está estudiando. El aprendizaje experiencial tiene un énfasis importante en la experiencia sensorial directa y las acciones desarrolladas en contexto, desarrollando ejercicios cognitivos de análisis y relación de conocimientos previos (Tate, 1978).

¿Se puede aprender sin experiencia o práctica?, Thomas Howard Morris sostiene que el aprendizaje no puede ocurrir sin experiencia, aprender a atar los cordones de los zapatos o a montar bicicleta únicamente mediante una guía teórica no será posible (Morris, 2020). De igual manera, Jhon Dewey quien es uno de los mayores referentes del aprendizaje experiencial, refiere que toda la educación genuina viene a través de la experiencia a pesar de que no todas las experiencias sean igual de educativas (Dewey, 1963).

El eje central del aprendizaje experiencial es la experiencia de vida, la cual es necesaria para que se dé el aprendizaje, ya que no es posible crear conocimiento sin que haya una transformación de la experiencia (Kolb, 2014). El aprendizaje experiencial no es una teoría de aprendizaje, sino que pretende ser un modelo holístico que integra la experiencia, la percepción, la cognición y el comportamiento (Kolb, 1984).

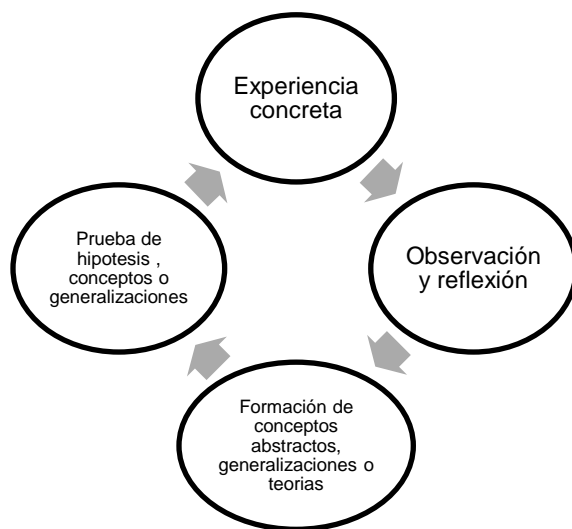
Existen varios modelos del ciclo de aprendizaje experiencial, de los cuales el más conocido es el propuesto por Kolb (1984). A continuación se revisan algunos de estos modelos:

- El modelo Lewiniano de Investigación y entrenamiento de laboratorio.
- El modelo de aprendizaje de Dewey's.
- El modelo de aprendizaje y desarrollo cognitivo de Piaget.

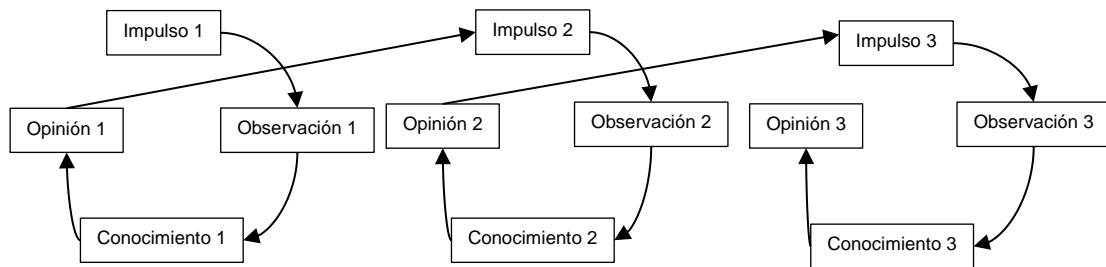
El modelo Lewiniano de aprendizaje establece que, en la investigación activa y el método de laboratorio, es fácilmente evidenciable el aprendizaje dado a que se inicia con la experiencia “en el aquí y el ahora”, continua con la colección de datos y observaciones sobre la experiencia, y finaliza con el análisis y producción de conclusiones las cuales retroalimentan la experiencia, producen el conocimiento, modifican el comportamiento y pueden dar pie a nuevas experiencias.

El modelo Lewiniano propone un ciclo de 4 pasos para el aprendizaje (Figura 3-1): La experiencia concreta que alimenta la observación y la reflexión, donde las observaciones a su vez son asimiladas como una teoría y dan pie a la formación de conceptos y generalizaciones que se convierten en hipótesis que luego son guía para nuevas experiencias ya que son susceptibles a ser puestas a prueba nuevamente. El estudiante o aprendiz es el protagonista del ciclo de aprendizaje ya que este depende de la experiencia personal (Kolb, 1984).

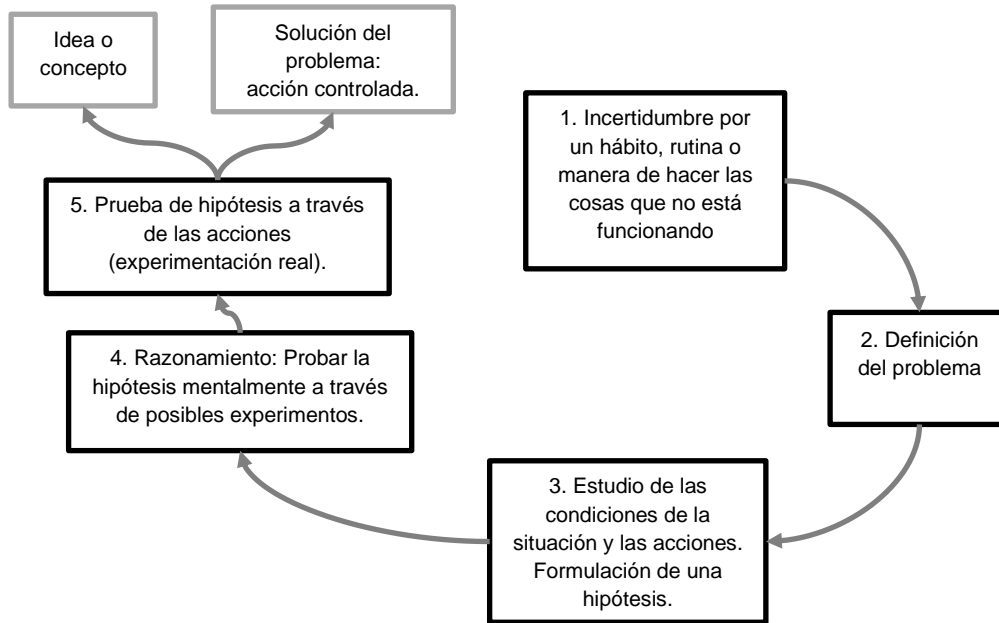
Figura 3-1: Modelo Lewiniano de aprendizaje experiencial según Kolb (1984).



El modelo de aprendizaje de John Dewey es bastante similar al modelo Lewiniano; inicia con la observación de las condiciones circundantes o del entorno, sigue con la obtención de información de lo que ha pasado en situaciones similares en el pasado, desde investigación o por experiencia de otros y por último junta la observación y la información para encontrar datos relevantes y construir opiniones o conclusiones (Figura 3-2). Dentro del modelo de Dewey, aparece un importante elemento: el impulso. Dewey afirma que un propósito es diferente a un impulso o a un deseo cuando se convierte en un plan y un método de acción. El impulso moviliza las ideas para llegar a la acción y el juicio (Kolb, 1984).

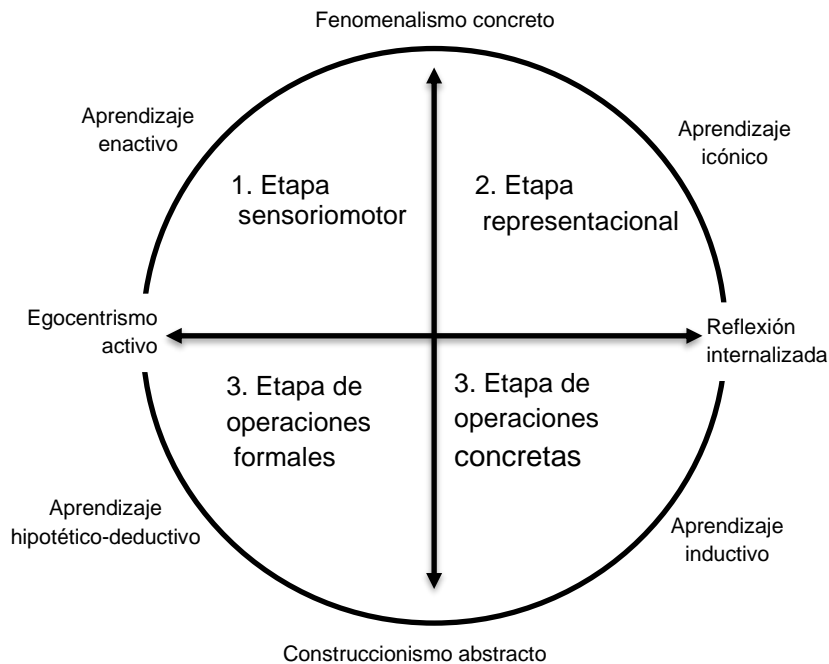
Figura 3-2: Modelo de aprendizaje experiencial de Dewey según Kolb (1984).

Para Dewey hay dos tipos de experiencias: primaria y secundaria. La experiencia primaria consiste en la interacción con el entorno físico y social, el uso de objetos y la manipulación del entorno. La experiencia secundaria es de reflexión acerca del entorno, los objetos y la experiencia primaria para llegar al conocimiento (Miettinen, 1998). Dewey establece un modelo de pensamiento reflectivo dentro del aprendizaje con 5 fases principales (Figura 3-3): en la primera fase se encuentra, mediante la experiencia, una situación perturbadora o de incertidumbre, luego se define el problema de la situación experimentada, en la tercera fase se estudian las condiciones de la situación y se formula una hipótesis, en la cuarta fase se realizan predicciones de resultados a experimentos de manera mental o teórica y en la quinta fase se ponen a prueba las hipótesis de manera real en la experimentación lo cual puede dar como resultado una situación controlada o un concepto que puede ser utilizado en otros contextos. El modelo de aprendizaje experiencial de Dewey difiere del modelo Lewiniano principalmente en la inclusión del pensamiento reflectivo.

Figura 3-3: Modelo de aprendizaje experiencial de Dewey según Miettinen (1998).

El modelo de aprendizaje y desarrollo cognitivo de Piaget (1970) se incluyen elementos esenciales para el desarrollo del pensamiento: concepto, experiencia, reflexión y acción (Figura 3-4). Piaget sostiene que así como en el desarrollo del pensamiento se va desde una vista concreta de los fenómenos hacia una vista abstracta y constructora, de la misma manera se ha desarrollado el saber científico (Piaget, 1970). Para Piaget el aprendizaje se da en la interacción entre el individuo y el ambiente, tal como lo plantean los modelos de Dewey y el modelo Lewiniano. Para Piaget se encuentran dos procesos: el proceso de “acomodación” donde los conceptos se acomodan al mundo o la experiencia, y el proceso de “asimilación” en el cual la experiencia se acomoda a los procesos; en el momento en que hay un balance entre estos dos procesos de acomodación resulta el aprendizaje. Si en un momento la acomodación predomina sobre la asimilación, se tiene la imitación, y si la asimilación domina sobre la acomodación se da el juego. Piaget es conocido por la propuesta de etapas de desarrollo cognitivo en los niños de 2 a 15 años, y estas etapas forman parte esencial de su modelo, ya que para Piaget el aprendizaje es un proceso constante que evoluciona y se modifica según la etapa en que se encuentra el aprendiz.

Figura 3-4: Modelo de aprendizaje y desarrollo cognitivo de Piaget según Kolb (1984).



Los tres modelos de aprendizaje anteriores, el modelo Lewiniano, el modelo de Dewey y el modelo de Piaget permiten diferenciar el aprendizaje experiencial de otros tipos de aprendizaje dirigidos más hacia el comportamiento como los propuestos por Watson o Skinner. El aprendizaje experiencial se diferencia en que las ideas no son algo inmutable, sino que son elementos del pensamiento que se forman y reforman a través de la experiencia, de manera cíclica, mas no lineal ni estática (Kolb, 1984)

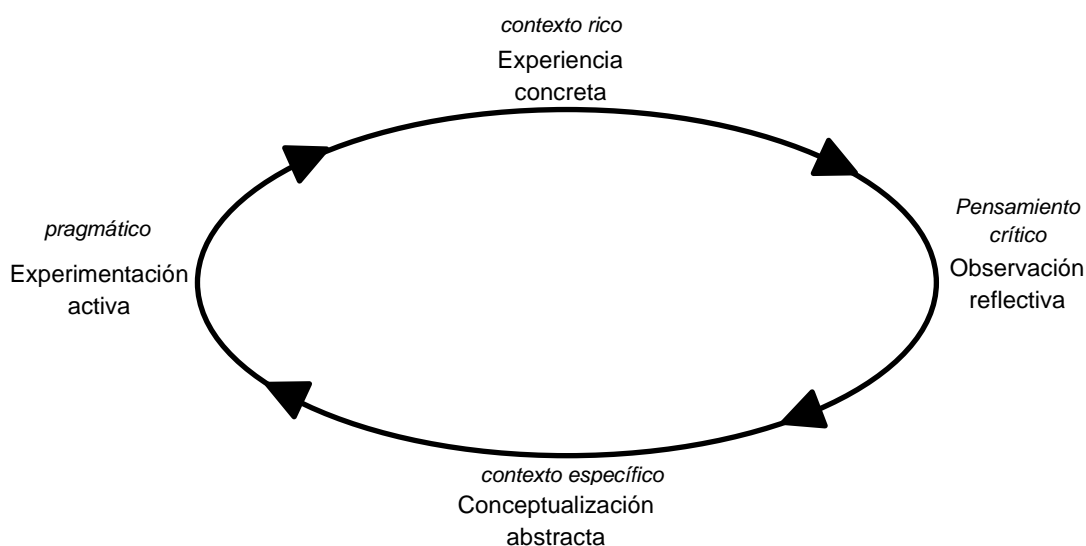
Según Kolb (1984) los aprendices requieren de 4 tipos de habilidades para que se dé el aprendizaje:

1. Habilidades concretas de experiencia: involucrarse totalmente y de manera abierta en nuevas experiencias.
2. Habilidades de observación reflectiva: reflexionar y observar sus experiencias desde varios puntos de vista.
3. Habilidades de conceptualización abstracta: crear conceptos que integren las observaciones en teorías lógicas.

4. Habilidades de experimentación activa: usar las teorías para tomar decisiones y resolver problemas.

Según Morris (2019), el modelo de aprendizaje experimental de Kolb (Figura 3-5) integra todas las similitudes entre los modelos de Lewin, Dewey y Piaget, para lograr resolver todos los desafíos educativos del siglo XXI.

Figura 3-5: Ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb según Morris (2019).



El proceso de aprendizaje se da con una experiencia concreta, en contexto y situada en un espacio y un tiempo determinado. Luego se da una observación reflectiva y un proceso de pensamiento crítico respecto a la experiencia concreta y el contexto previo, por lo cual de allí se da una construcción de significados que permite una conceptualización y construcción de teorías, que enseguida se ponen a prueba mediante la experimentación activa.

El concepto central del aprendizaje experiencial según el modelo de Kolb (1984) es que el individuo aprende haciendo, que debe estar involucrado en el proceso de manera activa, y se orienta por tareas donde los aprendices deben estar “manos a la obra” (Munge et al., 2018). Otra característica importante del aprendizaje experiencial es que los aprendices se encuentran físicamente en un ambiente rico en contexto y en un momento presente. Esto regularmente se da en colaboración entre compañeros, por lo cual, se ha demostrado

la importancia de la percepción sensorial y el contacto físico con el entorno. La experiencia de compartir con sus compañeros les permite estar unidos social, intelectual y físicamente lo cual soporta la naturaleza del aprendizaje experiencial (Karoff et al., 2017, Jordan et al., 2018). Es importante, para dar significancia a la experiencia, que los estudiantes puedan aprender de las interacciones sociales del lugar y a su vez identificar elementos naturales (Pipitone, 2018). Otro elemento que permite que se dé el aprendizaje experiencial es el hecho de involucrar nuevas experiencias, que sean desafiantes para los estudiantes y a su vez permitan que haya incertidumbre y curiosidad en ellos (Davidson et al., 2016)

El proceso de reflexión crítica y análisis por parte de los estudiantes es necesario para el aprendizaje, ya que solo así se podrá construir significancia. Este proceso reflexivo requiere de habilidades complejas de pensamiento que se pueden facilitar mediante el diálogo con pares y guías o docentes. El desarrollo de problemas se da en esta fase y también es el momento en que los aprendices comparan o comprueban las hipótesis que se habían planteado, mediante la observación. Es importante reflexionar los conceptos abstractos que anteriormente se conocían, para aplicarlos a la experiencia y construir su propio significado de estos (Collins et al., 2016). Después de la reflexión crítica respecto a la experiencia concreta viene la fase de conceptualización abstracta donde el aprendiz toma en cuenta que el lugar de la experiencia puede cambiar a través del tiempo, por lo cual, realiza un contraste entre el contexto previo y la realidad, se prueban las “hipótesis” que se tenían y se da lugar a la construcción de nuevos conceptos o hipótesis que se probaran en la siguiente fase (Morris, 2019). En esta fase es importante notar la construcción de conceptos basados en un contexto específico.

En la fase experimental se ponen a prueba los conceptos abstractos construidos en las dos fases anteriores, y se da una nueva experiencia, ya que la primera fue la observación del contexto, ahora se ponen a prueba las hipótesis construidas en la fase de conceptualización basada en el contexto específico. Esta fase permite desarrollar a los estudiantes habilidades de toma de decisiones y solución de problemas (Morris, 2019).

El proceso de aprendizaje experiencial tiene una fuerte carga emocional, ya que los estudiantes construyen anécdotas y recuerdos que permiten una mayor recordación y unión o asimilación de conceptos y construcciones. Las sensaciones físicas como el frío, los olores, el color, el sabor de la comida, juntos con las emociones experimentadas como felicidad, estrés o miedo permiten que los estudiantes consoliden el aprendizaje y los

recuerdos, generando conexiones entre ellos (Larsen, 2017). Durante la experiencia se presentan situaciones en las cuales los estudiantes deben negociar, llegar a acuerdos y resolver, por lo cual se da la toma de decisiones en los estudiantes; esto genera un vínculo emocional porque los lleva a tomar iniciativas propias y liderar procesos en conjunto. Según Morris (2019), el aprendizaje experiencial tiene como ejes fundamentales:

- Una experiencia concreta, centrada en un lugar y momento específico, además de una contextualización previa del aprendiz.
- El proceso de la experiencia se da regularmente de manera colaborativa entre compañeros, en grupos con un rol definido.
- El proceso de aprendizaje es regularmente basado en proyectos, por lo cual, requiere de competencias como indagación. Este aprendizaje muchas veces se relaciona con las metodologías de aprendizaje activo, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje activo y aprendizaje basado en proyectos.
- Se desarrollan competencias de análisis, indagación y reflexión crítica para consolidar el aprendizaje, pero mediante el trabajo colaborativo los estudiantes desarrollan competencias de comunicación, cooperación y pensamiento creativo.
- Finalmente, es importante y vital para el aprendizaje experiencial que la “experiencia” se de en contextos fuera del salón de clase físicamente y de preferencia en contextos nuevos para los estudiantes.

3.2 Aprendizaje basado en proyectos

El aprendizaje basado en proyectos es una de las metodologías más ampliamente usadas actualmente en la enseñanza de las ciencias. Este tipo de aprendizaje se centra en temáticas que sean de interés para los alumnos, por lo cual, tiene gran relación con líneas de investigación como “Ciencia, tecnología y sociedad” y “Educación ambiental”. Además esta forma de aprendizaje generalmente trabaja temáticas transversales a otras áreas del conocimiento como tecnología, matemáticas e ingeniería, por lo cual es muy importante dentro de la metodología STEM. El aprendizaje basado en proyectos está relacionado con modelos de aprendizaje por indagación, aprendizaje colaborativo, aprendizaje activo centrado en el aprendiz, clase invertida, gamificación y el uso rutinas de pensamiento entre otros (Sanmartí y Marquez, 2017).

Los inicios de la metodología de aprendizaje basado en proyectos se dan con Jhon Dewey al plantear el aprendizaje activo centrado en el estudiante. Esta metodología evolucionó del constructivismo donde psicólogos y docentes como Vygotsky y Jerome Burner centraron su atención en el uso de problemas intelectuales y aplicados para la enseñanza y el aprendizaje (Pascagaza y Bohórquez, 2019).

El aprendizaje en este modelo se centra en proyectos complejos basados en preguntas problema de difícil respuesta, que involucra a los estudiantes en el diseño, la solución de problemas, la toma de decisiones y/o actividades de investigación. De esta manera, los estudiantes trabajan autónomamente y el resultado se da en productos reales, prototipos y/o presentaciones de tipo científico (Jones et al., 1997).

Según Sanmartí y Marquez (2017) La metodología de aprendizaje basado en proyectos tiene varios aspectos fundamentales:

1. Se parte de una situación problema o un contexto específico.
2. Se realiza una investigación para dar respuesta a preguntas planteadas al inicio y durante el proyecto.
3. Se conceptualiza a partir del contexto y la investigación realizada.
4. Se da la evaluación auténtica con objetivos específicos.
5. Se da trabajo autónomo a los estudiantes en gran parte del proyecto.
6. El profesor cumple el papel de guía mas no de director.
7. Se da mediante trabajo cooperativo en grupos heterogéneos.
8. Se finaliza con alguna acción real que planifican los propios estudiantes.

Uno de los elementos más importantes para el aprendizaje basado por proyectos es el contexto en que se desarrolla la experiencia de aprendizaje. Sanmartí y Marquez (2017), proponen que el contexto es el escenario y por lo tanto es necesario hacer una correcta escogencia del mismo ya que de éste depende: la utilidad y aplicabilidad del conocimiento aprendido y generado, la construcción de conocimiento científico transferible y de interés “público” , poder generar una actividad científica que permita la indagación, argumentación y modelación; que se generen emociones positivas en los aprendices que permita su interés en el proyecto, la formulación de preguntas, el implicarse activamente en la búsqueda de soluciones y toma de decisiones.

Thomas (2000) presenta 5 elementos o criterios que deben cumplir en su mayoría los aprendizajes basados en proyectos:

1. Los proyectos son centrales, no de manera periférica al currículo: Los proyectos son el currículo y mediante éste los conceptos disciplinares son aprendidos. Si un proyecto está por fuera del currículo no se determina aprendizaje basado en proyectos.
2. Los proyectos se centran en preguntas o problemas que guían a los estudiantes a encontrarse con los conceptos disciplinares: En los proyectos los estudiantes deben encontrar una conexión entre la actividad y los conocimientos conceptuales de la ciencia. Se da el uso de preguntas problema o preguntas guía.
3. Los proyectos involucran a los estudiantes en una construcción investigativa: La investigación es un proceso con un objetivo claro que involucra indagación, construcción de conocimiento y resolución. Los proyectos pueden incluir toma de decisiones, búsqueda de problemas, solución de problemas, descubrimiento o construcción de modelos. La investigación debe involucrar construcción y transformación de conocimiento para ser catalogado como aprendizaje basado en proyectos.
4. Los proyectos son guiados en gran parte por los estudiantes: Los proyectos no deben ser guiados por el docente, los estudiantes deben construir sus propias preguntas de investigación y tener tiempo de trabajo sin supervisión.
5. Los proyectos son realistas, no solo a nivel de colegio: Los proyectos deben ser auténticos y contener temas, tareas, roles y contextos donde se desenvuelvan los estudiantes. Se desarrollan en escenarios de la vida real donde la solución puede ser implementada o alimenta el conocimiento científico real sobre el asunto de trabajo.

El aprendizaje basado en proyectos es una metodología muy útil especialmente para cursos que tienen un enfoque aplicado, ya que promueve el desarrollo de conocimientos aplicables en diversos contextos y además permite desarrollar competencias, las cuales se dan según la interacción estructurada y formativa con los pares. Unas de las competencias que más desarrolla el aprendizaje basado en proyectos son aquellas asociadas al trabajo colaborativo como la comunicación asertiva, la negociación y la

argumentación, puesto que los estudiantes deben contrastar puntos de vista, llegar a acuerdos y dividir tareas en pro de un bien común (Pascagaza y Bohórquez, 2019).

Por lo anterior el aprendizaje colaborativo, o el trabajo cooperativo, son enfoques que permiten que se dé el aprendizaje basado en proyectos ya que los estudiantes deben organizarse en grupos de trabajo y producir juntos siguiendo la línea de una hipótesis y/o una pregunta de investigación. El trabajo en grupo permitirá que se cumplan las metas del trabajo de manera eficiente y dentro del tiempo estipulado puesto que los estudiantes tendrán un rol definido y una responsabilidad asignada en pro del bien común (Mujica-Rodríguez, 2012). Se espera que en el aprendizaje basado en proyectos los estudiantes elaboren el proyecto en tres etapas: planificación, desarrollo, y análisis de resultados. En la planificación los estudiantes identifican el problema, plantean su hipótesis y determinan los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto; en el desarrollo los estudiantes investigan, formulan soluciones y llevan a cabo la experimentación o el desarrollo de un producto; y en el análisis de resultados se da la presentación del producto o los resultados finales y conclusiones de la investigación (Brooks, 2006).

Las principales “fases” para la formulación de un aprendizaje basado en proyectos propuestas por Mujica-Rodríguez (2012) consisten en la organización de equipos, la asignación de roles o la escogencia de estos, la definición del problema, investigación y fundamentación del proyecto por parte de los estudiantes, creación de propósitos y objetivos del proyecto, establecimiento de una metodología a seguir, prueba piloto o experimentación, resultados e impacto, exposición y evaluación. Finalmente, el aprendizaje basado en proyectos es una metodología enseñanza-aprendizaje ampliamente empleada en la enseñanza de las ciencias que ha demostrado el desarrollo de competencias mediante el aprendizaje activo centrado en el estudiante y el trabajo cooperativo. Esta forma de aprendizaje representa grandes tiempos de planeación para el docente, sin embargo, también permite la guianza del mismo y acompañamiento al trabajo autónomo de los estudiantes durante la realización del proyecto y la evaluación de éste mediante la presentación final y el desarrollo, en vez de evaluaciones conceptuales o memorización (Pascagaza y Bohórquez, 2019).

3.3 Aprendizaje cooperativo

El aprendizaje cooperativo es un enfoque metodológico que tomó gran fuerza en el inicio de la década de 1980 con el análisis de Johnson et al., (1981) a varios estudios sobre los efectos de las estructuras de aula de competitividad, individualismo o cooperatividad en la efectividad de los estudiantes. Allí encontraron que la cooperación resultaba en mejores desempeños y aprendizajes que la competencia y el individualismo, sin importar el área del conocimiento en donde se diera el análisis, la edad de los aprendices o las tareas a resolver. Se encontró que el aprendizaje cooperativo no solo tenía importantes efectos en el desempeño de los estudiantes sino también en la motivación, la socialización y el desarrollo personal de los estudiantes (Gillies, 2016).

Los autores más reconocidos y principales exponentes del aprendizaje cooperativo son David Johnson, Roger Johnson, Edythe Houlbec y Robert Slavin (Johnson et. al, 1999).. Johnson, Houlbec y Johnson afirman que el aprendizaje no es algo que se brinda a los estudiantes, sino que es un proceso que requiere su participación directa y activa, si no, es imposible que se dé. Estos autores, también establecen que la cooperación consiste en el trabajo en equipo para la consecución de objetivos comunes, por lo cual, definen al aprendizaje cooperativo como el empleo de trabajo en grupos pequeños de alumnos para conseguir el aprendizaje propio y en equipo (Johnson et. al, 1999).

Johnson et. al, (1999) presentan tres tipos de grupos o equipos a formar para experiencias de aprendizaje cooperativo:

1. **Grupos formales:** Son grupos que funcionan para un periodo de tiempo específico, puede ser corto (una sesión de una hora) o largo (un periodo académico, varias sesiones) para completar una tarea de aprendizaje asignada por el docente. Cuando se emplean estos grupos es necesario que el docente especifique los objetivos de la clase, explique la tarea asignada y la interdependencia entre alumnos, supervise el aprendizaje, brinde apoyo y evalúe el aprendizaje individual y grupal.
2. **Grupos informales:** Estos grupos se emplean en sesiones de algunos minutos hasta una hora. Generalmente se conforman para clases magistrales, de explicación,

primer contacto con un concepto o una actividad especial. Permiten centrar la atención de los alumnos, crear expectativa y propiciar un ambiente de aprendizaje. La actividad suele ser pequeñas charlas en las cuales socializar o discutir por un espacio de algunos minutos.

3. Grupos de base: Estos grupos se manejan en largos periodos de tiempo (por ejemplo, un año lectivo, un semestre) y son grupos conformados de manera heterogénea con el objetivo de brindar apoyo entre los integrantes, alcanzar relaciones interpersonales estables y duraderas y tener un buen desarrollo cognitivo.

Además de los tipos de grupo, también se encuentran los métodos de aprendizaje cooperativo desarrollados por diversos investigadores y recopilados por Slavin y Jhonson (1999) en su libro “Aprendizaje cooperativo: teoría, investigación y práctica”. Estos métodos son diversas técnicas de aprendizaje cooperativo para su puesta en práctica, allí encontramos:

Aprendizaje en equipo de alumnos: Son un conjunto de métodos que además de centrarse en el trabajo en equipo para el aprendizaje y la responsabilidad del aprendizaje propio y el de los compañeros, se centran en el éxito conjunto, la consecución de objetivos y el aprendizaje como equipo. En estos métodos los equipos pueden ganar recompensas por alcanzar criterios determinados o completar tareas, sin competir con los otros equipos, solo al llegar a un punto determinado del proceso. Otro elemento importante es la responsabilidad individual que permite que los estudiantes se apropien de su proceso al ser evaluados de manera individual ya que el resultado será grupal, por lo cual todos los miembros trabajan no solo en su propio aprendizaje sino en el de sus compañeros. Por último, estos métodos garantizan una igual oportunidad de éxito para todos los estudiantes, ya que el aporte al grupo se da cuando cada individuo mejora su desempeño individual anterior, por lo cual, la mejoría es en comparación a sí mismo.

También se encuentran otros métodos de aprendizaje cooperativo diferentes al aprendizaje grupal como la investigación grupal, el aprender juntos, la enseñanza compleja y métodos estructurados en parejas. Para que se dé un buen funcionamiento de los grupos de trabajo, sin importar si son formales, de base o informales, o bajo qué metodología se esté trabajando, es importante tener en cuenta varios aspectos. Usualmente los

estudiantes pueden tener desacuerdos y conflictos por las diferentes opiniones de los miembros e incluso situaciones personales, sin embargo, es necesario que estos aspectos o problemas sean solucionados para poder contribuir a la consecución de objetivos grupales. Para esto Johnson y Johnson (2009) proponen cinco elementos fundamentales para lograr que se dé el aprendizaje cooperativo según los grupos de trabajo.

El primer elemento es la interdependencia positiva en la cual todos los miembros son conscientes de que su desempeño individual tiene repercusión en sus compañeros y sus desempeños por lo cual deben sincronizarse. En el momento en que los estudiantes entienden que cada uno debe cumplir con su sección de trabajo asignada para cumplir el éxito, en ese momento se da la interdependencia. Para esto es importante asignar diferentes partes del trabajo a cada miembro (Deutsch, 1949). El segundo elemento clave es promover la interacción y la colaboración entre compañeros del grupo. Trabajar en equipo, cuestionar al otro, compartir material y dar retroalimentación a sus compañeros son elementos que permiten que los estudiantes sientan apoyo por parte de sus compañeros y quieran brindarlo así mismo cuando sea posible. Así mismo, el proveer ayuda permite al equipo reestructurarse según las incógnitas que se presentan. El tercer componente es que cada estudiante pueda dar razón de su tarea, su avance y cumplimiento a sus compañeros, así cuando un estudiante no está cumpliendo la meta sus otros compañeros pueden intervenir ayudándole o recordando su responsabilidad. Como cuarto elemento se encuentran las habilidades y competencias sociales o interpersonales que les permitirán a los estudiantes llegar a acuerdos, resolver problemas y promover el apoyo. Entre estas competencias se encuentran la escucha activa, el compartir ideas y recursos, los comentarios constructivos hacia sus compañeros, aceptar responsabilidad de las propias acciones, tomar decisiones de manera democrática. El último elemento es el procesamiento de grupos, el cual involucra que los estudiantes sean conscientes y reflexionen sobre sus relaciones interpersonales al interior del grupo, además de su trabajo respecto a la tarea asignada. Esto se puede hacer con preguntas de reflexión guiadas acerca de lo que han alcanzado como grupo, qué les falta por alcanzar y qué deben hacer para cumplir su propósito (Gillies, 2016).

Un aspecto fundamental que el docente debe tener en cuenta y que muchas veces representa un gran reto es el número de integrantes por grupo. Algunos análisis como los realizados por Lou et al. (1996 y 2001) demuestran que se alcanza un mayor desempeño en grupos de trabajo colaborativo pequeño, entre 3 a 4 estudiantes, en comparación a grupos de 5 a 7 estudiantes o en trabajo individual. Se cree que los resultados se deben a que se da mayor desempeño porque se requiere mayor cooperación en las tareas cuando son pocos integrantes, además la interacción entre ellos es más constante y directa.

Finalmente, se ha demostrado que el aprendizaje cooperativo es una práctica pedagógica que realmente promueve el aprendizaje y la socialización en los estudiantes (Gillies, 2016). El trabajar por un objetivo en común incrementa la productividad en comparación al trabajo individual. Además, aparecen otros factores como la motivación, la interdependencia entre pares y el desarrollo de habilidades sociales. No siempre los grupos van a trabajar realmente de manera cooperativa, o los miembros van a aportar en la misma medida, sin embargo, mediante la reflexión, la responsabilidad individual y la mediación, es posible lograr que los estudiantes puedan continuar desarrollando las habilidades y competencias necesarias para lograr trabajar cooperativamente.

3.4 Enseñanza de las ciencias en segunda lengua

Se ha demostrado que el lenguaje académico cumple un papel muy importante dentro del proceso de aprendizaje de los estudiantes en el área de las ciencias. De igual manera, se ha llegado a un consenso general en el cual actualmente el idioma inglés es conocido como el lenguaje de la ciencia de manera internacional, y la mayoría de artículos de divulgación o científicos cuentan con mejores índices al ser escritos en inglés (Larsson y Jakobsson, 2020). Dado a esto ha aumentado la enseñanza de las ciencias en idioma inglés, para que los estudiantes se familiaricen con el vocabulario y de igual manera desarrollen y refuercen sus competencias en esa lengua. Esto representa un gran reto para estudiantes y profesores, ya que requiere el manejo del contenido disciplinar de las ciencias, y el contenido del nuevo lenguaje de manera simultánea, por lo cual se ha reportado una relación entre la proficiencia del estudiante en el segundo idioma, y el desempeño en el área de ciencias; ya que, si el estudiante no maneja el segundo idioma, será complicado que logre desarrollar las competencias científicas esperadas (Fung, 2020).

Esta situación de enseñanza en el área de ciencias no solo se ha reportado para colegios y modelos educativos de modalidad bilingüe e inmersiva, sino también en estudiantes extranjeros que llegan a un país anglohablante. Para estos casos Buck (2000), propone algunas estrategias pedagógicas que pueden ser de gran ayuda. Este autor refiere que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias lleva en sí la indagación, los acercamientos activos “*hands-up*” y las representaciones visuales; por lo cual recomienda utilizar frecuentemente medios audiovisuales, representaciones gráficas del proceso que se está trabajando o el concepto que se está socializando, dar direcciones claras y paso a paso, tener una lista de términos relacionados con el contenido en el segundo idioma acompañados de sus representaciones gráficas, repetir algunas frases que contentan vocabulario complicado de manera lenta y utilizando sinónimos, resumir en varios momentos de la clase lo que hasta el momento se ha aprendido o trabajado, promover el trabajo cooperativo entre estudiantes con alto nivel en la segunda lengua que permita a los estudiantes con bajo nivel en la segunda lengua practicar y aprender. Para los estudiantes Buck (2000) propone estrategias de aprendizaje como esquematizar el conocimiento previo o generar preguntas de manera frecuente. También propone que la formación en ciencias en segunda lengua se haga mediante portafolios, respuestas orales y posters.

Los programas que se basan en el aprendizaje de contenido y lenguaje de manera integrada se conocen como CLIL (*Content and Language Integrated Learning*), y es el enfoque más adoptado dentro de la educación bilingüe. Estos programas se basan en “Aprender para usar el lenguaje y usar el lenguaje para aprender”. En este enfoque los estudiantes se enfocan en competencias disciplinares y comunicativas. Este enfoque ha sido blanco de grandes discusiones y se han encontrado grandes ventajas y avances en las competencias comunicativas de los estudiantes en la segunda lengua e incluso en su lengua materna, sin embargo, también se ha discutido ampliamente el desarrollo de las competencias científicas cuando los estudiantes no cuentan con un nivel avanzado. Los principales beneficios para los estudiantes se han encontrado en competencias de producción oral, escritura y lectura; también en el uso de un amplio vocabulario científico en la segunda lengua, fluidez, pronunciación y escucha activa (Huang, 2020).

Ya que varias dificultades se han demostrado si el conocimiento de la segunda lengua no es suficiente para la transmisión y aprehensión del conocimiento científico, se ha propuesto

varias estrategias para lograr estimular el desarrollo de la segunda lengua y a su vez las competencias científicas. Una estrategia, que muchas veces es penalizada, es el “*code switching*” que consiste en cambiar de un lenguaje a otro durante el discurso para clarificar ideas y conceptos o relaciones vocabulario. En este momento, los estudiantes aprenden de manera bilingüe y ellos pueden generar diferentes concepciones en ambos lenguajes de manera mental (Ferreira, 2011).

El utilizar investigación y trabajo práctico para clarificar los conceptos, es una estrategia que permite construir significado propio de conceptos claves por parte de los estudiantes. El uso de investigaciones propicia la base para el conocimiento disciplinar del área, la interpretación de datos y el desarrollo de competencias de observación. Las actividades prácticas promueven que el estudiante centre su atención en la demostración o el procedimiento y no en la dificultad de comunicación que puede representar un bajo nivel en la segunda lengua. Además, el trabajo práctico constituye una de las mejores estrategias en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, por lo cual el aprendizaje experimental permite que se dé la conexión entre el lenguaje en contexto y las habilidades de comunicación en la segunda lengua. Dentro del trabajo práctico y el uso de investigaciones es importante emplear un modelo basado en la indagación donde el trabajo práctico, el uso de reportes y formatos estructurados permita a los estudiantes familiarizarse con el vocabulario y tener un buen desarrollo de competencias científicas (Schaffer, 2007). Dado lo anterior, encontramos la estrategia del trabajo práctico y experimental como una de las más apropiadas para “superar” la barrera que puede significar para muchos estudiantes el idioma, sin dejar de lado la apropiación del lenguaje.

3.5 Enseñanza del método científico

El método científico ha sido desde siempre una metodología, enfoque y filosofía de la ciencia, que ha contado con una gran polémica y discusión alrededor de sí misma. Muchos se preguntan si el método científico es una receta mágica o una lista de pasos que indudable y fielmente llevarán a un conocimiento científico confiable; sin embargo, la respuesta siempre será no. El método científico contiene estrategias y procedimientos base que pueden ayudar en el entendimiento del mundo natural, el universo y sus fenómenos y que tiene como eje central la “falsabilidad” de las hipótesis y el conocimiento (Popper, 1959). Esta perspectiva del método científico se ha expandido en las ciencias como la Biología y la Ecología, lo cual sugiere, que es un método que es útil para organizar

pensamientos y procedimientos en cuánto al proceso de investigación y generación de conocimiento científico. Por lo tanto, dentro de la enseñanza del método científico y la discusión de si debe o no ser enseñado, se debe generar un consenso en los términos y “pasos” componentes del método científico para que no se dé lugar a confusiones y mal planteamiento del pensamiento científico para los estudiantes (McPherson, 2001).

La observación usualmente es el primer paso o aquel que inicia el proceso del método científico. La competencia de observar conlleva a su vez el desarrollo de descripciones por parte de los estudiantes acerca de lo observado. De igual manera, la observación lleva a cuestionarse si lo observado es una generalidad, una muestra o cuál es su causa. En consecuencia, después de la observación usualmente se da la formulación de preguntas y construcción de hipótesis referidas a la generalidad o particularidad de la observación. Hasta este momento no se ha puesto a prueba la hipótesis, por lo cual no se ha dado el uso del método hipotético deductivo, sin embargo, en el momento en que la hipótesis se pone a prueba a través de la experimentación u observaciones más profundas, en este momento se pone en marcha el método hipotético deductivo propuesto por Popper, ya que para poner a prueba una hipótesis se requiere de pensamiento lógico deductivo que conlleve a la elaboración y seguimiento de un diseño experimental. Por lo tanto, las hipótesis construidas por los estudiantes deben establecerse de manera que puedan ser probadas (McPherson, 2001).

Para muchos docentes del área de ciencias, la enseñanza del método científico puede quedar olvidada o les es difícil de incluir, ya que en sus planes curriculares no está de manera explícita y debe ser un proceso transversal. Por lo anterior, se ha propuesto por algunos autores que la mejor forma de abordar la enseñanza del método científico es a través de proyectos de investigación científica guiados paso a paso a los estudiantes. (Bowen-Stevens et. al, 2011).

Powner (2006) afirma que la enseñanza del método científico muchas veces se basa en una lectura sobre epistemología y filosofía de las ciencias, el descubrimiento de la verdad o el proceso de investigación científica. Sin embargo, esto solo lleva a discusiones básicas que no revelan la verdadera naturaleza del método científico. Este autor propone, entonces, que la metodología de aprendizaje activo permite a los estudiantes desarrollar la capacidad de hipotetizar y probar el conocimiento generado. Powner (2006) propone

una actividad en la cual los estudiantes tienen un objeto desconocido envuelto en tela y deben en grupos hipotetizar acerca de su naturaleza, por medio de la observación de su forma, la descripción de sus características y la discusión con su grupo de trabajo. Luego los estudiantes deben poner a prueba su hipótesis descubriendo el objeto, sus observaciones serán las que probarán la hipótesis y determinarán si se acepta o se niega. Aquí es posible evidenciar una analogía al método científico, donde el objeto cubierto es el conocimiento por descubrir a través de la observación, la formulación de preguntas, la generación de hipótesis y la puesta a prueba de éstas, para poder generar conclusiones según los resultados obtenidos. Esta aproximación a la enseñanza del método permite que el estudiante sea el protagonista del proceso investigativo y entienda la importancia de cada paso dentro del método.

Otro enfoque que ha sido reconocido como útil o ideal para la enseñanza del método científico es el currículo o aprendizaje basado en la indagación. Se ha asociado el aprendizaje basado en indagación con las actividades experimentales o “*hands-on*” que permiten al estudiante ser el protagonista del proceso de aprendizaje (Willden et. al, 2002), también se ha asociado con el entendimiento y construcción de conocimiento científico, desarrollando argumentación y razonamiento basado en modelos para los estudiantes (Hammer, 2008).

Tang et. al, (2010) propone que la indagación científica es el conjunto de explicaciones científicas coherentes de los fenómenos naturales; y ésta permite el razonamiento, la argumentación científica, soportar las afirmaciones con evidencia y la formulación de hipótesis. Por lo tanto, el proceso científico debe darse en la compañía de pares ya que la indagación requiere de la interacción de saberes, el desarrollo de lenguaje científico y la comunicación cotidiana. El papel del docente es la guía a los estudiantes a través de la metodología de investigación, demostrando que cada paso tiene una importancia en la secuencialidad ya que se requiere del anterior para avanzar y los anteriores a su vez complementan el paso actual o los siguientes. También Tang et. al (2010), define como otro elemento importante el vocabulario debido a que la terminología correcta permitirá que los estudiantes tengan un mayor entendimiento y apropiación de la metodología científica.

Se ha reportado que la enseñanza del método científico no solo ha aportado a la formación científica, sino que también promueve una formación en valores éticos, puesto que en la vida académica es muy importante la ética profesional y científica. Çenberci (2018), afirma

que durante la etapa formativa de los estudiantes, sin importar su nivel de escolaridad, se presentan situaciones de deshonestidad como el plagio, el hacer trampa, cambiar exámenes, hacer copia durante exámenes, etc. En la práctica académica y de investigación científica se encuentran varios elementos que promueven la honestidad y la ética, como la importancia de la citación, la estructura de la investigación científica, los métodos usados en la ciencia, el muestreo y las técnicas de recolección de datos. El ejercicio investigativo requiere de ética; así mismo, en la enseñanza, el aprendizaje y el uso del método científico es muy importante que los datos recolectados sean confiables, replicables y que se dé la citación de otros autores cuyos resultados puedan soportar mis conclusiones. Lo anterior promueve en los estudiantes una cultura de la honestidad y la ética.

3.6 Las salidas de campo en la enseñanza de las ciencias

En el ejercicio de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, se enfrentan grandes retos a diario. Uno de ellos es lograr cautivar el interés de los estudiantes para que la motivación permita los procesos de aprendizaje y de desarrollo de competencias científicas. Las metodologías activas y experienciales son aquellas que han demostrado una mayor eficacia para este fin, desarrollar el proceso de aprendizaje contando con la motivación de los estudiantes. Una estrategia que ha sido objeto de estudio es el papel de las experiencias en campo en el aprendizaje de las ciencias. Los primeros en promover la necesidad de un proceso de enseñanza-aprendizaje fuera del aula fueron John Dewey, Maria Montessori y Célestin Freinet, en los siglos XIX y XX (Morales, 2018).

Para que una salida de campo se determine como “educativa”, debe tener un propósito de aprendizaje definido, el cual genere una conexión entre los saberes y conceptos de los estudiantes, la disciplina y la experiencia (Krepel y DuVall, 1981). Se espera que los estudiantes obtengan a través de la salida de campo experiencias de primera mano, que se genere interés y motivación por la ciencia, que el aprendizaje y las relaciones interpersonales tengan mayor relevancia y que las habilidades de observación de los estudiantes y su desarrollo personal se fortalezcan. Las salidas de campo se dan en locaciones que no pueden ser “simuladas” en un salón de clase, donde los estudiantes tienen la oportunidad de ver y conocer realmente el funcionamiento de la naturaleza y estas

observaciones se espera sean conectadas con conceptos previos adquiridos en el salón de clases o en años escolares anteriores (Behrendt y Franklin, 2014).

Las salidas de campo se enmarcan en el aprendizaje experiencial, ya que permiten a los estudiantes un aprendizaje de primera mano, basado en las experiencias sensoriales y personales de cada estudiante, donde se dan actividades de exploración y el aprendizaje se produce cuando se aplican los conceptos disciplinares para obtener un resultado ya sea un concepto o una respuesta (Kolb, 1984). El aprendizaje experiencial que se desarrolla dentro de las salidas de campo tiene beneficios significativos cuando se da mediante el trabajo cooperativo, ya que los estudiantes se encuentran más interesados, motivados, y la interacción entre ellos es voluntaria para llegar a un fin en común si se encuentran trabajando en un proyecto o problema y permite que los estudiantes no sientan la presión de un aprendizaje tradicional. El incluir formatos y proyectos estandarizados con concordancia al currículo y conceptos disciplinares, permite que los estudiantes lleven a cabo el aprendizaje mediante el ciclo propuesto por Kolb, ya que tienen una experiencia, reflexionan, analizan, prueban sus ideas y crean nuevas experiencias (Behrendt y Franklin, 2014).

Las salidas de campo promueven el desarrollo de las competencias de observación, percepción a través de los sentidos, curiosidad, formulación de preguntas e indagación e incluso, cuando se dan en un lugar desconocido, se aprovechan para el conocimiento y entendimiento de otras comunidades y formas de vida (Nabors et al., 2009). A estas competencias se añade que las salidas de campo promueven las conexiones personales entre estudiantes que sirven, no solo para un mejor proceso de aprendizaje conceptual, sino también para el desarrollo de conexiones emocionales entre ellos y de ellos hacia la ciencia que puede incrementar la motivación y la pasión ya sea por los temas ambientales, por el cuidado de la naturaleza, el conocimiento y cuidado de la biodiversidad, fauna y flora e incluso problemáticas sociales. El tener un interés específico influye positivamente en la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje, ellos mismos son quienes guían su proceso y quieren encontrar las respuestas a las preguntas que les surgen, incrementa su curiosidad y el valor del profesor se encuentra en ser el guía que permita el descubrimiento por parte de los estudiantes para la construcción de conexiones entre saberes previos, observaciones y nuevos conceptos abordados (Behrendt y Franklin, 2014).

La duración de la salida de campo, cuando se extiende a más de un día, y requiere de la convivencia de una noche, promueve el fortalecimiento y construcción de relaciones y vínculos socio-afectivos entre pares, entre el grupo de estudiantes y los docentes e incluso con los guías del lugar de la salida de campo. De igual manera, en estudiantes adolescentes, la salida de campo promueve la independencia, la responsabilidad por las acciones propias, pertenencias y cumplimiento de horarios (Pace y Tesi, 2004).

El papel del docente es muy importante en el proceso de preparación y desarrollo de las salidas de campo. Se ha reportado una baja preparación para los docentes en formación en el área de las ciencias respecto a las salidas de campo, por lo que una vez el docente ya se encuentra en el ejercicio de su profesión no conoce el proceso de planeación y puede no tomar en cuenta muchos aspectos que se pueden dar durante la salida de campo. Así mismo, se ha demostrado que los docentes que han sido formados mediante alguna salida de campo, o que tienen formación científica y han tenido varias salidas de campo en su proceso de formación, tienen una gran experiencia en la construcción de salidas de campo y su planeación, lo cual permite una implementación de las salidas de campo de manera organizada y efectiva (Tal y Morag, 2009). Es importante que el docente prepare no solo la parte logística de la salida de campo, sino que también tenga una apropiada planeación del proceso de aprendizaje de los estudiantes. El docente debe conocer la locación a visitar para poder tener experiencias previas a la salida, donde los estudiantes tengan claro el propósito de la actividad, los conceptos requeridos para el trabajo en campo, los materiales definidos, los grupos de trabajo y además se cree expectativa en los estudiantes que los motive a asistir a la salida de campo. Es muy valioso que el docente conecte los saberes previos de los estudiantes con la experiencia, los conceptos a aprender y además que pueda hacer visible la aplicación de este conocimiento en el presente de los estudiantes (Pace y Tesi, 2004).

Durante el desarrollo de la salida de campo es importante que el docente acompañe a los estudiantes en el conocimiento del lugar y empiece a generar conexiones con los saberes previos de los estudiantes. El docente debe cumplir el rol de motivador para mantener a los estudiantes interesados y vinculados con la experiencia. El uso de reportes, talleres o instrucciones puede ayudar como guía en la exploración, la observación y la interacción de los estudiantes; es importante que se lleve a la reflexión grupal e individual de la experiencia, la conexión con los saberes previos y con la preparación curricular para que

se genere el aprendizaje en los estudiantes. Después de que se haya llevado a cabo la salida de campo es importante que el aprendizaje sea reforzado en las siguientes sesiones de clase. El que se recuerden anécdotas vividas permitirá a los estudiantes reforzar también los conceptos que se abordaron en ese momento, la reflexión y el trabajar con los datos recolectados durante la salida permitirá a los estudiantes valorar la experiencia y reconocer la importancia del aprendizaje (Behrendt y Franklin, 2014).

Es así que las salidas de campo pueden dividirse en tres fases. La primera fase es donde se da la “construcción de significados”, en la cual se prepara a los estudiantes para la experiencia desde lo cognitivo, lo geográfico y lo psicológico. Así tendrán una idea de las características del lugar a visitar, tendrán igualmente un imaginario a contrastar y unos conceptos a contextualizar allí. La segunda fase es el desarrollo de la salida de campo durante la cual los estudiantes se dedicarán a investigar y comprender un fenómeno científico determinado. La última fase es la reflexión acerca de la salida de campo, el análisis de la información y la resolución de dudas (Orion, 2007) .

Finalmente, las salidas de campo ofrecen una experiencia realista, interesante y motivadora para los estudiantes y docentes en el área de las ciencias naturales. Cada estudiante tendrá una experiencia sensorial única y diferente, que activará variados tipos de memoria según su percepción, pero que permitirá que el aprendizaje dado mediante la observación, la indagación y la interacción social sea consolidado. Las salidas de campo promueven la motivación y el interés de los estudiantes hacia la ciencia y fortalecen el vínculo entre pares y entre estudiantes y el docente.

4. Desarrollo de competencias científicas en estudiantes de secundaria siguiendo el método científico mediante miniproyectos de investigación durante una salida de campo

4.1 Introducción

El método científico se ha empleado desde hace varios siglos como guía para el desarrollo de la investigación científica y la producción del conocimiento. Dentro de la enseñanza de las ciencias el método científico hace parte de uno de los principales ejes de trabajo para el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de secundaria. Entorno a la unicidad del método científico y si es apropiado su enseñanza en la educación básica primaria, secundaria o media; se han generado varias discusiones. Se ha encontrado que, aunque no es un único método infalible, o una receta mágica que siempre llevará a la veracidad del conocimiento; si es un método que permite el desarrollo del pensamiento investigativo y la organización de procedimientos que permiten la generación del conocimiento científico (McPherson, 2001).

Se han dado diferentes aproximaciones en la enseñanza de las ciencias respecto al método científico, tales como discusiones epistemológicas de la ciencia (Powner, 2006), acercamientos a prácticas experimentales que requieren de observación, formulación de preguntas, construcción y prueba de hipótesis (Bowen-Stevens et. al, 2011).; y desarrollo del aprendizaje basado en la indagación (Tang et. al, 2010). Las aproximaciones en donde el estudiante guía el proceso investigativo y desarrolla de manera práctica el método científico, han sido reconocidas como las más efectivas para que se dé el proceso de aprendizaje, ya que el estudiante ve la aplicación del conocimiento generado y puede aplicarlo a otros contextos.

Por lo anterior, el aprendizaje experiencial es un enfoque que permite el aprendizaje del método científico a través de la práctica, puesto que sostiene que el aprendizaje se da cuando el estudiante está en contacto con la realidad a través de los sentidos de manera directa. Para que el aprendizaje experiencial se dé, el estudiante debe aprender haciendo y debe estar involucrado de manera activa, para lo cual se requiere estar en un contexto físico que brinde información al estudiante y donde se pongan en práctica habilidades de percepción sensorial, procesos cognitivos de relación de conceptos disciplinares con la realidad y habilidades de interacción social (Kolb, 1984).

El aprendizaje basado en proyectos es una metodología que permite la aplicación del método científico de manera práctica dentro de un contexto, para que los estudiantes desarrollen actividades de investigación de manera autónoma donde puedan producir conocimiento de tipo científico aplicable a la realidad y con significancia para ellos. Uno de los factores más importantes para el aprendizaje basado en proyectos es que los estudiantes trabajen en un contexto adecuado que brinde información acerca del problema o pregunta que pretenden resolver. Allí los estudiantes involucran procesos de indagación, construcción de conocimiento, experimentación y solución de problemas (Jones et al., 1997). Dentro del aprendizaje basado en proyectos se parte de una pregunta problema o un contexto, se realiza una investigación para dar respuesta a preguntas planteadas, se contextualiza el problema, se da trabajo autónomo a los estudiantes y se trabaja idealmente mediante trabajo cooperativo (Sanmartí y Marquez, 2017).

El trabajo cooperativo permite que los estudiantes cumplan roles específicos dentro del desarrollo de proyectos de investigación o producción. Esto promueve el fortalecimiento de habilidades sociales como la argumentación, la escucha activa, la toma de decisiones

y resolución de problemas. El trabajo cooperativo ha demostrado un mejor desempeño que estructuras de competición e individualismo, ya que, influye en la motivación y la socialización de los estudiantes, puesto que todos trabajan por alcanzar un objetivo en común. En el trabajo cooperativo es importante que todos los estudiantes sean conscientes que su desempeño individual tiene consecuencias en el trabajo en grupo por lo cual deben dar cuenta de su rol y sus tareas asignadas, así mismo, en el trabajo en equipo los estudiantes deben brindar apoyo a sus compañeros durante el desarrollo del proyecto, tomar decisiones de manera democrática y reflexionar sobre su trabajo (Gillies, 2016). El trabajar con pares permite que se dé un proceso cognitivo de reflexión de manera constante que consolida el aprendizaje al relacionar la experiencia y los conceptos dentro del contexto.

Una metodología dentro del aprendizaje experimental que permite la enseñanza del método científico a través del desarrollo de proyectos mediante el trabajo cooperativo son las salidas de campo. Estas actividades educativas fuera del aula tienen un propósito de aprendizaje definido que permite una conexión entre los conceptos y saberes con la experiencia. Estas permiten que el estudiante sea el protagonista de su proceso de aprendizaje y que tenga experiencias de primera mano que son generadoras de interés y motivación por el aprendizaje de la ciencia. Además, las salidas de campo al darse en locaciones diferentes al salón de clases permiten que los estudiantes conozcan de cerca el funcionamiento y configuración de la naturaleza o el lugar de visita, con lo cual se desarrollan habilidades de observación, percepción sensorial e indagación (Nabors et al., 2009). De igual manera, al desarrollar proyectos de investigación durante las salidas de campo mediante el trabajo cooperativo, los estudiantes desarrollan competencias de interacción social y dependiendo la duración de la salida se pueden fortalecer los vínculos emocionales entre pares e incluso entre el grupo de estudiantes el docente. Cuando las salidas tienen una duración mayor a un día se propicia la independencia en los estudiantes y la responsabilidad por sus pertenencias, sus acciones y conductas como el cumplimiento de horarios (Behrendt y Franklin, 2014).

Por lo anterior, en este artículo se presenta el aprendizaje del método científico, mediante la aplicación práctica del mismo por estudiantes de grado séptimo, en el desarrollo de miniproyectos de investigación de corta duración, llevados a cabo entorno a una salida de

campo realizada en el Parque Natural Chicaque, ubicado al occidente de la sabana de Bogotá entre los municipios de Soacha y San Antonio del Tequendama.

De acuerdo con los estándares básicos de competencias en Ciencias naturales (MEN, 2004), para los grados sexto y séptimo de bachillerato (primer y segundo grado de secundaria); las competencias científicas que el estudiante debe desarrollar están relacionadas con: la observación de fenómenos, la formulación de preguntas problemas sobre observaciones o experiencias, la formulación de hipótesis como posibles respuestas a las preguntas, realización de un diseño experimental que permita la prueba de la hipótesis planteada, la toma de medidas con instrumentos adecuados, la toma y registro de observaciones y resultados del diseño experimental, el análisis de los datos recolectados y su relación con la hipótesis planteada, la construcción de conclusiones con base en los resultados y la hipótesis y finalmente la comunicación de todo el proceso investigativo. Estas competencias están directamente relacionadas con el método científico hipotético deductivo propuesto por Popper (1959).

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo con estudiantes del colegio Bilingüe José Max León quienes desarrollaron proyectos de investigación propuestos por ellos mismos, poniendo en práctica el método científico, mediante preguntas problemas e hipótesis basados en el contexto del Parque Chicaque y llevaron a cabo diseños experimentales durante la salida de campo a este lugar. Esta aproximación busca promover las competencias científicas planteadas por el ministerio de educación nacional para este grado mediante el desarrollo de miniproyectos de investigación. Todo el proceso se dio en la segunda lengua de los estudiantes, el idioma inglés.

4.2 Métodos

4.2.1 Contexto

El presente trabajo final se llevó a cabo con estudiantes de grado séptimo del Colegio Bilingüe Jose Máx Leon ubicado en la ciudad de Cota en el departamento de Cundinamarca. El Colegio se caracteriza por tener un modelo pedagógico que se centra en la pedagogía dialogante, y tiene en cuenta un enfoque por competencias que promueve el desarrollo de habilidades que permiten el fortalecimiento de la comunicación, la argumentación, la indagación y la resolución de problemas. La propuesta pedagógica del

colegio tiene en cuenta los tres componentes del ser humano: el ser, el saber y el hacer. Promueve la individualidad, la responsabilidad propia y el aprendizaje cooperativo. El maestro desempeña un rol mediador que orienta los procesos de los estudiantes. El estudiante es el protagonista de su formación personal.

La estructura de aula que prima es la del aprendizaje cooperativo mediante el cual se desarrollan las experiencias de aprendizaje que buscan el desarrollo de competencias transversales, así como las competencias disciplinares de cada área del conocimiento.

El presente trabajo se enmarcó en el proyecto institucional “Navegantes del río” que tiene como objetivo principal el reconocimiento de la problemática ambiental de la cuenca del Río Bogotá. Dentro de este proyecto se desarrolló una salida de campo por grado a un lugar dentro de la cuenca del Río Bogotá. El proyecto “Navegantes del río” tiene un propósito netamente académico y de investigación, donde se propende por el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes. Las investigaciones y prácticas llevadas a cabo en este proyecto se encuentran enmarcadas dentro de los 17 objetivos de desarrollo sostenible planteados por la Organización de las Naciones unidas (ONU, 2015). A cada grado ha sido asignado un objetivo de desarrollo sostenible, dentro del cual deben ir enmarcados los trabajos de investigación a desarrollar. El objetivo de desarrollo sostenible asignado para grado séptimo fue el ODS número quince (15) *Vida de ecosistemas terrestres*.

La salida de campo de grado séptimo se desarrolló en la cuenca media del Río Bogotá, teniendo diversas paradas durante el recorrido hacia el Parque Natural Chicaque, el cual es una reserva natural privada. Se realizó una experiencia de aprendizaje que consistió en la formulación de miniproyectos de investigación por parte de los estudiantes, para ser llevados a cabo entorno a la salida de campo al área de estudio. Los estudiantes siguieron el método científico en la formulación y desarrollo de sus proyectos de investigación y finalmente produjeron un reporte en formato artículo científico de su investigación. La guía, el desarrollo y la producción de los estudiantes fueron dadas en idioma inglés, al ser *Science* una asignatura bilingüe en la institución.

La experiencia de aprendizaje en general se realizó con 25 estudiantes del grado 7A, 24 estudiantes del grado 7B y 23 estudiantes del grado 7C. En la sección de la salida de campo se establecerá cuantos estudiantes participaron de la misma, sin embargo, el

trabajo previo y posterior a la salida se llevó a cabo con los 72 estudiantes, los cuales se encontraban en un rango de edad entre 12 y 14 años.

4.2.2 Actividades previas a la salida de campo

▪ Introducción al método científico

Al inicio del año lectivo escolar 2019-2020 se presentó a los estudiantes el proyecto institucional “Navegantes del río” y los estudiantes contextualizaron la problemática ambiental del río Bogotá, su historia y sus principales fuentes de contaminación, relacionando esto con el ciclaje de materia y energía en los ecosistemas.

Se conformaron grupos de trabajo cooperativo formales para el desarrollo de un proyecto de investigación a nivel del colegio durante primer periodo del año escolar. Estos grupos de trabajo se establecieron de manera aleatoria ya que aún no se tenía conocimiento de las competencias de los estudiantes. Se presentó a los estudiantes el concepto de indagación y el desarrollo de proyectos basados en la indagación. En este momento el proceso se centró en la observación y la formulación de preguntas.

Los estudiantes salieron del salón de clase a caminar dentro de las instalaciones del colegio para hacer observación y formular preguntas sobre lo que veían. En grupos realizaron una corta presentación sobre: ¿qué observaron?, ¿qué preguntas les surgieron de su observación?, y escogieron una sola pregunta para ser su pregunta de investigación. En la presentación elaborada en clase incluyeron lo que investigaron libremente sobre su observación y pregunta en internet. Durante algunas sesiones de clase se trabajaron diferentes artículos científicos. Por medio de un taller guía (Anexo A) los estudiantes identificaron la estructura de un artículo científico de investigación y uno de revisión. Se determinó la funcionalidad de los superíndices numéricos en los nombres de los autores, identificaron el nombre de la revista científica donde estaba publicado el artículo, identificaron las fechas presentes y se discutió acerca del significado de la fecha de revisión y de aceptación, parte del proceso de publicación de información científica. Los estudiantes analizaron el contenido de cada sección del artículo de investigación, el contenido del *abstract* o resumen, la extensión aproximada del mismo, cuántos párrafos lo componen y qué temática tiene cada párrafo; el contenido de la introducción, qué partes tiene y cuál es el contenido de cada una. De igual manera, se analizó la sección de métodos y se discutió un poco sobre las metodologías de muestreo ecológico: cuadrantes,

transectos y el uso de trampas; se analizó qué contenía la sección de resultados y cómo se organizaba la información, la función de las tablas y las gráficas. Finalmente se analizó la sección de resultados y discusión y allí se habló de la importancia de la revisión bibliográfica y la cita de los artículos consultados. La reflexión final se orientó hacia la importancia de los artículos científicos, la divulgación de estos y la utilidad de la información generada. El artículo de investigación analizado fue “Conocimiento local y usos de la fauna silvestre en el municipio de San Antonio del Tequendama (Cundinamarca, Colombia)” Osbahr, K., y Morales, N. (2012).

Luego los estudiantes continuaron con su proyecto de investigación en el colegio, y respecto a su pregunta problema, y su consulta en internet sobre el tema relacionado, establecieron posibles hipótesis, las cuales pretendían dar una razón o explicación que resolviera su pregunta problema. Luego de la construcción grupal de la hipótesis, se propuso a los estudiantes que diseñaran uno o una serie de experimentos que les permitiera comprobar si su hipótesis era acertada o no. Allí los estudiantes comprendieron la importancia de que un experimento les permitiera comprobar si una hipótesis era correcta o no. Los estudiantes construyeron diagramas de flujo para explicar el procedimiento de su diseño experimental. Finalmente, los estudiantes presentaron a sus compañeros, mediante un poster, el proceso de su investigación, su observación, pregunta problema, hipótesis y diseño experimental propuesto. En este momento, se abordó con los estudiantes el método científico hipotético deductivo y ellos reconocieron los pasos en el proyecto llevado a cabo durante el primer periodo.

Previo a la formulación de los miniproyectos que se llevarían a cabo, se proyectó un video realizado por la docente donde se recordaban los pasos del método científico, trayendo a memoria, la conocida historia de Isaac Newton con la caída de la manzana y el descubrimiento de la penicilina por Alexander Flemming. De esta manera se discutió cómo el método científico permite grandes avances científicos al ser un método que contribuye a la organización del pensamiento y los procedimientos de investigación científica. En el video se recuerdan los principales pasos del proceso de investigación siguiendo el método científico: Hacer observaciones (*To make observations*), formular preguntas (*To ask questions*), formular hipótesis (*to formulate hypothesis*), probar la hipótesis y concluir (*To test hypothesis and make conclusions*) y finalmente compartir sus resultados (*To share results*).

▪ Contextualización

De manera paralela al proyecto de investigación que los estudiantes estaban llevando a cabo en el colegio, se inició la contextualización del Parque Natural Chicaque. Para este propósito, se proyectaron en clase algunos videos sobre el Parque Chicaque y se analizaron los factores abióticos que los estudiantes percibían, qué temperatura creían que tenía, cómo era el clima y cómo era el paisaje.

Para la caracterización preliminar del área de estudio, se utilizó la información del Oshbar y Morales (2012) que ya se había utilizado en la fase previa. De esta manera se continuó la caracterización y contextualización de Chicaque y el municipio donde se encuentra gran parte del parque. Se analizaron la ubicación geográfica del parque, formaciones geológicas presentes allí, sus ecosistemas, la temperatura, altitud y composición de flora y fauna. El artículo se trabajó en idioma español dado que no se encuentra literatura relacionada que cumpliera con los objetivos de enseñanza en idioma inglés. En este caso se dio “code-switching” ya que la lectura era en idioma español, sin embargo, el desarrollo del taller, la discusión y explicación se dieron en idioma inglés. De esta manera también se relacionó vocabulario.

Para continuar con la contextualización del Parque Natural Chicaque, se realizó la lectura individual de la guía ecológica del Parque Natural Chicaque publicada por el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis (Rivera y Córdoba, 1998). Inicialmente se dio la lectura del capítulo de generalidades del Parque (pág 9-11). Se dieron 10 minutos a los estudiantes para hacer dos lecturas conscientes de esta sección sin tomar nota, luego se pidió a los estudiantes escribir en una hoja 3 preguntas sobre la sección de lectura con su respectiva respuesta, esto de manera individual y sin que sus compañeros conocieran sus preguntas o respuestas. En este momento se llevó a cabo la metodología llamada “*Quiz quiz trade protocol*” allí se realizaron dos filas de 11 o 12 estudiantes dependiendo el número total de estudiantes. El propósito es que todos quedaran en parejas. Luego se daba un minuto y treinta segundos por cronómetro para que los estudiantes de una fila hicieran al compañero que tenían al frente una de sus preguntas, si acertaban tenían un punto positivo. Cada estudiante debía tomar nota de quienes contestaban bien a su pregunta, y cada estudiante que respondía de manera acertada debía llevar constancia de esto. Luego de terminar la ronda en que toda una fila preguntaba, los compañeros de la fila que respondían pasaban a preguntar, y quienes preguntaban pasaban a responder. De

esta manera los estudiantes socializaban la lectura y fortalecían el entendimiento, así se daban una idea de lo que iban a encontrar en Chicaque.

Se realizó un taller para el reconocimiento de elementos sobre el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (IDEAM, 2017) que se describirá en la siguiente sección (conceptos ecosistémicos). Además se introdujeron conceptos sobre coberturas vegetales, utilizando como insumo la lectura de la Guía ecológica del Parque Natural Chicaque de la sección “ Vegetación del Parque Natural Chicaque- Tipos fisionómicos de vegetación” (pág 12-24). Para esta parte se utilizó la metodología “*tea party*”. Se realizaron fichas con palabras clave presentes en esta sección. Las palabras clave fueron: Magdalena, Lluvias, Humedad, Altura, Forestales, Conservación, Reserva, Piso Andino, Cuenca, Vegetales, Precipitación, Temperatura, Comunidad, Río, Natural, Sabana, Selva, Municipio, Vertiente, Neblina, Corredor, Bosque, Hectáreas, Matorrales, Mosaico.

Antes de realizar la lectura, las fichas fueron repartidas de manera individual a los estudiantes, una tarjeta por estudiante. Los estudiantes debían con su palabra escribir una predicción de la forma: “*I think that the Reading is about*”... “*because*”, “yo creo que la lectura es acerca de...” “porque...”. Cuando terminaban su predicción debían en silencio levantar su mano y buscar otro compañero con su mano levantada. Luego los estudiantes que ya habían terminado compartían su palabra clave de manera recíproca y en ese momento modificaban su predicción si daba a lugar. Luego cada estudiante volvía a levantar su mano y se juntaba con otro estudiante diferente para compartir sus palabras clave. Este procedimiento se repetía varias veces. Luego se daba la lectura de manera conjunta. Esta metodología cumplía la función de motivar y crear curiosidad en los estudiantes, de esta manera ellos leían con interés y detenimiento tratando de encontrar las palabras clave. Al final, se discutió con todo el grupo si sus predicciones estaban cercanas al contenido de la lectura. En esta ocasión de nuevo se dio “*code-switching*” ya que la lectura y las palabras clave estaban en español y la construcción de hipótesis y la discusión se daba en inglés.

- **Conceptos ecosistémicos**

Durante el primer y segundo periodo académico se abordaron todos los conceptos ecosistémicos relacionados con los estándares básicos de competencias en ciencias naturales del ministerio de educación nacional para el tercer ciclo, sexto a séptimo, para los estudiantes de grado séptimo se abordaron:

- Comparo mecanismos de obtención de energía en los seres vivos.
- Caracterizo ecosistemas y analizo el equilibrio dinámico entre sus poblaciones.
- Describo y relaciono los ciclos del agua, de algunos elementos y de la energía en los ecosistemas.
- Analizo el potencial de los recursos naturales de mi entorno para la obtención de energía e indico sus posibles usos.

Se abordaron los conceptos en dos niveles de organización: poblaciones y ecosistemas.

Para la conceptualización del crecimiento poblacional y el concepto de la capacidad de carga de las poblaciones se realizó un ejercicio grupal con gomas, papel milimetrado y regla. Los estudiantes realizaron una cuadrícula de 5x5 en una hoja de papel milimetrado. Allí todos los cuadros (25) tenían la misma longitud, se les dio la instrucción a los estudiantes que en cada cuadro solo podía estar un individuo. En este primer ejercicio la población inicial era de 2 individuos, y en cada generación la población se duplicaba. De esta manera en la población inicial era de 2 individuos, la primera generación pasaba a ser 4, en la segunda generación pasaban a ser 8 individuos, en la cuarta generación pasaban a ser 16 individuos; así que deberían “rellenar” los cuadros con una dulce de goma en forma de gusano hasta que se acabará el espacio. En este primer modelo de población representado por la hoja cuadrículada solo tenía capacidad para 25 individuos, allí alcanzaba su capacidad de carga y el recurso limitante era el espacio. Luego se hizo el ejercicio con 3 individuos por cuadro, 4 y 5 individuos; y variando si la población se duplicaba o triplicaba en cada generación. En cada ejercicio los estudiantes debían diligenciar una tabla de frecuencia de individuos por generación, cuántos individuos “nuevos” había, y cuál era el nuevo total de la población. Los estudiantes de esta manera determinaban cuantas generaciones se requería para que la población en el ecosistema simulado alcanzará la capacidad de carga.

Con esta aproximación se conceptualizó el concepto de crecimiento poblacional y capacidad de carga de una población según los recursos disponibles en el ecosistema. Al trabajar con dulces los estudiantes estuvieron bastante motivados ya que al terminar pudieron comer los dulces, el predador acabo con la población. Se aplicaron estos conceptos a manera de discusión con algunos animales en Chicaque y el número de crías que podrían tener en cada reproducción o generación para esclarecer este concepto en los estudiantes.

A nivel de ecosistema se conceptualizaron los ciclos de energía y materia en los ecosistemas, abordando el ciclo del agua, el ciclo de algunos elementos químicos como el carbono, el azufre y el nitrógeno. Se abordó el concepto de cadenas tróficas, iniciando por el proceso de fotosíntesis y la transformación de energía lumínica del sol hacia energía química en las plantas, y luego hacia los productores dentro de la cadena trófica. Se llevó a cabo una práctica de laboratorio con plantas de *Elodea* dentro de tubos de ensayo donde los estudiantes observaron la producción de burbujas y de esta manera evidenciaron la producción de oxígeno. Después de esto se realizó una búsqueda bibliográfica en grupos de trabajo acerca de la tasa fotosintética de algunas plantas presentes en ecosistemas de la cuenca del Rio Bogotá, específicamente en Chia, Mosquera y Chicaque.

Mediante el artículo científico “Conocimiento local y usos de la fauna silvestre en el municipio de San Antonio del Tequendama (Cundinamarca, Colombia)” Osbahr, K., y Morales, N. (2012). Se identificaron, desde lo conceptual, posibles cadenas alimenticias según los mamíferos reportados en el área de estudio. El concepto de los ciclos geoquímicos se aplicó al Parque Natural Chicaque analizando las fuentes de polución cercanas al Parque, como la planta de producción de Indumil, situada a unos kilómetros del parque y otro tipo de tráfico que podía incidir en el ciclo de carbono principalmente. Se relacionó el proceso de fotosíntesis con la composición vegetal del parque, la captación del carbono atmosférico, puesto que el dióxido de carbono es la molécula de la cual los estudiantes tienen mayor claridad en su composición

Se realizó una práctica de laboratorio con bromotimol azul el cual es un indicador de pH La práctica consistió en tomar una botella donde se hacía reaccionar vinagre y carbonato de calcio, el gas producido se colectaba en un globo, este se cerraba cuidadosamente para que no “escapará”. Luego la boquilla del globo era puesta en un tubo de ensayo que

contenía el reactivo Bromotimol azul, se mezclaba en un movimiento el bromotimol y el gas en el globo y se regresaba el reactivo al tubo de ensayo, allí se notaba el cambio de color producido por la mezcla con el dióxido de carbono y el aumento de la acidez. De esta manera se evidenciaba el ciclaje de carbono.

Para el ciclo del agua se realizó una práctica en la cual se llenaban con agua hasta cierta medida dos vasos plásticos transparentes. En el nivel del agua se realizaba una marca. Uno de los vasos se cubría con plástico y el otro se dejaba descubierto. Luego de una semana se comparaban las marcas de agua con el nivel de agua actual. Allí se evidenciaba la evaporación del agua en el vaso descubierto, y cómo había algunas gotas en el plástico en el vaso cubierto. De esta manera se conceptualizó el ciclo del agua. Para aplicar este concepto a Chicaque se investigó sobre los cuerpos de agua cercanos y la cascada presente en el Parque.

En cuanto a los tipos de ecosistema en Colombia, se trabajó con el Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, versión 2.1 publicado por el IDEAM, 2017. Allí mediante una guía se identificaron los tipos ecosistemas colombianos clasificados en ecosistemas terrestres, ecosistemas acuáticos continentales, ecosistemas costeros, ecosistemas insulares y ecosistemas marinos. Se identificaron los tipos de ecosistemas terrestres que predominan en el territorio colombiano, se identificó la diferencia entre ecosistemas acuáticos continentales y ecosistemas marinos. Luego se identificó en la región andina el departamento de Cundinamarca, y se identificaron los principales ecosistemas presentes en el departamento. Luego se identificó una ubicación aproximada del municipio de San Antonio de Tequendama donde se ubica gran parte del Parque Natural Chicaque, y se identificaron los ecosistemas presentes.

- **Evaluación diagnóstica**

En el momento en que ya se habían abordado algunos conceptos ecológicos, se realizó una evaluación diagnóstica en los estudiantes mediante la plataforma online “Quizizz”, la cual reporta el desempeño de los estudiantes en porcentaje de exactitud. Esta prueba consistió en 69 preguntas de selección múltiple acerca del flujo de energía en los ecosistemas, el proceso de fotosíntesis, proceso de respiración celular, transformación de energía en estos procesos, cadenas alimenticias y redes tróficas, ciclaje de elementos químicos y capacidad de carga de las poblaciones en los ecosistemas. Esta prueba

diagnóstica se repitió sin ninguna modificación después de la finalización y socialización de los miniproyectos de investigación.

▪ **Formulación mini proyectos de investigación**

Inicialmente se establecieron los grupos de trabajo cooperativo formales, ya que en los mismos se realizaría la formulación y desarrollo del mini proyecto de investigación, así como la elaboración del reporte final tipo artículo científico. Esto tendría una duración mayor a seis meses, parte del segundo periodo y la totalidad del tercer y cuarto periodo del año lectivo.

Se tuvieron en cuenta varios aspectos para la conformación de los grupos:

- Estudiantes que asistirían la salida de campo (esta es una salida institucional, sin embargo, no es de carácter obligatorio y tiene un costo adicional que asume cada familia)
- Estudiantes que viajarían de intercambio a Brasil (algunos estudiantes de los diferentes grados estarían un mes en Brasil, por lo cual no asistieron a la salida de campo)
- Estudiantes que no asistirían a la salida de campo al Parque Chicaque por otros motivos.

Todos los estudiantes independientemente de su asistencia a la salida de campo, desarrollaría un proyecto de investigación similar en Brasil o en alguna locación en Bogotá y la sabana de Bogotá como humedales o parques naturales.

Los estudiantes propusieron grupos de trabajo cooperativo, conociendo las relaciones interpersonales entre ellos y su cohesión para el trabajo en grupo, de esta manera reconocieron su responsabilidad individual dentro del trabajo cooperativo, y las virtudes o dificultades de sus compañeros. Dentro de la experiencia docente se ha reconocido que cuando los grupos son impuestos los estudiantes tienen menor motivación y compromiso que cuando se les permite intervenir en el proceso de conformación de los grupos. Basándose en los grupos propuestos por los estudiantes se analizaron los miembros en cuestión de competencias científicas de observación, indagación y análisis según el proyecto desarrollado en primer periodo; se analizaron competencias en el idioma inglés y competencias blandas de liderazgo, resolución de problemas y toma de decisiones.

Así se establecieron grupos heterogéneos con relación a competencias científicas, competencias en la segunda lengua y competencias de interacción social y trabajo cooperativo. Se procuró por tener al menos un estudiante con capacidad de liderazgo en cada grupo y estudiantes un poco más pasivos; de igual manera se procuró tener uno o dos estudiantes mínimo por grupo con competencias desarrolladas en buen nivel científicas y en inglés.

Los grupos de los estudiantes que asistirían a la salida se establecieron entre 2 a 5 miembros, según lo propuesto por los estudiantes. Los grupos de estudiantes que no asistirían a la salida se establecieron entre 2 y 4 miembros, ya que allí se tuvo en cuenta además el factor de ubicación y facilidad para encontrarse de manera extra-clase en grupo en una locación que permitiera el desarrollo del proyecto de investigación y muestreo. Incluso algunos asistieron al Parque Chicaque con sus familias en un momento diferente a la salida de campo realizada por el colegio.

Los grupos de estudiantes que estarían en el intercambio en Brasil se establecieron entre 2 y 3 miembros, ya que de los tres cursos solo 9 estudiantes asistirían al intercambio y de estos 2 o 3 eran de cada curso (7A, 7B o 7C).

Luego de la conformación de los grupos y sus locaciones, se procedió a formular 3 posibles preguntas de investigación que surgieran en ellos a raíz de la contextualización del lugar. La mayoría de los grupos realizó el trabajo en Chicaque por lo cual ya contaban con esta información. Los grupos que realizarían su investigación en otra locación (2 grupos) en estos espacios de clase se procedió a acompañarlos en la contextualización del lugar que visitarían (Humedal Santa María del Lago y Hacienda Galindo en Mosquera).

Una vez todos los grupos habían planteado tres posibles preguntas de investigación, mediante presentación y discusión con la docente, se procedió a la elección de una sola pregunta de investigación la cual estuviera dentro del alcance de la investigación. En el momento en que todos los grupos tenían clara su pregunta de investigación, se explicó a los estudiantes, por medio de algunos ejemplos, la formulación de hipótesis con relación a la pregunta. Así, cada grupo con guía de la docente formularon la hipótesis a probar.

Posterior a esto, se procedió a dar un repaso exploratorio acerca de metodologías de muestreo ecológico. Para este fin, los estudiantes vieron algunos videos donde se

resumían técnicas de muestreo y luego cada grupo investigó sobre las metodologías que les podrían ser útiles. Finalmente, cada grupo planteó un diseño experimental según su pregunta de investigación, que les permitiera probar la hipótesis formulada. Una vez los estudiantes tuvieron la metodología representada en forma de diagrama de flujo, establecieron la lista de materiales e instrumentos necesarios para su investigación.

▪ **Preparación salida de campo**

Una vez ya los estudiantes tenían la contextualización del Parque Natural Chicaque, y tenían su proyecto de investigación estructurado, se pidió a los estudiantes empezar a llevar los materiales requeridos para la realización del muestreo. La mayoría habían planteado el muestreo mediante mediciones y construcción de cuadrantes y transectos. Como insumos, los estudiantes llevaron estacas construidas con palos de escoba o balsa resistente, pita, flexómetros, cintas métricas y algunas bolsas ziploc para recolección de material seco.

Se explicó a los estudiantes la logística de la salida de campo y el cronograma tentativo de actividades. Se pidió a los estudiantes los implementos para acampar, como un aislante térmico, un sleeping, elementos de cuidado personal como jabón, toalla, bloqueador solar, cepillo de dientes, pasta de dientes, entre otros. El tipo de ropa a llevar debía ser cómoda, de rápido secado, en lo posible camisas manga larga, pantalón largo, para protección de las ramas, caídas y picaduras de insectos, también zapatos que cubran el tobillo, gorra que proteja del sol, y repelente. Según la contextualización que se había hecho con los estudiantes, se reflexionó en la necesidad de llevar ropa abrigada pero liviana.

Se explicó en este momento el uso de la libreta de campo a los estudiantes, su importancia para la recolección de datos y las libretas comúnmente usadas. Se indicó el uso de la libreta de campo para recolección de datos que se incluirían en la sección de metodología de su artículo científico y esos datos harían parte de la replicabilidad de la investigación. Allí se habló de la importancia de que los diseños experimentales sean explicados al mayor detalle para que así si algún otro investigador quería replicar el diseño pudiera hacerlo y comprobar los resultados obtenidos, ya que esto era parte de la transparencia y fiabilidad del conocimiento científico. Para esta parte, se dio una lista de chequeo para guiar el uso de la libreta. La lista consistía en:

- Nombre del investigador y datos de contacto.

- Fechas y horas de la salida de campo, para cada muestreo o anotación.
- Datos importantes dado por el guía sobre cada parada y observación durante la salida.
- Coordenadas de cada parada, sitio de muestreo y lugar de observación relevante.
- Temperatura en las diferentes horas del día, y momento de muestro.
- Resultados obtenidos del muestreo de manera detallada y honesta. Hora de obtención de los resultados, fecha, temperatura y coordenadas nuevamente.
- Anotaciones de observaciones personales del ambiente, los ecosistemas, fenómenos naturales, organismos, geografía, etc.
- Uso de tablas, datos numéricos y representaciones gráficas cuando fuesen útiles.
- Narración de la jornada de campo para no omitir detalles en el momento de la escritura del artículo.
- Buena presentación, entendible por el investigador y con uso totalmente relevante.

Se socializó el uso de lápiz en la libreta de campo y la justificación de esto. Se habló de las posibles circunstancias de lluvia y humedad, y por esto el uso del lápiz para evitar la pérdida de datos. Se mencionó a los estudiantes las libretas a prueba de agua y los lapiceros como rapidógrafos que también permiten que los datos no se pierdan al contacto con el agua, pero estas opciones no son económicas por lo cual solo se mostró esto para conocimiento de los estudiantes. Finalmente, se pidió a los estudiantes llevar su libreta individual norma 910-0k en lo posible, esta es un pequeño libro de contabilidad usado comúnmente como libreta de campo por el material de sus hojas; se les solicito el uso de lápiz mirado 2 y borrador. Se pidió a los estudiantes llevar una linterna y quienes tuvieran posibilidad, cámara fotográfica resistente y binoculares.

Por último, se recordó a los estudiantes la ética del cuidado de sí mismos, el llevar botillito o termo para el agua y la hidratación, la importancia de la no utilización de botellas plásticas desechables. Se pidió a los estudiantes porta documentos y sus documentos personales (carné del colegio y carné de eps), medicamentos de uso continuo con receta médica. De igual forma toda esta información socializada con los estudiantes se comunicó a los Padres de Familia vía correo electrónico. Es importante mencionar que todos los estudiantes asistentes contaban con la autorización formal y escrita por parte de sus padres para su asistencia, y comunicaron sus alergias, medicamentos y diagnósticos de salud.

- **Rutina de pensamiento antes pensaba ahora pienso**

Antes del desarrollo de la salida de campo, todos los estudiantes plasmaron su imaginario sobre el Parque Natural Chicaque o su lugar de salida de campo según la contextualización durante la clase.

4.2.3 Desarrollo de los miniproyectos de investigación durante la salida de campo

La salida de campo se llevó a cabo los días 29 y 30 de enero del año 2020. La logística de la salida estuvo a cargo de la agencia Urbe caminante, quienes acompañaron la salida con un equipo conformado por una enfermera, una psicóloga, una bióloga, un historiador y un guía. La agencia Urbe Caminante fue la encargada de realizar las reservaciones y permisos en el Parque Natural Chicaque, establecer el lugar de campamento y las carpas. Los grupos que ocupaban cada carpa fueron establecidos por los docentes y estudiantes.

La salida de campo inicio el miércoles 29 de enero a las 9:00am. Se realizaron varias paradas en el camino. La primera parada se dio a las 9:46 am en la laguna la Herrera y las canteras. La segunda parada se dio a las 12:00m en Soacha cerca de la planta de producción de Indumil a la orilla del Rio Bogotá. La tercera parada se dio a las 12:41 en el sector del Salto del Tequendama, en donde los estudiantes observaron las diferentes instalaciones de la empresa Codensa la cual genera energía eléctrica con el agua del Rio Bogotá, en la subestación Salto de Tequendama específicamente. La última parada del recorrido fue la llegada al Parque Chicaque 2:01 pm.

El inicio del recorrido del Parque se dio en la parte alta a las 3:25 pm. La primera de parada de muestreo se dio a las 4:00 pm en la parte alta del Parque (donde está situada la entrada principal), puesto que varios grupos deseaban determinar la variación en la vegetación u otros grupos bióticos a lo largo del gradiente altitudinal. Con este mismo objetivo a las 5:00 pm se dio la segunda parada, allí los estudiantes tomaron muestras en la parte media del Parque de acuerdo con la pregunta de investigación. Los estudiantes cuya pregunta de investigación o diseño experimental no requería muestreo esperaban a sus compañeros mientras el Guía del Parque daba explicación o reflexión sobre el lugar en el que estábamos. A las 6:00 pm se arribó a la parte baja del Parque a la Zona llamada el Refugio.

El día 29 de enero algunos estudiantes se levantaron de manera voluntaria a las 5:00am para ir a una sesión de avistamiento de aves guiada por la docente Laura. Allí se explicó a los estudiantes la logística mientras amanecía; se socializó la importancia del silencio y el caminar con cuidado así como algunos gestos para comunicarse en el camino. A las 5:45 am se inició la jornada de avistamiento de aves hasta las 7:00 am. A las 7:00 am se retornó al refugio y allí se tomó el desayuno. Luego se dieron actividades de convivencia y trabajo en grupo hasta las 9:00am. Se dio una caminata por el Bosque de Robles, se realizó una cabalgata y se procedió a tomar el almuerzo y retornar. En este momento los estudiantes tuvieron un tiempo de muestreo de 12:00m a 2:00pm, y se retomó el camino hacia la parte alta del Parque. En el camino se dieron dos paradas de 40 minutos cada uno para algunos grupos que pidieron una réplica de su muestreo. Posteriormente se llegó a la entrada del Parque en la parte alta, se abordaron los buses y se retornó al Colegio.

En cada parada previa a la llegada del Parque, dentro del Parque y en cada lugar de muestreo los estudiantes tomaron coordenadas con dos interfaces LabQuest 2 de la compañía Cienytec, la cual tiene sensores de GPS, temperatura, luz y un sensor acelerómetro incluido. Los estudiantes tomaron nota en su libreta de campo en cada parada de las coordenadas, la hora, la temperatura y datos sobre la explicación dada. Así mismo, allí consignaron los resultados de su muestreo.

4.2.4 Actividades posteriores a la salida de campo

Una vez se regresó al colegio, en las sesiones de clase, se inició la escritura del artículo científico sobre la investigación realizada por cada grupo. La escritura del artículo fue guiada por la docente por secciones y mediante una rúbrica que contó con una lista de chequeo sobre el contenido y requerimientos de cada sección (Anexo B).

La escritura del artículo inició con la sección introducción, luego la sección métodos, seguida por la sección resultados. Para esta sección se analizaron los datos recolectados con el apoyo del área de matemáticas. Posteriormente se redactó la sección de conclusiones, luego se realizó la escritura de las secciones de Abstract/Resumen, palabras clave, autores y correspondencia y finalmente el título del artículo. La rúbrica se socializó por partes según el orden propuesto de escritura del artículo con la lista de chequeo, para evitar que los estudiantes se dividieran el trabajo por secciones y todos trabajaran de manera cooperativa dentro de la escritura de cada sección.

Se dio a los estudiantes una plantilla adaptada de las instrucciones para autores de la revista científica Momento del departamento de Física de la Universidad Nacional de Colombia, (Anexo C), donde se daba la estructura del artículo y una corta descripción de lo que debería ir dentro de cada sección.

La escritura del artículo se dio en la plataforma Google drive, en un documento de Google compartido con la docente y los miembros del equipo. Previamente al inicio de la escritura, se dio una sesión de explicación y divulgación de bases de datos para consulta. En ese caso se utilizó, principalmente la base de datos Google Scholar, indicando a los estudiantes que si requerían un artículo que requería pago o que no estuviera disponible para descarga, enviaran a la docente, mediante correo, el enlace del artículo, título y autores y la docente consultaría en la base de datos de la Universidad Nacional de Colombia y les enviaría el archivo del artículo en formato pdf

Para cada sección se dio tiempo de trabajo en clase de acuerdo con la longitud y el avance de los grupos de estudiantes. En estos espacios todos los grupos trabajaban en la escritura de la misma sección y se dio una fecha de entrega por sección para guiar el avance de la escritura. Adicionalmente, en cada sesión de trabajo se daba una reunión con cada grupo de trabajo para resolución de dudas, monitoreo del avance, correcciones y retroalimentación.

Una vez se terminó de escribir la sección de métodos, inicio la pandemia por COVID-19 por lo cual, la sección de resultados, discusiones y conclusión debió ser escrita y trabajada mediante trabajo cooperativo mediado por herramientas virtuales. El artículo se continuó escribiendo en la plataforma Google drive en un documento de texto Google, lo cual permite que los estudiantes trabajen de manera simultánea y la docente puede monitorear el avance. De igual manera, la plataforma Google Meet medió las sesiones de trabajo sincrónico y las reuniones de presentación de avance y retroalimentación con la docente.

- **Revisión y análisis libretas de campo**

De manera paralela a que los estudiantes escribían su artículo se dio la revisión de las libretas de campo para evidenciar competencias científicas. Para la valoración de las libretas se utilizó una rúbrica construida con una lista de chequeo previamente socializada en el momento de la explicación de la importancia de la libreta de campo para cada estudiante investigador (Anexo D).

En la rúbrica se analizaron las competencias de aproximación al conocimiento como científico natural de:

- Observo fenómenos específicos.
- Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados a las características y magnitudes de los objetos y las expreso en las unidades correspondientes.
- Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tabla.
- Registro mis observaciones de forma organizada y sin alteración alguna.

- **Rutina de pensamiento “Antes pensaba/Ahora pienso”**

Al terminar esta experiencia se realizó la rutina de pensamiento “Antes pensaba, ahora pienso” (“*Before I thought, Now I think*”) en donde los estudiantes plantearon la percepción que tuvieron al conocer realmente la locación de investigación; y se repitió la misma prueba diagnóstica realizada antes de la ejecución de los proyectos de investigación.

- **Encuesta de percepción de las Ciencias**

Por último, se realizó a los estudiantes una encuesta cuyo diligenciamiento era de forma anónima y voluntaria para reducir cualquier clase de sesgo y obtener la mayor sinceridad posible por parte de los estudiantes. La encuesta constó de 23 preguntas de las cuales 17 fueron preguntas abiertas y 6 fueron preguntas con opción múltiple de respuesta.

4.3 Resultados y análisis

- **Asistencia a la salida de campo institucional**

En total 33 estudiantes divididos en 10 grupos de trabajo asistieron a la salida de campo al Parque Natural Chicaque, 29 estudiantes divididos en 11 grupos de trabajo no asistieron a la salida de campo institucional (Tabla 4-1). Los estudiantes de intercambio a Brasil no pudieron desarrollar su proyecto de investigación debido a los lineamientos de la institución educativa en tal país, por lo cual, sus proyectos los cuales consistieron en búsqueda bibliográfica no serán tenidos en cuenta en la presente investigación.

Tabla 4-1: Participación de estudiantes en la salida de campo institucional.

Curso	7A	7B	7C	TOTAL
Grupos asistentes	3	4	3	10
Estudiantes asistentes	12	12	9	33

Grupos no asistentes	3	4	4	11
Estudiantes no asistentes	11	8	10	29
Estudiantes intercambio Brasil	2	3	3	8
Total estudiantes	25	23	22	70

▪ **Formulación y desarrollo miniproyectos de investigación**

Todos los estudiantes y grupos de trabajo formularon su pregunta de investigación, hipótesis y metodología a utilizar previo a la salida de campo. Los resultados y el tratamiento de los datos posterior a la salida de campo permitieron la comprobación de la o no de las hipótesis. En algunos casos los estudiantes no presentaron conclusiones respecto a las hipótesis debido a que sus datos no fueron suficientes o a que no incluyeron conclusiones de forma explícita en su artículo científico. En la Tabla 4-2 es posible visualizar los resultados de los miniproyectos de investigación realizados por los estudiantes.

Tabla 4-2: Resultados miniproyectos de investigación.

Curso	Número de integrantes por grupo	Asistentes a la salida	Locación de la investigación	Pregunta de investigación	Hipótesis	Diseño metodológico propuesto	Resultado en cuanto a la hipótesis
7A	3	SI	Parque Natural Chicaque	¿Qué diferencias hay entre las plantas de Chicaque y Bogotá en tamaño y color?	Las plantas de Chicaque son más coloridas (colores más vivos) y de mayor tamaño que las plantas de Bogotá porque en Bogotá hay mucha contaminación que afecta las plantas	Medición de plantas presentes en cuadrantes, descripción y comparación cualitativa de colores	No concluye en cuanto a la hipótesis.
	4	SI	Parque Natural Chicaque	¿Cómo el cambio de altitud afecta el tamaño de los árboles y plantas?	A mayor altitud menor tamaño de los árboles o plantas por el tipo de suelo, el clima y los fuertes vientos, a menor altitud mayor tamaño debido a la temperatura y el tipo de suelo.	Uso de un clinómetro casero para mover la cabeza 45° tangente de manera que se pueda observar el dosel del árbol, conteo de los pasos entre la posición de la persona hasta el árbol. Uso de la estatura de un miembro y un lápiz para saber en cuantos lápices representaban la altura del compañero y saber cuántos lápices media el árbol.	La altura influye en el crecimiento de las plantas dependiendo la especie y la edad de estas.

						Medida directa con flexómetro cuando fuere posible.	
	5	SI	Parque Natural Chicaque	¿Cuáles son los diferentes insectos en la parte inferior del parque y la parte más alta y sus características como el tamaño y sus tipos de adaptación para el clima más frío?	Se da la misma composición de insectos y a mayor altitud menor tamaño de los insectos, a menor altitud mayor tamaño de los insectos porque el frío afecta el tamaño de los insectos.	Cuadrante de 1 metro por 1 metro. Búsqueda de insectos, toma de medidas de los insectos encontrados.	Hipótesis correcta. Los insectos encontrados en zonas altas son más pequeños, los insectos encontrados en la zona baja son más grandes
	4	NO	Parque Natural Chicaque	¿Qué diferencia hay entre la flora de la parte alta y baja del Parque Natural Chicaque?	A mayor altitud las plantas son más "secas", a menor altitud plantas más "tropicales", debido a la temperatura.	Transectos de 1 metro cada dos Kilómetros al descender en el gradiente altitudinal del Parque.	Hipótesis correcta. En la parte alta hojas más pequeñas que en la parte baja. No concluyen otras características
	4	NO	Parque Natural Chicaque	¿Cómo afectan los cuerpos de agua a las plantas según su especie y la distancia de la planta y el cuerpo de agua?	Según la especie de planta y la distancia al cuerpo de agua se da la tasa de crecimiento.	Determinación de especie, medición de tamaño y comparación de color entre plantas a diferentes distancias de un cuerpo de agua.	No concluye en cuanto a la hipótesis.
	3	NO	Humedal Santa María del Lago Bogotá	¿Cómo cambia la textura y el color de las plantas con relación a la distancia al cuerpo de agua del humedal?	A menor distancia al cuerpo de agua del humedal, textura más peluda y colores más claros de las plantas; a mayor distancia textura más lisa y colores más oscuros de las plantas. Debido a la cantidad de oxígeno y porque la niebla (agua condensada) es más fácil de atrapar por las plantas con sus pequeños pelos que con una textura simple.	Cuadrante cercano al cuerpo de agua y cuadrante lejano del cuerpo de agua.	No concluye en cuanto a la hipótesis.
7B	3	SI	Parque Natural Chicaque	¿Cómo el área de la hoja cambia de acuerdo con la altitud donde se encuentra la hoja?	El área de la hoja cambia según el piso térmico donde se encuentre.	Colección de hojas caídas en el piso cercanas a su planta de origen, medir el área de la hoja mediante figuras geométricas inscritas en la hoja.	Hipótesis soportada por los resultados. El área de las hojas cambia de acuerdo con la altitud puesto que las especies presentes son diferentes.
	2	SI	Parque Natural Chicaque	¿Cómo la altitud en la que está ubicada una planta afecta su altura?	A menor altitud mayor altura de las plantas, a mayor altitud menor altura de las plantas.	Cuadrantes de 50 cmx50cm en tres altitudes diferentes, medición de altura de plantas dentro del cuadrante.	Los resultados no permiten aceptar o rechazar la hipótesis puesto que se encontraron plantas de alturas variadas en las diferentes altitudes del parque.
	4	SI	Parque Natural Chicaque	¿Cuántas especies de aves se pueden encontrar en una jornada de avistamiento de aves por principiantes, en el parque Chicaque?	Se avistarán entre 2 a 4 especies de aves,	Parada de avistamiento consistente en un transecto de 1 metro, cada 100 metros.	Hipótesis no soportada por los resultados. Se avistaron 28 aves pertenecientes a 11 diferentes familias y se presume que 13 diferentes especies.
	3	SI	Parque Natural Chicaque	¿En cuál zona del parque los insectos comen más de las hojas de los árboles?	Las plantas a menor altitud serán más afectadas por los insectos porque allí el clima es mejor para ellos, por lo cual habrá más insectos y estos afectarán más la planta.	Colecta de material de hojas secas en las diferentes altitudes del parque y comparación de afectación por insectos.	Hipótesis soportada por los resultados. Temperaturas ideales de desarrollo de los insectos 18°-23° Celsius, cercanas a la temperatura de la parte baja del parque 14°-16° Celsius.

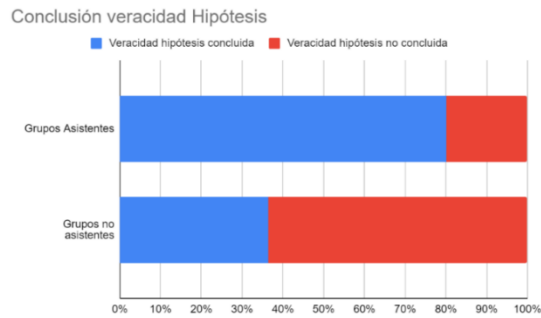
	2	NO	Parque Natural Chicaque y humedal Juan Amarillo	¿La altitud y temperatura influyen en la abundancia de fauna y flora?	La altitud y la temperatura influyen en la abundancia de fauna y flora puesto que influyen en la fertilidad del suelo y por esto también se da cambio en la composición de fauna y flora.	La metodología por usar es observar la fauna y flora a diferentes alturas y compararla.	No concluye en cuanto a la hipótesis. Se observó diferente vegetación y fauna en los dos ecosistemas. Parque Natural Chicaque y Humedal Juan Amarillo, pero no se relacionó el tipo de suelo.
	2	NO	Humedal Santa María del Lago Bogotá	¿Cuál es la especie de flora más abundante en el humedal?	La especie de flora más abundante es Sangregado porque es la de más fácil observación.	Determinar especies de plantas mediante el escaneo en aplicaciones en el celular "PlantNet", "Plantyx", "Garden answers" y "Picture this".	Hipótesis soportada por los resultados. La especie con mayor registro fue Sangregado
	2	NO	Parque Natural Chicaque	¿Cuáles son las plantas más afectadas por las plagas y en qué tipo de ecosistema están?	A mayor humedad en el ecosistema más organismos "peste" y las plantas frutales serán las más afectadas.	Toma de datos a diferentes temperaturas y alturas, muestreo de plantas en el lugar de la toma de datos, observación presencia/ausencia de peste o plaga en las plantas muestreadas.	No concluye en cuanto a la hipótesis. Relación pestes y humedad. No relación pestes y temperatura o altura.
	2	NO	Laboratorio Hacienda Galindo	¿Existen escarabajos en el clima del laboratorio?	Si existen escarabajos en el clima del laboratorio	Observación presencia/ausencia de escarabajos	No concluye en cuanto a la hipótesis.
7C	3	SI	Parque Natural Chicaque	¿Cómo la presencia de humanos afecta el número de las plantas en ecosistemas alterados y no alterados?	El número de plantas que están en ecosistemas alterados es menor al número de plantas en ecosistemas no alterados ya que los factores en este son los adecuados para el constante crecimiento de las plantas.	Cuadrantes de 1x1 metro, divididos en 4 cuadrantes. Ubicados uno en la parte baja, la parte media y la parte alta del Parque.	Hipótesis soportada por los resultados.
	2	SI	Parque Natural Chicaque	¿Cuáles son los diferentes tipos de suelo en el parque y sus características físicas y químicas?	El tipo de suelo dependerá de que tan árida, rocosa, oscura o blanda sea	Tomar muestras de suelo suelto en diferentes altitudes y locaciones del parque. Comparar las muestras en color, humedad, textura.	Hipótesis soportada por los resultados. El tipo de suelo se da por factores como la altura, humedad, incidencia de luz solar.
	4	SI	Parque Natural Chicaque	¿Qué tipos de musgo hay en los árboles en la parte alta y en la parte baja del parque?	Los musgos en la parte alta y baja serán similares por la temperatura.	Fotos de musgo presentes en los árboles, muestra de musgo suelto. Comparación de color y forma.	Hipótesis no soportada por los resultados. Los árboles tienen diferentes tipos de musgos según la especie y la necesidad de agua. Relación simbiótica.
	3	NO	Parque Natural Chicaque	¿Cómo la altitud de un lugar afecta las características de las plantas?	Las condiciones de un lugar como la altura afectan las características de las plantas como apariencia, color o textura de sus hojas. Esto sucede por la habilidad de las plantas de adaptación a las condiciones de un área específica, en este caso las altas y bajas alturas.	Cuadrantes en dos diferentes áreas del parque.	Hipótesis soportada por los resultados.
	2	NO	Parque Natural Chicaque	¿Qué especies de plantas hay en la zona alta y en la zona baja del Parque?	En la parte alta habrá plantas más resistentes al frío y en la parte baja especies de plantas de ecosistemas templados.	Cuadrantes de 1mx1m, uno en la parte alta del Parque y otro en la parte baja. Si hay material suelto tomar muestras para la guía de la profesora en el colegio.	No concluye en cuanto a la hipótesis

	3	NO	Parque Natural Chicaque	¿Las características de las plantas cambian dependiendo de la altura?	Las plantas cambian sus características ya que son seres vivos como los seres humanos, las plantas deben tener características específicas para poder sobrevivir. Las características cambian dependiendo del ambiente y los factores abióticos, debido a que los factores abióticos en la zona alta son muy diferentes a los de la zona baja.	Transecto lineal de dos metros. Análisis de las características de las plantas dentro del transecto. Un transecto en la parte alta y otro en la parte baja del parque.	No fue posible aceptar o rechazar la hipótesis. Se requieren estudios con mayor gradiente altitudinal.
	2	NO	Parque Natural Chicaque	¿Cuáles son las diferencias entre las plantas que habitan en la cima de la montaña y las especies que están en la parte baja de la montaña?	Las plantas que se encuentran arriba de la montaña son diferentes a las que se encuentran en la parte baja	Un cuadrante en la parte alta de la montaña, un cuadrante en la parte baja de la montaña.	No concluye en cuanto a la hipótesis.

De los 11 grupos de trabajo no asistentes a la salida de campo 8 grupos desarrollaron sus proyectos de investigación en el Parque Natural Chicaque y solo 3 en una ubicación diferente. Por lo tanto, la caracterización y contextualización previa cumplió el mismo objetivo para la gran mayoría de estudiantes.

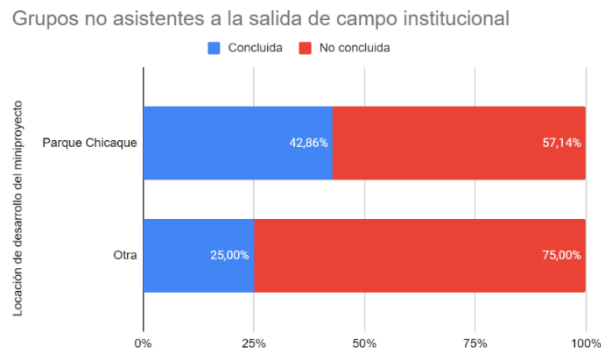
Se encontró una diferencia entre los grupos que asistieron a la salida de campo y los que no lo hicieron en relación con la comprobación de sus hipótesis y formulación de conclusiones (Figura 4-1). Dentro de los grupos que asistieron a la salida de campo, el 80% logró comprobar o aceptar su hipótesis y formuló conclusiones y el 20% restante, aunque comprobó sus hipótesis, no logró expresar sus conclusiones. En contraste, solo el 50% de los grupos que no asistieron a la salida de campo, lograron comprobar sus hipótesis y expresaron sus conclusiones. Este resultado pudo estar relacionado con la falta de motivación de los grupos que no asistieron, ya fuera porque no completaron el ejercicio o porque sus datos no fueron concluyentes. Más adelante, se aborda cómo esta situación se ve reflejada en la escritura de sus artículos científicos.

Figura 4-1: Comparación resultados miniproyectos de investigación entre grupos asistentes y grupos no asistentes.



La mayoría de los grupos que no asistieron a la salida de campo institucional, sino que hicieron su ejercicio de manera independiente en Chicaque o en otra localidad, tuvieron menor éxito en el desarrollo de sus miniproyectos (Figura 4-2). Esta situación fue más severa en los grupos que no visitaron el parque Chicaque, posiblemente debido a que no tuvieron la contextualización previa del lugar. Estos resultados evidencian la importancia de la orientación docente a lo largo del ejercicio en campo y de la contextualización preliminar del área de estudio.

Figura 4-2: Relación conclusión de hipótesis respecto a la locación de desarrollo de la investigación estudiantes no asistentes a la salida de campo institucional.



4.3.1 Artículos científicos producto de los miniproyectos de investigación

En su totalidad los 21 grupos desarrollaron cada uno un artículo científico siguiendo la plantilla generada por la docente (Anexo C) y la rúbrica de evaluación para el artículo científico (Anexo B) socializada previa producción de los artículos científicos.

El artículo científico contó para todos los estudiantes con las secciones de:

- Título
- Autores y correspondencia
- Abstract/ Resumen
- Keywords/ Palabras clave
- Introducción
- Métodos
- Resultados
- Conclusiones
- Bibliografía

A continuación se analizarán los resultados obtenidos con base en la rúbrica presente en el anexo B.

▪ **Sección título**

Los criterios evaluados y analizados respecto al título se presentan a continuación (Tabla 4-3).

Tabla 4-3: Resultados sección “título” artículos científicos

Curso	Asistentes	Integrantes	Título en español e inglés	Es claro acerca del tema principal o el propósito de la investigación	Es claro acerca de la locación de desarrollo de la investigación	Es compuesto por menos de 20 palabras	Está escrito en mayúscula sostenida
7A	SI	3	Diferencias en la adaptación de las plantas nativas con relación al ecosistema que habitan, comparación del ecosistema de clima frío (Parque Natural Chicaque/Colegio José Max León) Differences in the adaptation of native plants in relation to the ecosystem they inhabit, comparison of the cold climate ecosystem (Chicaque Natural Park / Colegio José Max León)	NO	SI	NO	NO
	SI	4	EL EFECTO DEL CAMBIO DE ALTITUD SOBRE EL TAMAÑO DE LA FLORA EN EL PARQUE NACIONAL CHICAQUE THE EFFECT OF THE CHANGE OF ALTITUDE ROUND THE SIZE OF THE FLORA IN THE CHICAQUE NATIONAL PARK	SI	SI	SI	SI
	SI	5	¿LA ALTURA AFECTA EL CRECIMIENTO DE LOS INSECTOS? DOES THE ALTITUDE AFFECT THE GROWTH OF THE INSECTS?	SI	NO	SI	SI
	NO	3	LA FLORA Y SU CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN EN EL PARQUE NATURAL CHICAQUE. FLORA AND ITS ADAPTABILITY IN THE CHICAQUE NATURAL PARK	SI	SI	SI	SI
	NO	4	HUMEDAD EN PLANTAS EN EL PARQUE CHICAQUE HUMIDITY IN PLANTS AT CHICAQUE PARK	NO	SI	SI	SI
	NO	3	TÍTULO DEL ARTÍCULO EN INGLÉS TÍTULO DEL ARTÍCULO EN ESPAÑOL	NO	NO	NO	NO

7B	SI	3	TÍTULO DEL ARTÍCULO EN INGLÉS TÍTULO DEL ARTÍCULO EN ESPAÑOL	NO	NO	NO	NO
	SI	2	CHICAQUE PARK PLANTS HEIGHT IS AFFECTED BY THE ALTITUDE IN WHICH THEY ARE? ¿LA ALTURA DE LAS PLANTAS DEL PARQUE CHICAQUE ES AFECTADA POR LA ALTITUD DONDE ESTAN SITUADAS?	SI	SI	SI	SI
	SI	4	TÍTULO DEL ARTÍCULO EN INGLÉS TÍTULO DEL ARTÍCULO EN ESPAÑOL	NO	NO	NO	NO
	SI	3	TÍTULO DEL ARTÍCULO EN INGLÉS TÍTULO DEL ARTÍCULO EN ESPAÑOL	NO	NO	NO	NO
	NO	2	TÍTULO DEL ARTÍCULO EN INGLÉS TÍTULO DEL ARTÍCULO EN ESPAÑOL	NO	NO	NO	NO
	NO	2	Santa María del Lago wetland research Investigación humedal Santa María del Lago	NO	SI	SI	NO
	NO	2	PREFERENCIAS DE LOS INSECTOS Y/O PESTES ESCOGIENDO UN HÁBITAT EN EL PARQUE CHICAQUE PREFERENCES OF BUGS AND/OR PEST CHOOSING AN HABITAT PLACE AT CHICAQUE'S PARK	SI	SI	SI	SI
	NO	2	ARTÍCULO CIENTÍFICO DE HACIENDA GALINDO SCIENTIFIC ARTICLE OF HACIENDA GALINDO	NO	SI	SI	SI
7C	SI	2	TÍTULO DEL ARTÍCULO EN INGLÉS TÍTULO DEL ARTÍCULO EN ESPAÑOL	NO	NO	NO	NO
	SI	4	TIPOS DE MOHO EN EL PARQUE CHICAQUE TYPES OF MOSS IN CHICAQUE'S PARK	SI	SI	SI	SI
	SI	3	IMPACTO AMBIENTAL DE LOS HUMANOS SOBRE LAS PLANTAS EN EL PARQUE NATURAL CHICAQUE (CUNDINAMARCA, COLOMBIA) ENVIRONMENTAL IMPACT OF HUMANS ON PLANTS IN THE CHICAQUE NATURAL PARK (CUNDINAMARCA, COLOMBIA)	SI	SI	SI	SI
	NO	3	GENERATED IMPACT OF THE ALTITUDE IN REGARDS WITH THE FLORA CHARACTERISTICS OF THE CHICAQUE NATURAL PARK IMPACTO GENERADO POR LA ALTITUD CON RESPECTO A LAS CARACTERÍSTICAS DE LA FLORA DEL PARQUE NATURAL CHICAQUE	SI	SI	SI	SI
	NO	2	¿CÓMO LAS PLANTAS CAMBIAN DEPENDIENDO DE LA ALTITUD DEL PARQUE? HOW DO THE PLANTS CHANGE DEPENDING OF THE ALTITUDE OF THE PARK?	SI	NO	NO	SI
	NO	2	DIFERENCIAS DE LAS PLANTAS DE LA PARTE BAJA Y ALTA DE LA MONTAÑA EN CHICAQUE DIFFERENCES OF THE PLANTS OF THE LOW AND HIGH PART OF THE MOUNTAIN IN CHICAQUE	SI	SI	SI	SI
	NO	2	COMPARACIÓN ENTRE LA FLORA DE ALTURA BAJA Y ALTURA ALTA DEL PARQUE NATURAL CHICAQUE COMPARISON BETWEEN FLORA OF LOW ALTITUDE AND HIGH ALTITUDE OF THE CHICAQUE NATURAL PARK	SI	SI	SI	SI

De los 21 grupos de trabajo solo 15 grupos dieron título a sus artículos científicos (Tabla 4-3). Este resultado evidencia bajo seguimiento de instrucciones escritas por una gran parte de los estudiantes.

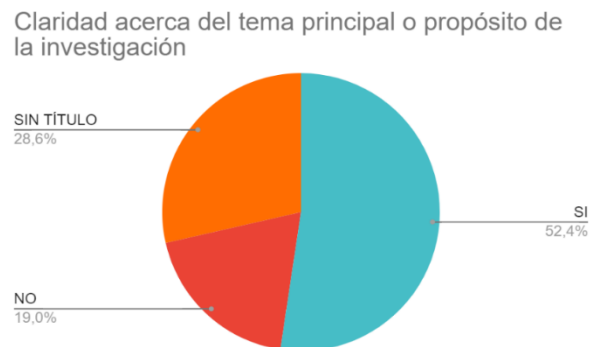
Más del 50% de los grupos de trabajo cumplieron con la producción del título del artículo científico; de los grupos no asistentes a la salida más del 75% cumplió con este criterio,

mientras que los grupos asistentes cumplieron un poco más del 50%. Esto puede obedecer a que el título se encontraba en una de las últimas secciones a escribir y entregar, por lo cual, los estudiantes se centraron en la producción de las secciones de resultados, conclusión y abstract/resumen y no dedicaron tiempo a esta sección. La mayoría de los estudiantes atribuyó la falta de título a haber olvidado esta sección y/o tiempo insuficiente.

Respecto a los criterios evaluados y analizados en el título, más del 50% de los grupos cumplieron con el criterio de incluir el tema o propósito de la investigación en sus artículos científicos, reconociendo la importancia de esto para la búsqueda en bases bibliográficas como fue socializado durante las sesiones de contextualización y análisis de artículos científicos (Figura 4-3.1.1).

Dentro de los proyectos que contaron con título se evidencia que los estudiantes encontraron la importancia de que el título brinde información sobre la investigación, puesto que el 73% cumplieron este criterio (Figura 4-3.1.1). Dentro de los artículos científicos cuyo título no brinda información clara, encontramos títulos muy generales como "ARTÍCULO CIENTÍFICO DE HACIENDA GALINDO/SCIENTIFIC ARTICLE OF HACIENDA GALINDO", este título brinda información del lugar más no es posible reconocer qué temática trabajará o qué campo del conocimiento abordará este lugar. Otro título que no cumplió este criterio es "Diferencias en la adaptación de las plantas nativas en relación al ecosistema que habitan, comparación del ecosistema de clima frío (Parque Natural Chicaque/Colegio José Max León)/ Differences in the adaptation of native plants in relation to the ecosystem they inhabit, comparison of the cold climate ecosystem (Chicaque Natural Park / Colegio José Max León)" este título aparentemente brinda información acerca del propósito de la investigación, sin embargo, el contenido de la investigación no abarca plantas nativas, ni comparación de ecosistemas; así que aunque el título es prometedor el contenido de la investigación no corresponde, por lo cual no brinda información real sobre el miniproyecto de investigación desarrollado. Por lo anterior, en los títulos que no brindan información clara sobre la investigación desarrollada se obtuvieron títulos muy generales que no dejan ver la temática a tratar, y otros títulos cuya información no corresponde a la investigación puesto que no incluyen los aspectos mencionados.

Figura 4-3.1.1: Porcentaje de proyectos cuyo título da información clara sobre el propósito o tema de la investigación desarrollada respecto a la totalidad de proyectos.



En el criterio de claridad sobre el lugar donde fue llevada a cabo la investigación, es posible evidenciar que de la totalidad de los proyectos, más del 50% cumplieron con este criterio, de esta manera los estudiantes reconocieron la importancia de la inclusión del lugar para la búsqueda en bases bibliográficas y la replicabilidad de la investigación puesto que así se puede acceder a más información sobre las características del lugar (Figura 4-3.1.2).

Respecto a las investigaciones que contaron con título, una importante parte de los títulos brindaron información acerca del lugar de la investigación, siendo más del 80% de los artículos realizados. De esta manera se evidencia el entendimiento de los estudiantes de la importancia del contexto y los factores ambientales del lugar donde se lleva a cabo la investigación y su influencia en los resultados, el conocimiento del lugar puede ser ampliado, además de la importancia para su aparición en sistemas de búsqueda de información, comparación de resultados y replicabilidad.

En los títulos que no cuentan con información sobre el lugar de desarrollo de la investigación encontramos títulos como “¿LA ALTURA AFECTA EL CRECIMIENTO DE LOS INSECTOS?/DOES THE ALTITUDE AFFECT THE GROWTH OF THE INSECTS?” o “¿CÓMO LAS PLANTAS CAMBIAN DEPENDIENDO DE LA ALTITUD DEL PARQUE?/ HOW DO THE PLANTS CHANGE DEPENDING OF THE ALTITUDE OF THE PARK?” . Estos títulos reflejan la temática a trabajar o la pregunta de investigación de manera literal, sin embargo, el título no cuenta con información acerca de si fue un estudio de campo, un estudio de revisión bibliográfica o un estudio realizado en laboratorio bajo condiciones controladas; por lo cual no aporta en el conocimiento del lugar según el título, a pesar de que en el cuerpo del artículo si se mencione el lugar.

Respecto a los próximos dos criterios: Composición del título por menos de 20 palabras y escritura en mayúscula sostenida; estos obedecen a los criterios requeridos por la plantilla presenta a los estudiantes como guía. En estos se pretendía fortalecer el seguimiento de instrucciones y recrear el proceso de presentación de manuscritos y algunos criterios decisivos para el proceso de publicación científica. La gran mayoría de los estudiantes reconocieron la importancia del seguimiento de instrucciones y lineamientos de formato para la producción de su artículo científico, puesto que para el criterio de composición del título por menos de 20 palabras se tuvo un cumplimiento del 93.3% y para el criterio de escritura del título ya en mayúscula sostenida se obtuvo un 86.7% de cumplimiento (Figura 4-3.1.2).

Figura 4-3.1.2: Porcentaje de proyectos cuyo título da información clara sobre la locación de desarrollo de la investigación.



▪ Sección de autores y correspondencia

La sección de autores y correspondencia se trabajó mediante la plantilla dada a los estudiantes siguiendo los lineamientos de la revista “Momento” del departamento de física de la Universidad Nacional de Colombia. La gran mayoría de los grupos lograron escribir sus nombres de autores de la manera adecuada, con un cumplimiento del 100% para los criterios de escritura únicamente de apellidos e inicial, en orden alfabético y en mayúscula sostenida. Solamente un grupo olvidó o no tuvo cuidado de escribir sus nombres en orden alfabético, y otro grupo diferente organizó la correspondencia de manera no adecuada según la plantilla.

▪ Sección de Abstract/Resumen

Para la sección de Abstract/Resumen se dio los estudiantes la instrucción de seguir el formato planteado en la planilla y tener en cuenta los criterios depositados en la rúbrica en

los cuales se planteó: Escritura de la sección con menos de 250 palabras, inclusión de información relacionada con el tema de investigación central del artículo científico, inclusión de conceptos ecológicos relacionados, inclusión de la pregunta de investigación, inclusión de la hipótesis a comprobar, inclusión breve de los resultados.

Para la sección de Abstract más del 50% de los grupos de trabajo realizaron la escritura de ésta (13/21) y no se encuentra una diferencia significativa entre los grupos asistentes o no a la salida de campo institucional (Figura 4-3.1.3). Respecto a la sección de Resumen, su escritura fue realizada por un poco más del 50% de los grupos (11/21). Sin embargo se ve una diferencia significativa en cuanto a los grupos asistentes a la salida de campo puesto que fueron menos los que realizaron la producción de esta sección (40%) (Figura 4-3.1.3). Al indagar con los estudiantes, refirieron olvidar esta sección o no contar con el tiempo suficiente para su producción puesto que el tratamiento de los resultados les tomó más tiempo de lo esperado. Es importante notar que la producción de la sección de resumen contó con menor porcentaje de realización y ésta era la única sección del artículo científico producido en la lengua materna de los estudiantes, español.

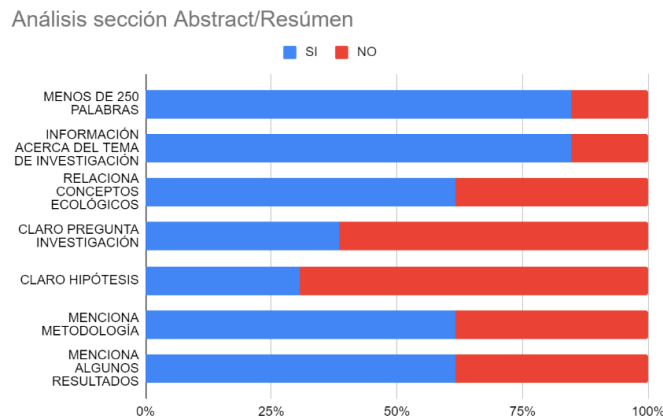
Respecto a los grupos que realizaron la producción de las secciones de Abstract y Resumen (13) o una de ellas, se puede evidenciar que en su gran mayoría cumplieron con los criterios: extensión menor a 250 palabras tanto en idioma inglés (Abstract) y resumen (español) e inclusión del tema principal de la investigación (Figura 4-3.1.3.).

Respecto a la inclusión de conceptos ecológicos relacionados a su investigación el porcentaje de grupos que cumplieron con este criterio fue mayor al 50%, reconociendo el contenido disciplinar en su trabajo. En cuanto a la inclusión de la pregunta de investigación y la hipótesis trabajada durante el trabajo, el porcentaje de inclusión fue menor al 50%. Los estudiantes refirieron la no inclusión de estas dos debido a que se habían tratado en todas las secciones y pensaron que no era necesario. Algunos grupos también refirieron que sentían que era redundante su inclusión puesto que en el tema de investigación estaban implícitas. Se socializó a los estudiantes el propósito del Abstract/Resumen en el momento de consulta bibliográfica y se reflexionó acerca de la importancia de su inclusión, además de la forma requerida por la plantilla (Figura 4-3.1.3.).

Respecto a los criterios de inclusión de metodología y resultados, más del 50% de los estudiantes incluyeron estos dos componentes dentro de su Abstract y/o Resumen. Esto

evidencia en cierta medida que para los estudiantes fue importante o claro la conceptualización ecológica, el tema de investigación, la metodología y los resultados obtenidos. Por lo anterior, en una corta sección fueron capaces de incluir el proceso investigativo llevado a cabo y algunos pasos del método científico como los referentes teóricos, la experimentación y la toma de resultados y datos.

Figura 4-3.1.3: Análisis general criterios requeridos sección Abstract/Resumen.



▪ Sección de palabras clave/ key words

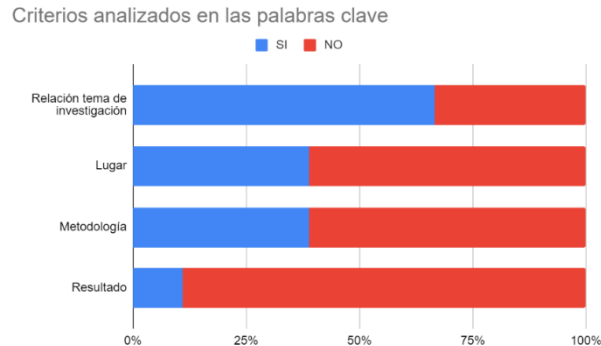
Para la sección de palabras clave se ilustró a los estudiantes el funcionamiento de la base de datos SINAB de la Biblioteca de la Universidad Nacional y allí se observó la importancia de las palabras clave para los buscadores. Se dio a los estudiantes la instrucción de elegir 5 palabras que representaran su investigación, la parte conceptual, experimental y el lugar.

Más del 75% de los grupos de investigación realizó la escogencia e inclusión de las 5 palabras clave sugeridas en la plantilla. No se observa diferencia significativa en la producción de esta sección respecto a asistentes y no asistentes a la salida de campo institucional (Figura 4-3.1.4).

Se evidencia una dificultad en los estudiantes en la escogencia de estas palabras dado que menos del 50% de los grupos cumplen con los criterios de que estas reflejasen el lugar, metodología y resultados. El criterio que presentó mayor dificultad para los grupos de investigación fue el reflejar los resultados obtenidos mediante una palabra o dos, puesto que la mayoría de los grupos buscaban relacionar dos variables como la altitud y el tamaño, la altitud y la textura, la cercanía a cuerpos de agua y las características de las plantas etc.

Solo dos grupos cumplieron con este criterio, uno de ellos pudo reflejar su resultado al encontrar una relación de comensalismo entre los líquenes y los árboles estudiados.

Figura 4-3.1.4: Análisis de criterios incluidos en la rúbrica para la sección de palabras clave/keywords.



▪ Resultados y análisis de la sección de Introducción de los artículos científicos

Para la sección de Introducción se establecieron criterios que pretendían la inclusión de la caracterización del lugar donde se llevó a cabo la investigación, la importancia ecológica de este lugar, la inclusión de la pregunta de investigación e hipótesis a comprobar relacionando estas secciones con la importancia o justificación de la investigación realizada.

Se examinó el cumplimiento de los criterios incluidos en la rúbrica de evaluación de los artículos científicos para la sección de introducción (Figura 4-3.1.5.) Se evidencia que los criterios con mayor cumplimiento de manera satisfactoria fueron: la inclusión de la ubicación geográfica del lugar de desarrollo de la investigación independientemente fuese o no el Parque Natural Chicaque; los factores bióticos y factores abióticos presentes en el lugar, la relación de la información con estudios previos realizados en el lugar de investigación o sobre preguntas de investigación relacionadas y finalmente el criterio de escritura en tercera persona. Para estos criterios más del 75% de los grupos de trabajo logro cumplirlos y alcanzarlos, demostrando el reconocimiento de conceptos ecológicos como los elementos de los ecosistemas: factores bióticos y abióticos, y la importancia de la inclusión de la ubicación geográfica para la replicabilidad y la profundización del conocimiento.

Respecto al criterio de inclusión de la ubicación de la investigación, algunos estudiantes utilizaron sistemas de coordenadas, otros hicieron referencia al departamento y municipio donde se encuentra, y otros respecto a referentes de localización según avenidas y lugares de interés. Dentro de los factores bióticos incluidos por los estudiantes se encuentran algunas especies vegetales y animales en su mayoría referidos por estudios llevados a cabo anteriormente en el lugar por otros autores. En cuanto a los factores abióticos los estudiantes incluyeron datos de temperatura, altitud, locación geográfica y pisos térmicos.

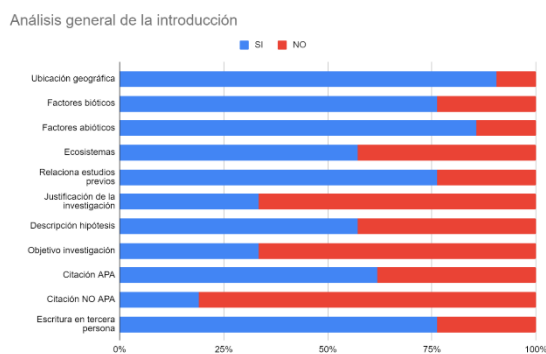
En cuanto a criterios que fueron cumplidos por más del 50% de los estudiantes en los artículos científicos se encuentran la inclusión de los ecosistemas presentes en el lugar, la descripción y/o inclusión de la hipótesis a comprobar y el uso de citación bajo las normas APA para la información consignada.

Respecto a los ecosistemas, la mayoría de los grupos de estudiantes que realizaron su investigación en el Parque Natural Chicaque reconocían los ecosistemas allí presentes como el Bosque de niebla, Bosque Andino según los ecosistemas de la región Andina Colombiana. Algunos otros incluyeron los ecosistemas presentes en la reserva como el Bosque de robles, Bosque de Gaques y Bosque secundario. En cuanto a la inclusión de la hipótesis a comprobar algunos grupos relacionaron ésta con la descripción del lugar, por ejemplo al relatar las alturas del Parque Natural Chicaque relacionaban ésta con la hipótesis de la relación de la altitud y las características de la vegetación o los insectos. El uso de citación APA se dio en gran medida por los grupos que relacionaron estudios anteriores y de igual manera de la descripción de los factores bióticos y abióticos del lugar.

Los criterios que tuvieron una menor inclusión o cumplimiento por parte de los grupos de estudiantes con un porcentaje menor al 50% fueron: La justificación de la investigación, el objetivo de la investigación y la citación de fuentes de información sin cumplir las normas APA. Respecto a la justificación y el objetivo de la investigación, representó una dificultad significativa para los estudiantes el poder relacionarle con la pregunta problema, la hipótesis y los alcances o lo esperado de su trabajo de investigación. Al socializar este aspecto con los estudiantes ellos sostuvieron que aún no sabían cómo se realizaban procesos de conservación ecológica o aprovechamiento de los recursos de manera sostenible o sustentable y no se sentían seguros de esto. Respecto al propósito de la investigación encontraron redundante puesto que para ellos era claro que el propósito era la prueba de la hipótesis y el encontrar una respuesta a la pregunta.

La citación de fuentes sin cumplimiento de normas APA fue un criterio no incluido en la rúbrica, pero si empleado para la sistematización de los datos, puesto que algunos grupos tuvieron dificultades con la citación en formato APA, sin embargo, si incluyeron referenciación y citación de las fuentes consultadas e incluidas en la información dentro de la introducción. Algunos estudiantes copiaron los enlaces de páginas web, o el título de algunos libros o guías turísticas para los cuales no pudieron emplear de manera exitosa algunos generadores de citación APA recomendados o según lineamientos dados para la citación APA. Sin embargo, se incluyeron para no perder esta información, puesto que los estudiantes si realizaron el proceso de consulta bibliográfica solo que tuvieron problemas con el formato de citación. A pesar de la dificultad en el uso de las normas APA para fuentes de internet, se evidencia el desarrollo de la competencia de manejo de la información. La mayoría de los estudiantes si consultaron y refirieron fuentes de información (80,9%) solo que el 19% de los grupos tuvo problemas con el formato de citación APA.

Figura 4-3.1.5: Análisis de la sección de introducción de la totalidad de artículos producidos.



Los criterios que no presentaron una diferencia significativa de inclusión entre asistentes y no asistentes (diferencia <10%) en la sección de introducción son: la inclusión de la ubicación geográfica, de factores bióticos, de los ecosistemas del lugar, así como la descripción de la hipótesis y el uso de citación sin cumplir las normas APA (Figura 4-3.1.6). Esto significa que para estos criterios no afectó la asistencia a la salida institucional en los resultados obtenidos.

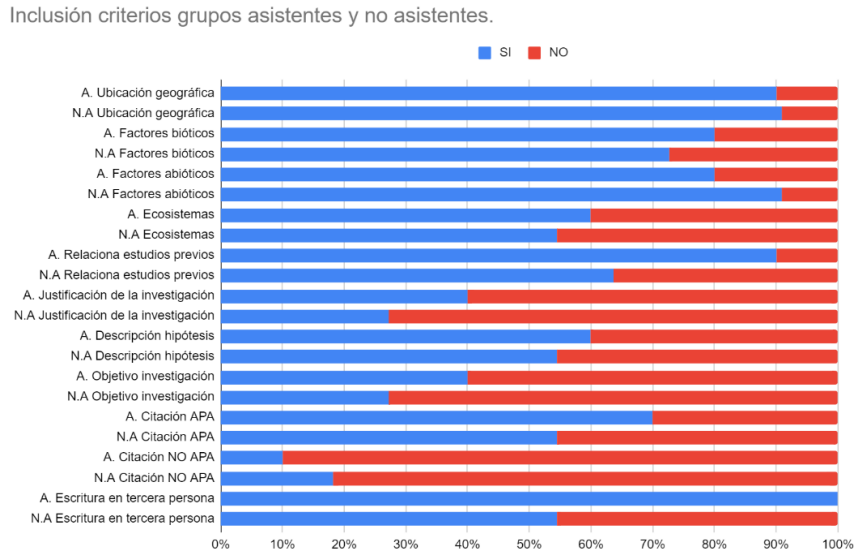
Los criterios que presentaron una diferencia significativa (diferencia >10%) entre los grupos asistentes y los grupos no asistentes a la salida fueron la inclusión de factores abióticos,

la relación de estudios previos, la justificación de la investigación, la inclusión del objetivo de investigación, el uso de citación APA y la escritura en tercera persona. El criterio de inclusión de factores abióticos en la sección de introducción de los artículos se dio en mayor porcentaje por grupos no asistentes respecto a los grupos asistentes. Lo anterior puede obedecer a que para los estudiantes le es más fácil percibir la temperatura, el clima y el paisaje de manera “intuitiva” o natural, mientras que los factores bióticos requieren de mayor conocimiento y guía para las especies encontradas. En consecuencia, los estudiantes no asistentes se centraron mayormente en los factores de los cuales tenían mayor conocimiento.

Para los criterios de inclusión de la justificación de la investigación, del objetivo de investigación, de la relación con estudios previos realizados, del uso de citación APA y de la escritura en tercera persona, fue mayor el porcentaje de cumplimiento por los grupos asistentes a la salida de campo.

Para el criterio de relación de la investigación con estudios previos se dio en mayor medida por los grupos asistentes de manera significativa (diferencia > 20%). Esto pudo ocurrir porque los grupos asistentes encontraron mayor significancia en el uso de artículos previos para el conocimiento del lugar, puesto que durante el recorrido en el parque el guía local ilustró a los estudiantes sobre varios lugares en donde se estaban realizando muestreos para estudios a largo plazo, generando curiosidad en los estudiantes. Al regresar de la salida de campo la gran mayoría de los estudiantes, de manera voluntaria, inició su búsqueda bibliográfica acerca de Chicaque. El otro criterio que tuvo una diferencia significativa (diferencia > 40%) fue la escritura en tercera persona de esta primera sección. Esto puede relacionarse a lo mencionado de la lectura y búsqueda voluntaria de bibliografía por parte de los estudiantes que les permitió familiarizarse con la escritura científica y la forma en que es relatada la investigación. Para los criterios de la justificación de la investigación, la inclusión del objetivo y el uso de citación APA, es posible evidenciar que los estudiantes asistentes a la salida de campo tuvieron mayor facilidad para el cumplimiento de estos criterios puesto que contaron con el acompañamiento docente durante la realización de su muestreo, y encontraron mayor relación entre su investigación, el propósito del muestreo, la prueba de hipótesis y la significancia para las comunidades locales.

Figura 4-3.1.6: Diferenciación inclusión criterios por grupos asistentes (A) y grupos no asistentes (N.A) a la salida institucional.



▪ Sección de métodos de los artículos científicos

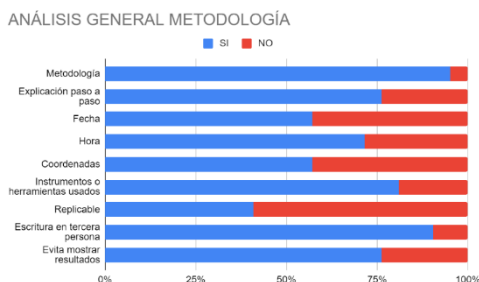
En esta sección se guió a los estudiantes a incluir la metodología de muestreo empleada con datos relevantes para la reproducibilidad como la fecha, la hora, coordenadas de cada lugar de muestreo, datos ambientales del momento del muestreo, medidas exactas e inclusión de algunas imágenes si era relevante para el estudio.

Es posible evidenciar que la inclusión del tipo de metodología usada, la explicación paso a paso de la metodología llevada a cabo, los instrumentos y herramientas utilizadas, la escritura en tercera persona y el evitar mostrar resultados; se dio por la mayoría de los grupos de estudiantes (>75%) (Figura 4-3.1.7). Esto evidencia el entendimiento en los estudiantes de la importancia de la descripción detallada en esta sección para la reproducibilidad y comprobación de resultados de la investigación. Así mismo, la escritura en tercera persona denota familiarización de los estudiantes con la escritura científica, puesto que en experiencias pasadas, como el proyecto desarrollado previo a la salida de campo para la ilustración del proceso, los estudiantes encontraban muy difícil relatar lo que ellos mismos habían realizado en forma de voz pasiva. El evitar mostrar resultados también denota en los estudiantes la competencia de seguimiento de instrucciones y el conocimiento de la escritura científica, puesto que se había encontrado que antes del

ejercicio, para los estudiantes resultaba más fácil relatar la metodología de manera simultánea con los resultados.

Los criterios de inclusión de la fecha, la hora y las coordenadas de los muestreos fueron incluidos por más del 50% de los estudiantes (Figura 4-3.1.7). Acerca de cada metodología y su replicabilidad se tuvo en cuenta la descripción detallada, las medidas del cuadrante o transecto por ejemplo, las coordenadas exactas de cada punto de muestro, entre otras características fueron tomadas en cuenta para determinar si era o no replicable. Se encontró que este criterio fue el que tuvo menor porcentaje de cumplimiento en los grupos (40,9%). Esto indica que a pesar de que varios grupos tenían entendimiento y comprensión de la importancia de la replicabilidad, la no inclusión de un solo criterio como las coordenadas o las medidas de muestreo, ya determinan la no replicabilidad precisa del estudio.

Figura 4-3.1.7: Análisis de criterios incluidos en la sección de métodos de acuerdo con la rúbrica.



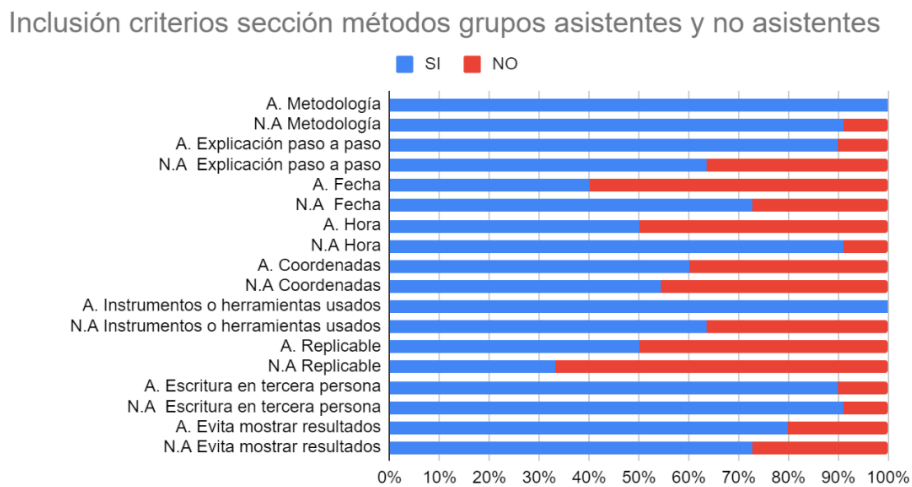
Los criterios en los cuales no hay una diferencia significativa (diferencia < 10%) entre grupos asistentes y no asistentes son la inclusión de metodología y coordenadas, la escritura en tercera persona y el evitar mostrar resultados. En este caso, para estos criterios no significó una diferencia la asistencia a la salida institucional. Para los criterios de inclusión de explicación paso a paso de la metodología, fecha, hora, instrumentos o herramientas usadas y replicabilidad se puede observar una diferencia significativa (diferencia > 10%) entre los grupos asistentes y no asistentes (Figura 4-3.1.8).

Para los criterios de inclusión de explicación paso a paso de la metodología, inclusión de instrumentos o herramientas usadas y replicabilidad, se ve un mayor porcentaje de inclusión por parte de los grupos asistentes a la salida de campo (Figura 4-3.1.8). Esta diferencia puede obedecer a que estos estudiantes contaron con la guía y el

acompañamiento docente durante el desarrollo de la metodología por lo cual tenían claridad de los pasos llevados a cabo, las herramientas usadas y la conciencia del cuidado de la metodología para su reproducibilidad del estudio. Los estudiantes no asistentes a la salida de campo tuvieron preguntas que surgieron durante el desarrollo de la metodología y que no pudieron resolver en el momento de la metodología sino hasta cuando ya se había llevado a cabo.

Para los criterios de inclusión de la hora y la fecha de los muestreos y del desarrollo del estudio, se dio un mayor porcentaje de cumplimiento por parte de los grupos no asistentes a la salida de campo (Figura 4-3.1.8). Esto pudo obedecer a que los estudiantes asistentes mantuvieron en el imaginario que la lectura del documento se haría por la docente quien ya conocía la fecha y la hora del desarrollo del muestreo puesto que estaba presente en este; en cambio, los estudiantes no asistentes conocían que debían dar a conocer estos datos para la docente y cualquier lector y por esta razón tuvieron mayor inclusión de estos dos criterios.

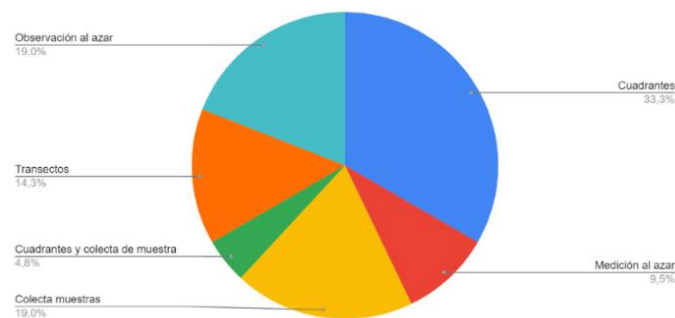
Figura 4-3.1.8: Análisis de inclusión de criterios de metodología en cuantos a grupos asistentes (A) y grupos no asistentes (N.A).



En cuanto a las metodologías empleadas por los estudiantes, se encontró la realización de transectos, cuadrantes y colecta de muestras en cuadrantes; de igual manera se dio el uso de metodologías de muestreo menos estrictas como la medición, colecta de muestras y observación de forma libre sin emplear ningún método estandarizado (Figura 4-3.1.9).

El 52,4% de los miniproyectos contó con metodologías de muestreo ecológico conceptualizadas en clase y que tienen un procedimiento estandarizado establecido para proporcionar buenas muestras como los transectos, cuadrantes y colección de muestras mediante cuadrantes. En contraste, el otro 47,6% restante de los grupos utilizó metodologías de muestreo no estandarizadas como medición de características de forma libre (Figura 4-3.1.9).

Figura 4-3.1.9: Metodologías empleadas por los grupos de estudiantes en sus miniproyectos de investigación.

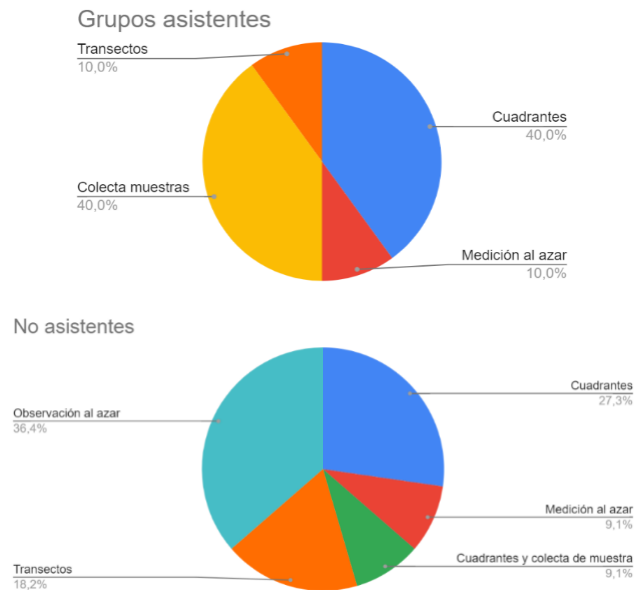


Los grupos asistentes emplearon en su mayoría cuadrantes y colecta de muestras, y en menor porcentaje la medición o colecta libre y transectos. De estos métodos los transectos y los cuadrantes son metodologías estandarizadas con mayor rigurosidad, mientras que la colecta de muestras y medición libre son métodos menos rigurosos y que pueden afectar la replicabilidad e incluir sesgos en el muestreo. Por lo cual se puede observar un 50% de metodologías estandarizadas y 50% de metodologías no estandarizadas (Figura 4-3.1.10).

Los grupos no asistentes emplearon en su mayoría metodologías de observación libre, seguido por cuadrantes y transectos, y en menor porcentaje emplearon la medición libre y cuadrantes para la colecta de muestras (Figura 4-3.1.10). Se puede observar, entonces, un 54,6% de metodologías estandarizadas empleadas (cuadrantes, transectos, colecta de muestras mediante cuadrantes) y 45,4% de metodologías no estandarizadas empleadas (medición y observación libre). Se puede observar que en general no hay una diferencia significativa entre las metodologías empleadas por grupos asistentes y no asistentes, en cuanto a metodologías estandarizadas o no. Se esperaría que los estudiantes asistentes emplearían únicamente metodologías estandarizadas por contar con el acompañamiento docente, sin embargo, a todos los grupos se les guió y se les dio autonomía en el diseño

de su metodología experimental, puesto que el trabajo basado en proyectos sostiene que debe ser en su mayoría espacios de trabajo autónomos. Así pues se guiaba a los estudiantes durante el desarrollo de la metodología y se aconsejaba, más nada era impuesto u obligatorio.

Figura 4-3.1.10: Metodologías empleadas por grupos asistentes y no asistentes a la salida de campo institucional.



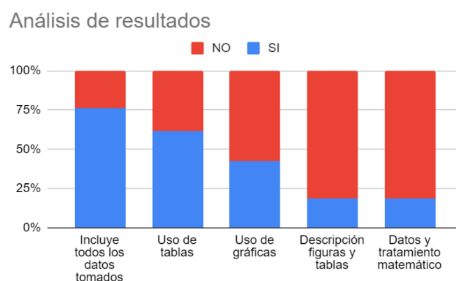
▪ Sección de resultados

Para esta sección se les pidió a los estudiantes mostrar los resultados de los muestreos y datos colectados, el tratamiento de los datos si es el caso y la organización de la información.

En cuanto a los criterios requeridos, se obtuvo que el único criterio desarrollado por la mayoría de los grupos (75%) fue la inclusión total de los datos tomados durante el muestreo. En este criterio se valoró que los datos fueran precisos y sin ninguna alteración, e incluyeran todos los datos e información recolectada. Para el criterio de uso de tablas para la organización de la información. Se obtuvo un resultado un poco mayor al 50% lo cual indica una competencia desarrollada en la mayoría de los estudiantes para la organización adecuada de la información. En cuanto al uso de gráficas se obtuvo un porcentaje del 43%, lo cual indica que se ha tenido un progreso satisfactorio en la

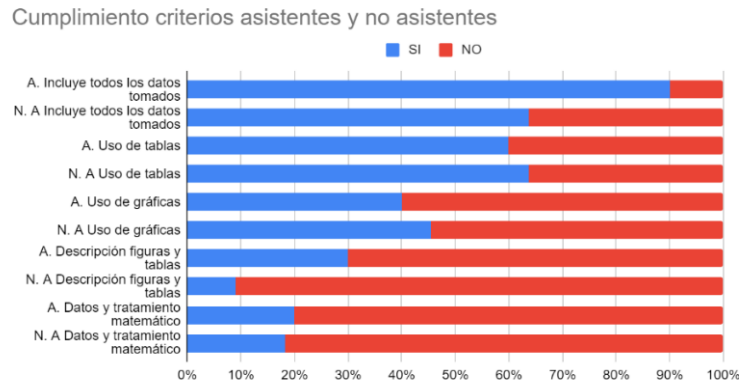
competencia de generación de gráficas y se requiere continuar trabajando en esta. En cuanto a la descripción de las tablas y gráficas los estudiantes encontraron dificultad en describirlas sin nombrar ningún tipo de análisis o conclusión como fue planteado, por lo cual, solo un 20% de los grupos cumplieron con el criterio a cabalidad. Finalmente, en cuanto a tratamiento matemático de datos, a pesar de que varios grupos lo llevaron a cabo según la naturaleza de sus datos, no incluyeron el tratamiento hecho, solamente los resultados, por lo cual solo el 19% de los grupos cumplió con este criterio (Figura 4-3.1.11).

Figura 4-3.1.11: Resultados de la sección de resultados de los artículos científicos.



Para el cumplimiento de los criterios de uso de tablas, uso de gráficas y tratamiento matemático de los datos, no se encontró diferencia significativa entre los grupos asistentes y no asistentes (diferencia < 10%). En cuanto al criterio de descripción de figuras y tablas se encuentra una diferencia de 20% en donde hubo mayor cumplimiento de este criterio por parte de los grupos asistentes. Esto podría significar un leve mayor desarrollo de la competencia de descripción y/o mayor familiarización con los datos. Para el criterio de inclusión de los datos recolectados, se encuentra una diferencia significativa mayor al 20%, en donde se dio mayor cumplimiento de este criterio por parte de los estudiantes asistentes a la salida de campo institucional, esto puede obedecer al recordatorio y el cuestionamiento continuo por parte de la docente acerca del uso apropiado de la libreta de campo y el registro de los datos (Figura 4-3.1.12).

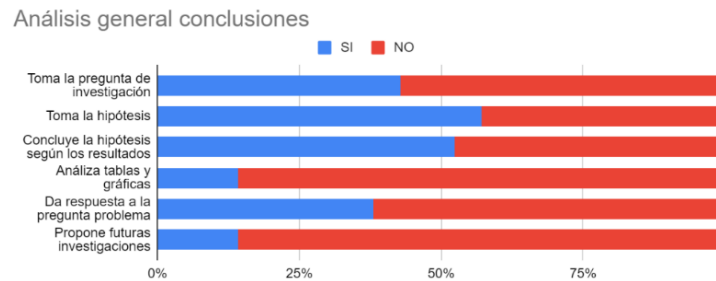
Figura 4-3.1.12: Inclusión de criterios sección resultados, grupos asistentes (A) y no asistentes a la salida (N.A).



▪ Sección de conclusiones

Para esta sección se guió a los estudiantes a la inclusión de la pregunta problema y la hipótesis para poder relacionar los resultados obtenidos con estas dos secciones y concluir si se da o no respuesta a la pregunta problema, cuál es la respuesta y justificarla con las tablas y gráficas de resultados, de igual manera concluir si la hipótesis planteada fue o no comprobaba, el porqué de esto y proponer futuras investigaciones para dar respuesta o ampliar en la hipótesis.

En general la sección de conclusiones representó un gran reto para los estudiantes y se dificultó el trabajo autónomo en esta sección. A pesar de la guía docente y la resolución de preguntas, ningún criterio se cumplió en su mayoría, únicamente los criterios de retomar la hipótesis conclusión de su veracidad y concluir con base en los resultados se cumplieron por un poco más del 50% de los estudiantes (Figura 4-3.1.13). En cuanto al análisis de tablas y gráficas y la proposición de futuras investigaciones para ampliar, corregir o retomar la comprobación de la hipótesis; estos fueron los dos criterios que menor porcentaje de grupos cumplieron.

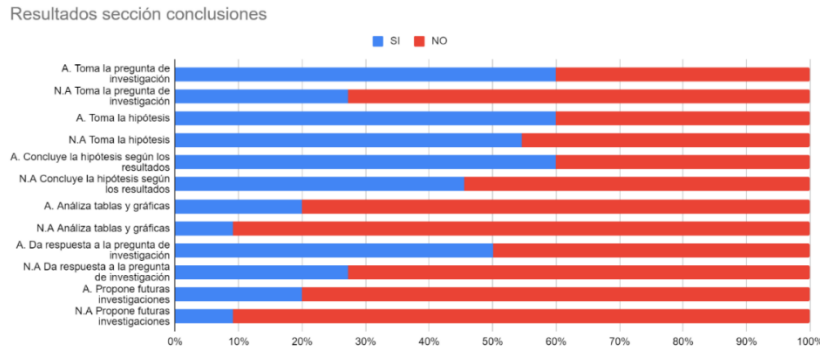
Figura 4-3.1.13: Resultados de la sección de conclusiones de los artículos científicos.

En cuanto a la inclusión de criterios por parte de grupos asistentes y no asistentes, no se encontró diferencia significativa para el criterio de conclusión de la hipótesis retomando el planteamiento de esta, este criterio fue cumplido por más del 50% de los estudiantes tanto para grupos asistentes como grupos no asistentes (Figura 4-3.1.14).

Para los criterios de conclusión de la hipótesis según los resultados, análisis de tablas y gráficas y proposición de futuras investigaciones, se encontró diferencia significativa (>10%) entre grupos asistentes y no asistentes, obteniendo un mayor cumplimiento de los tres criterios por parte de los grupos asistentes. Esto visibiliza la comprensión del ejercicio investigativo en mayor medida por los estudiantes asistentes puesto que los resultados del muestreo realizado fue organizado por medio de herramientas de gestión de la información como tablas y gráficas con el entendimiento de la significancia de los datos. Además hay mayor familiarización con la proposición de nuevas metodologías o investigaciones para ahondar en el tema trabajado. No obstante de estos criterios solo la conclusión de hipótesis según resultados obtuvo más del 50% de cumplimiento, y solo para asistentes; los otros criterios requieren mayor profundización para todos los estudiantes (Figura 4-3.1.14).

Los criterios de discusión de la pregunta de investigación y el dar respuesta a la misma, fueron los criterios con mayor diferencia entre grupos asistentes y no asistentes. Los grupos asistentes tuvieron mayor porcentaje de cumplimiento de estos criterios. Esto pudo obedecer a que los estudiantes asistentes tuvieron mayor motivación en el momento del planteamiento del miniproyecto y del desarrollo del muestreo; ya que, al indagar sobre esto evidenciaron mayor emoción.

Figura 4-3.1.14: Inclusión de criterios sección conclusiones de grupos asistentes (A) y no asistentes a la salida (N.A).



▪ Sección de bibliografía

En la sección de bibliografía se analizó la citación y referenciación de fuentes de información consultados en formato APA. En general, la mayoría de los grupos de estudiantes a pesar de contar con citas APA en el cuerpo del texto de manera correcta, en la sección de bibliografía no incluyeron las fuentes consultadas (52,4%). Al indagar, los estudiantes explicaron que el tiempo dedicado a esta sección no fue suficiente para ellos ya que prefirieron trabajar más en la sección de conclusión, por lo cual se debe continuar trabajando la competencia de planeación. En relación con grupos asistentes y no asistentes no se encontró diferencia significativa en la producción de la sección de bibliografía. Este aspecto requiere fortalecimiento ya que fue el primer acercamiento a literatura científica y el proceso de citación APA.

4.3.2 Libretas de campo de los estudiantes

Durante el desarrollo y el trabajo autónomo de los estudiantes en la producción de su artículo científico se dio de manera simultánea la revisión de las libretas de campo de cada estudiante. Como se mencionó anteriormente el desarrollo de los miniproyectos se dio con 62 estudiantes, de los cuales 33 fueron estudiantes asistentes a la salida y 29 fueron estudiantes no asistentes a la salida que desarrollaron la fase de muestreo de su miniproyecto fuera de la jornada escolar. De estos 62 estudiantes, 49 realizaron el ejercicio

de producción y entrega de su libreta de campo y 13 estudiantes no cumplieron con este ejercicio. Esto muestra un alto grado de compromiso con el desarrollo del proyecto puesto que cerca del 80% de los estudiantes realizó la práctica de llevar una libreta de campo donde tomaron notas de observaciones personales, datos importantes, información ambiental, resultados de muestreo, entre otros. Por el contrario, el 20% de los estudiantes no realizaron el ejercicio de desarrollo y producción de la libreta de campo.

Los 13 estudiantes que no realizaron su libreta de campo se componen por 7 estudiantes asistentes y 6 estudiantes no asistentes. A pesar de que no se encuentra una diferencia significativa, si llama la atención en específico un grupo de trabajo asistente a la salida de campo, conformado por 3 integrantes de los cuales ninguno realizó la entrega ni producción de su libreta de campo. Al verificar los resultados obtenidos en su miniproyecto se encuentra que es un grupo que no alcanzó la mayoría de los criterios planteados para el artículo científico, teniendo una introducción con cumplimiento solo de algunos criterios generados en la contextualización pero desconociendo la pregunta de investigación, hipótesis y justificación del miniproyecto. En la sección de métodos, este grupo cumplió con dos de los 9 criterios establecidos mencionando únicamente las herramientas utilizadas pero no la metodología empleada ni los resultados. Como era de esperarse, la sección de resultados no cumplió con ningún criterio puesto que este grupo de trabajo no contaba con ningún dato, ya que realizaron el muestreo y la metodología, pero no consignaron esta información. Finalmente, este grupo no dio respuesta a su pregunta de investigación, no concluyó acerca de la hipótesis planteada ni presentó ninguna conclusión. Esto demuestra inicialmente falta de compromiso en su miniproyecto de investigación y en general en su proceso de aprendizaje además de la importancia del uso de la libreta de campo.

Otros 4 estudiantes asistentes que no realizaron la producción de su libreta de campo, de diferentes grupos de trabajo, se basaron y trabajaron con las libretas de campo de los compañeros de su grupo y la ausencia de su libreta no fue notoria de manera significativa en el artículo científico. Los compañeros expresaron en los cuatro casos que los estudiantes sin libreta fueron muy activos en el uso de las libretas de ellos. Esto indica la necesidad del uso de la libreta de campo, los estudiantes sin libreta reconocieron que fue un gran faltante en el momento de la producción del artículo puesto que dependía de las observaciones de sus compañeros y algunas veces no entendían. Finalmente estos estudiantes expresaron creer haber perdido detalles e información.

Respecto a los estudiantes no asistentes, 5 no realizaron el ejercicio de muestreo, es decir, no asistieron de manera extracurricular o extra-clase a el lugar de muestreo con sus compañeros y únicamente aportaron en la labor de producción mediante revisión bibliográfica y según la instrucción de sus compañeros. Solo una estudiante fue al lugar del muestreo y expreso haber perdido su libreta de campo. Todos los estudiantes no asistentes se basaron en bibliografía y las libretas de campo de sus compañeros de grupo.

Tabla 4-4: Correspondencia de criterios libreta de campo y número de criterio

Criterio	Número de criterio
Nombre del investigador	1
Datos de contacto	2
Fechas y horas de la salida de campo, para cada muestreo o anotación.	3
Datos importantes dado por el guía sobre cada parada y observación durante la salida.	4
Coordenadas de cada parada, sitio de muestreo y lugar de observación relevante.	5
Temperatura en las diferentes horas del día y momento de muestreo.	6
Resultados obtenidos del muestreo de manera detallada y honesta. Hora de obtención de los resultados, fecha, temperatura y coordenadas nuevamente.	7
Anotaciones de observaciones personales del ambiente, los ecosistemas, fenómenos naturales, organismos, geografía, etc.	8
Uso de tablas, datos numéricos y representaciones gráficas cuando fuesen útiles.	9
Narración de la jornada de campo para no omitir detalles en el momento de la escritura del artículo.	10
Buena presentación, entendible por el investigador y con uso totalmente relevante.	11

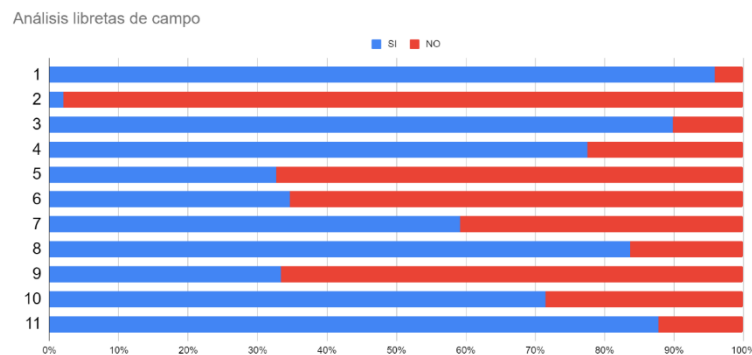
Los criterios 1, 3, 4, 8 y 11 fueron cumplidos por más del 75% de los estudiantes y los criterios 7, 8 y 10 fueron cumplidos por más del 50% de los estudiantes (Figura 4-3.2.1). Lo anterior refleja el entendimiento del uso apropiado de la libreta de campo como una fuente de información vital para el desarrollo de la investigación, puesto que allí depositaron la información dada por el guía, las observaciones personales y lo hicieron de manera entendible para ellos mismos.

El criterio 8 en donde los estudiantes anotaron sus observaciones personales del ambiente, ecosistemas, fenómenos naturales, organismos y aún sensaciones da razón de un alto desarrollo de la competencia científica de observación (Figura 4-3.2.1). Esta es una de las competencias más importantes para el inicio del método científico ya que permite reconocer en la realidad fenómenos y elementos para de allí partir hacia el proceso investigativo. El criterio 2. obtuvo el menor porcentaje de cumplimiento por parte de los estudiantes, lo cual refleja posiblemente que aún no reconocen que la pérdida de su libreta

de campo podía significar la pérdida de información muy importante y quizá el no desarrollo de su proyecto.

Los criterios 5, 6 y 9 fueron cumplidos por menos del 50% de los estudiantes, esto puede obedecer a diversos factores como el no tener las herramientas o dispositivos para tomar las coordenadas o la temperatura, pero también puede ser por olvido, por no tener el hábito o aún no reconocer la importancia de estos datos. En cuanto al uso de tablas, datos numéricos y representaciones gráficas, esta es una competencia que debe seguir siendo desarrollada y fortalecida puesto que está solo en un grupo de estudiantes (Figura 4-3.2.1).

Figura 4-3.2.1: Análisis general cumplimiento de criterios planteados para la libreta de campo.



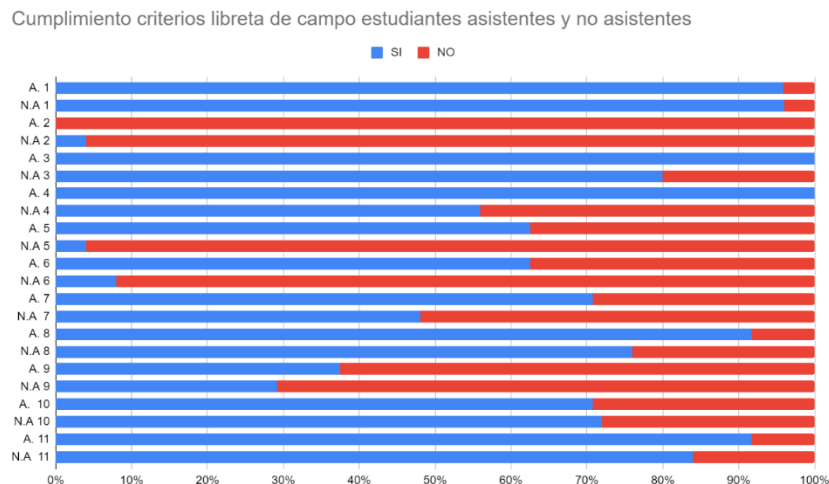
No hay diferencia significativa entre estudiantes asistentes a la salida de campo y no asistentes respecto a los criterios 1,2,9,10 y 11. Respecto al criterio 1 y 2 se encuentra la significancia de los estudiantes para la identificación de su libreta de campo y se debe fortalecer la responsabilidad y cuidado de la libreta y la información allí consignada con su significancia y consecuencias en caso de pérdida. Respecto al criterio 9 en cuanto al uso de tablas, datos numéricos y representaciones gráficas, se observa un mayor cumplimiento por estudiantes asistentes con relación a los estudiantes no asistentes, sin embargo, es una diferencia no significativa. Esto demuestra que el desarrollo de esta competencia se ha dado en aproximadamente el 30% de los estudiantes y debe seguirse fortaleciendo mediante la toma de datos, la construcción de tablas y gráficas de manera guiada y la práctica en el uso de estas herramientas de organización de la información. El criterio 10 respecto a la narración de la jornada de campo se puede observar una fortaleza en la competencia de comunicación de los estudiantes, la identificación de aspectos relevantes mediante la observación y el conocimiento de la información relevante a consignar. El

criterio 11 demuestra compromiso de los estudiantes en el uso de sus libretas de campo personal como una fuente de información relevante para el desarrollo del miniproyecto de investigación (Figura 4-3.2.2).

Se observa una diferencia significativa entre estudiantes asistentes y no asistentes respecto a los criterios 3, 4, 5, 6, 7 y 8 (Figura 4-3.2.2). Lo anterior demuestra que la asistencia a campo influye positivamente en que al tener el acompañamiento docente y estar en grupo, todos consignaban la misma información relevante para todos los proyectos como la fecha, la hora de salida; al igual que los datos dados por el guía puesto que el grupo asistente contaba con la guía docente quien tiene formación científica como Bióloga, el guía del Parque Natural Chicaque quien tenía formación como historiador, los acompañantes de Urbe también Biólogos e Historiadores. Esto representó una ventaja puesto que eran fuentes de información y guía para los estudiantes. En cuanto a los estudiantes asistentes contaban con las interfaces LabQuest2 que permitían la toma de coordenadas y temperatura, cada que se daba espacio de muestreo algún grupo recordaba la toma de estos datos lo que hacía que los otros grupos recordaran y también realizaran este ejercicio. Para los estudiantes no asistentes se les brindó la capacitación para tomar las coordenadas y temperatura mediante el teléfono celular y la aplicación Google maps, sin embargo, muy pocos realizaron este ejercicio a conciencia. Respecto a la consignación de los resultados, los estudiantes tuvieron bastantes dudas durante su muestreo sobre qué información consignar y cómo iniciar a tomar los datos. En estos casos, la mayoría de los grupos pedían la guía docente puesto que era trabajo autónomo, se guiaba a los estudiantes de cómo era mejor hacerlo o se construía con ellos la mejor solución para el problema que planteaban.

En cuanto a la toma de observaciones es evidente un desarrollo significativo tanto para asistentes como no asistentes, sin embargo, se da una diferencia significativa en donde los estudiantes asistentes tiene mayor cumplimiento de este criterio (Figura 4-3.2.2), es decir que las condiciones de la salida institucional proporcionan las herramientas necesarias para que los estudiantes obtengan información del ambiente a partir de su observación.

Figura 4-3.2.2: Cumplimiento criterios libreta de campo respecto a la asistencia a la salida de campo institucional.



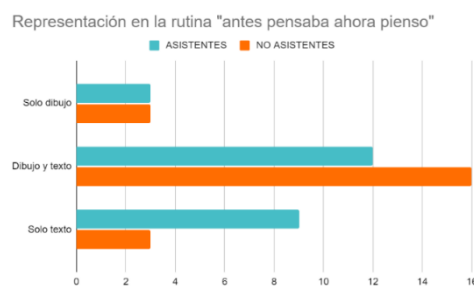
4.3.3 Rutina de pensamiento “Antes pensaba/Ahora pienso” “Before I thought/Now I think”

Respecto a la rutina de pensamiento “antes pensaba... ahora pienso”, 46 estudiantes hicieron entrega de su ejercicio y 18 estudiantes no lo realizaron. De los 46 estudiantes que realizaron y entregaron el ejercicio a la docente, 24 fueron estudiantes asistentes a la salida de campo institucional y 22 estudiantes no asistentes. De los 18 estudiantes que no realizaron el ejercicio 9 estudiantes asistieron a la salida y 9 estudiantes no asistieron a la salida. No se encuentra diferencia significativa entre los estudiantes que asistieron o no a la salida de campo institucional en relación con la realización a la rutina de pensamiento “antes pensaba... ahora pienso” (Figura 4-3.3.1).

En el momento en que se planteó la rutina de pensamiento, se dio libertad a los estudiantes para expresar su pensamiento de la manera como se sintieran más cómodos. La representación de dibujo y texto fue la más utilizada tanto para estudiantes asistentes como no asistentes. Pocos estudiantes utilizaron solo dibujo (Figura 4-3.3.4), quizá porque se sentían cómodos con esta representación según sus habilidades, y varios estudiantes

utilizaron únicamente texto (Figura 4-3.3.3), esto mayormente en los estudiantes asistentes quienes hicieron una descripción precisa.

Figura 4-3.3.1: Tipos de expresión utilizados por los estudiantes en la rutina de pensamiento “antes pensaba, ahora pienso”.



Al analizar los productos de los estudiantes se encontró inclusión de conceptos ecosistémicos como factores abióticos al hablar del clima, la niebla y cuerpos de agua; también se encontraron factores bióticos al hablar de fauna y flora.

Los elementos incluidos por los estudiantes fueron totalmente voluntarios según su percepción (Figura 4-3.3.2). Tanto estudiantes asistentes como no asistentes hablaron del tamaño que Chicaque y que en su imaginario era un lugar más pequeño. Algunos pensaron que era un parque de diversiones, o un parque público donde se tenía un territorio plano. En cuanto al paisaje incluyeron elementos de relieve, haciendo especial atención en la formación montañosa y su pendiente. El elemento del paisaje en términos físicos fue mayormente incluido por los estudiantes asistentes.

El clima y la niebla fueron elementos incluidos por la mayoría de los estudiantes puesto que pensaban que según el gradiente altitudinal y por el nombre del municipio donde se encuentra “San Antonio del Tequendama”, era más cálido. Es curioso notar en los dibujos cómo cambia el imaginario de la vegetación según el clima. Para los estudiantes fue muy notoria la especie de flora de la “Palma boba” de la familia *Cyatheaceae*, la cual parece una palma pero en realidad es un helecho ya que la mayoría de los dibujos cuenta con representaciones gráficas que se asemejan a ésta (Figura 4-3.3.6).

Muchos de los estudiantes plantearon cuerpos de agua en su imaginario como cascadas o lagunas, y algunos estudiantes no asistentes conocieron la cascada en su visita y la

plasmaron en sus dibujos. El planteamiento del clima, la niebla, los cuerpos de agua, el paisaje demuestra el entendimiento en los estudiantes de los factores abióticos como elementos de los ecosistemas los cuales determinan los factores bióticos allí presentes y el tipo de ecosistema.

La fauna y flora también fueron elementos recurrentes en las representaciones de los estudiantes. La flora, como se mencionó, cambia en algunas representaciones y en algunas permanece igual, pero siempre está presente. La fauna al parecer es un elemento muy interesante para los estudiantes ya que muchos mencionaron que esperaban encontrar muchos animales, esto pudo obedecer a que el artículo de contextualización leído era un inventario de la fauna, especialmente mamíferos. Sin embargo, muchos incluyeron los animales que los acompañaron en su experiencia como perros y llamas en el caso de los estudiantes asistentes, así como las aves para los estudiantes que fueron al avistamiento de aves, y especialmente una estudiante representó un individuo del primate *Aotus sp.* el cuál tuvimos el placer de ver durante el tiempo de avistamiento de aves el segundo día a las 6 a.m. Se encuentran las representaciones de insectos como mariposas y libélulas y arácnidos.

La inclusión de los factores abióticos en concordancia con los factores bióticos demuestra una comprensión de la composición de los ecosistemas y sus interacciones. Algunos estudiantes incluyeron tipos de ecosistemas en su imaginario como bosques, o selvas y también mencionaron ecosistemas como el bosque de niebla y bosque mixto, encontrando esto como indicio a la comprensión de los tipos de ecosistemas según los factores abióticos, ambientales y la fauna y flora allí presente.

Algunos de los estudiantes asistentes plantearon en sus representaciones el cielo estrellado que pudieron disfrutar durante la noche en el parque, puesto que debido a la contaminación lumínica de las ciudades refirieron no haber visto un cielo tan lleno de estrellas antes. Esto es un elemento muy importante que genera un recuerdo de la experiencia en los estudiantes.

Otro factor incluido por los estudiantes fue la belleza paisajística. Ellos hablaron de un imaginario de un lugar “aburrido” o “sin gracia”, pero luego refirieron que era un lugar hermoso, donde se podían ver muchas especies de fauna y flora que no eran comunes en otros ecosistemas o lugares. Una estudiante refirió que era su nuevo lugar favorito (Figura

4-3.3.5), y otros cuestionaban el por qué no habían conocido este lugar antes. En las representaciones los estudiantes plantearon la belleza estética del lugar, y algunos estudiantes plantearon el concepto de modificación antrópica puesto que esperaban encontrar un lugar muy intervenido, y encontraron un lugar con un balance entre la conservación del ecosistema y el hombre y sus comunidades. Algunos mencionaron la importancia del cuidado de estos lugares y reservas.

Un elemento curioso incluido por una estudiante no asistente fue la disponibilidad de señal o red celular, algo al parecer muy importante para los estudiantes de esta edad y en esta época que puede llevar a un análisis más profundo. Finalmente, una estudiante incluyó el olor como un factor determinante de la belleza y valor de Chicaque, puesto que tenía un olor diferente a las ciudades que representaba vida.

Figura 4-3.3.2: Elementos y conceptos incluidos en los estudiantes dentro de sus rutinas de pensamiento “antes pensaba, ahora pienso”.

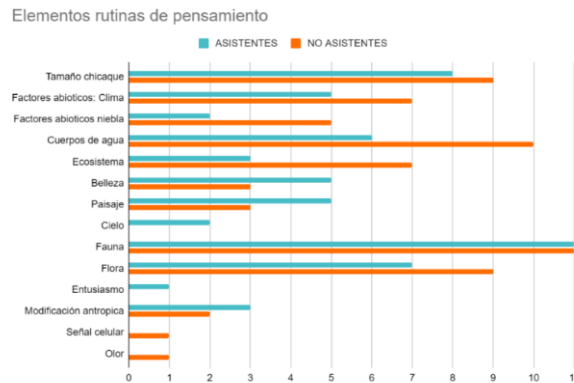
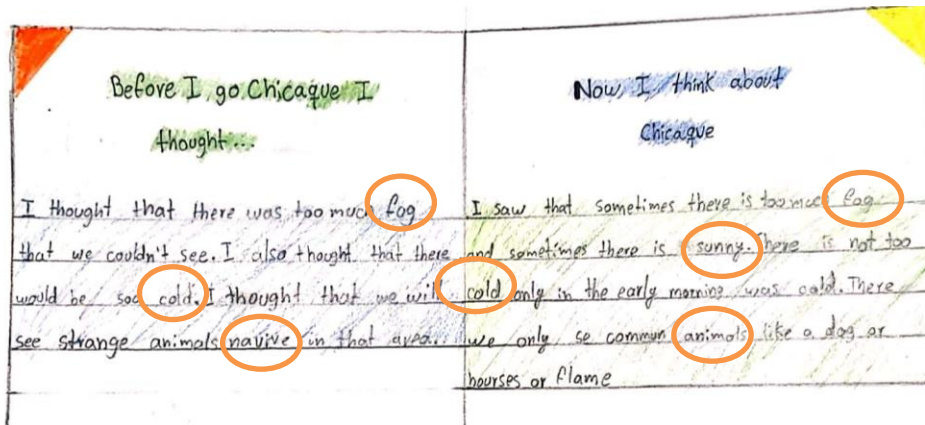
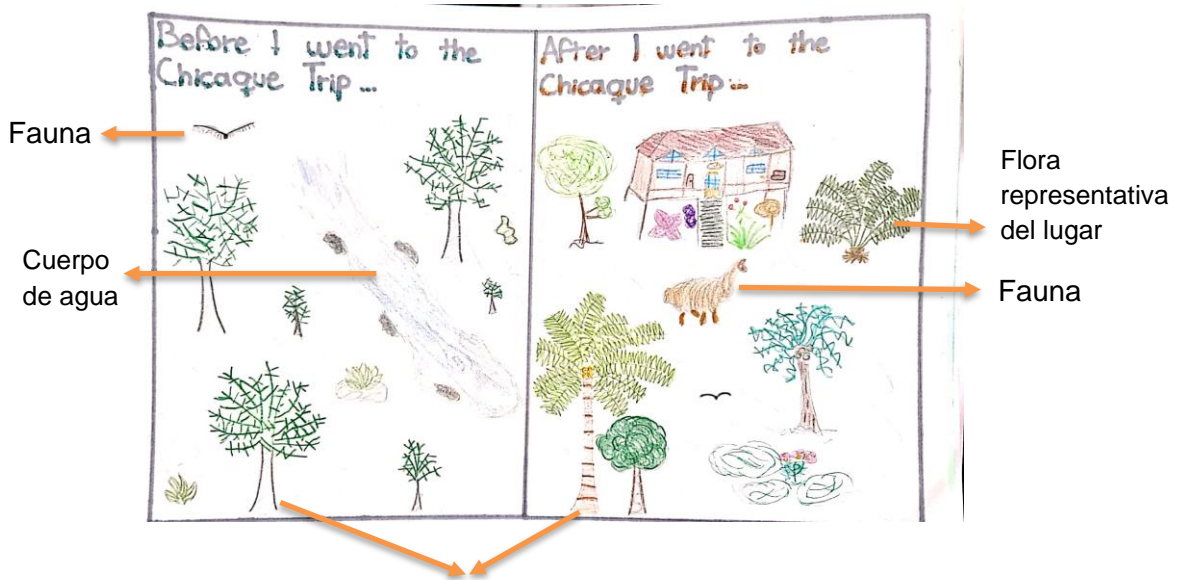


Figura 4-3.3.3: Rutina de pensamiento estudiante asistente solo texto.



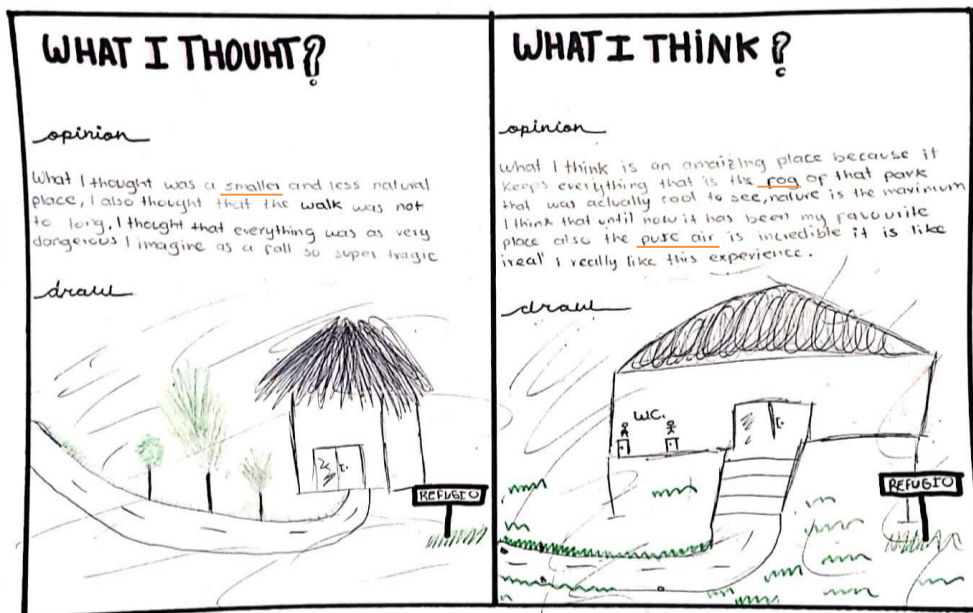
En la rutina de pensamiento presente en la figura 4-3.3.3 se puede evidenciar la presencia de factores abióticos como la niebla, el clima o la temperatura. El estudiante también hace referencia a la fauna del lugar y los animales que le acompañaron en la salida, el perro y las llamas.

Figura 4-3.3.4: Rutina de pensamiento estudiante asistente solo dibujo.



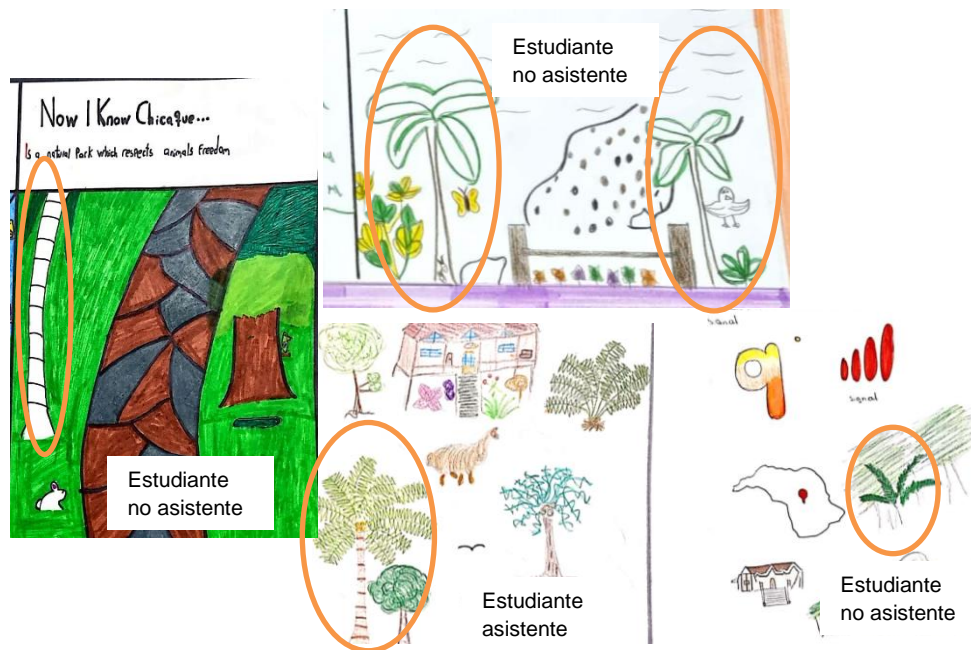
Cambio de vegetación entre el imaginario y el real. Representación “palma boba”

Figura 4-3.3.5: Rutina de pensamiento estudiante no asistente a la salida de campo institucional.



En la figura 4-3.3.5 la estudiante incluyó elementos como el tamaño del lugar, la niebla, la calidad del aire que percibe. Se puede evidenciar que para esta estudiante la experiencia fue bastante significativa puesto que expresa que el Parque Natural Chicaque ahora es su nuevo lugar favorito.

Figura 4-3.3.6: Representaciones gráficas de la flora del Parque Natural Chicaque, especialmente la especie *Cyathea caracasana*.



En la figura 4-3.3.6 se cuenta con rutinas de pensamiento de estudiantes asistentes y no asistentes a la salida de campo institucional, pero todos visitantes del parque natural Chicaque. En estas representaciones se puede evidenciar la presencia de la especie de flora “Palma boba”, *Cyathea caracasana*, presente en el Parque Chicaque, la cual llamó la atención de los estudiantes y aunque es un helecho, los estudiantes la representaron como una palma e hizo parte de las rutinas de pensamiento en el componente “ahora pienso”. Esto demuestra que llamó la atención de los estudiantes puesto que no esperaban este tipo de vegetación en el lugar, los helechos son característicos sin embargo para ellos esto denotaría un clima tropical al asemejarse a una palma.

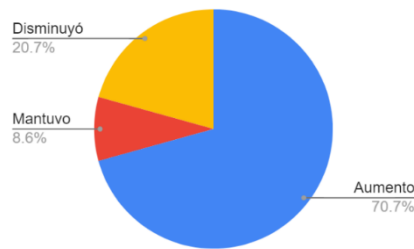
4.3.4 Evaluación diagnóstica y evaluación final

Al finalizar toda la experiencia de aprendizaje, socialización de resultados, y retroalimentación; se repitió la evaluación que se había dado como diagnóstico antes de la ejecución de los proyectos, luego de que la fase de contextualización había terminado, esto con el fin de reconocer si hay diferencia en la aprehensión de conceptos ecosistémicos a través de su abordaje práctico.

El desempeño obtenido en la prueba conceptual aumentó respecto a la prueba diagnóstica en la mayoría de los estudiantes (70,7%). Un pequeño porcentaje mantuvo el mismo porcentaje de exactitud obtenido en la prueba diagnóstica, finalmente un porcentaje significativo (20,7%) obtuvo un menor desempeño respecto a la prueba diagnóstica (Figura 4-3.4.1).

En cuanto a los estudiantes asistentes, los resultados son consistentes con los resultados generales (Figura 4-42). En su mayoría los estudiantes obtuvieron un mejor desempeño, más estudiantes asistentes tuvieron mejoría en relación a los resultados generales, una pequeña población mantuvo su desempeño y finalmente el 15% de los estudiantes (5-6 estudiantes) obtuvieron una disminución en su desempeño. Se dio un aumento de desempeño en la mayoría de los estudiantes no asistentes, sin embargo, el aumento se dio en menos estudiantes con relación a los resultados generales. Una pequeña parte de esta población obtuvo el mismo desempeño en la prueba diagnóstica y la prueba final, y finalmente un 26% de los estudiantes no asistentes (6-7 estudiantes) obtuvieron un desempeño menor en la prueba final (Figura 4-3.4.1).

Figura 4-3.4.1: Análisis resultados prueba final en comparación a los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica.



El desempeño promedio obtenido por los estudiantes es bueno, mayor al 50%, y no hay diferencias entre estudiantes asistentes y no asistentes puesto que hasta esa fase todo el desarrollo se dio de la misma manera, bajo la misma metodología de contextualización y abordaje conceptual (Tabla 4-5).

En el desempeño de la prueba final, se observa una mejoría promedio del 9% para todos los estudiantes, es decir, el desarrollo de los miniproyectos de investigación siguiendo el método científico y la salida de campo permitió una mayor aprehensión y entendimiento de los conceptos ecológicos. Los estudiantes asistentes tuvieron un promedio de mejoría del

10% en la prueba final respecto a la prueba diagnóstica, y los estudiantes no asistentes tuvieron un promedio de mejora del 9%; no se encuentra diferencia significativa entre los estudiantes que contaron con el acompañamiento docente en la salida de campo y los estudiantes que realizaron su salida de manera extra-escolar. Respecto al porcentaje promedio de disminución para aquellos estudiantes que obtuvieron un promedio menor, se obtuvo una media de 6%, los estudiantes asistentes disminuyeron su desempeño en un 7% y los estudiantes no asistentes en un 5% (Tabla 4-5).

Según los resultados obtenidos se puede observar que el desarrollo de los miniproyectos siguiendo el método científico representó una metodología que permitió la aprehensión y entendimiento de conceptos ecosistémicos en los estudiantes, puesto que sin “repassar” de manera tradicional los conceptos, todo el ejercicio investigativo y experiencial permitió que los estudiantes se apropiaran de ellos no a manera de memoria “tradicional”, solo aprender la definición de conceptos, sino que incluyeron estos conceptos ecológicos de manera práctica y entraron a ser parte de su lenguaje y su conocimiento.

La contextualización conceptual y teórica resultó en buenos porcentajes de exactitud obtenidos por los estudiantes en general con un promedio de exactitud de 67%, lo cual es un buen resultado para ser una de las primera aproximaciones a estos conceptos. Sin embargo, el fortalecimiento de estos conceptos mediante la práctica y el desarrollo de competencias científicas permitió que estos estudiantes mejoraran en el conocimiento de estos conceptos en un 10% (Tabla 4-5). Usualmente el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje experiencial buscan el desarrollo de competencias, y en esta ocasión se puede evidenciar que no solo se desarrollaron competencias científicas sino que también se fortaleció el aprendizaje conceptual disciplinar de la ciencia, específicamente el área de la ecología.

Tabla 4-5: Porcentajes promedio obtenidos en las pruebas diagnóstico y final por los estudiantes asistentes y no asistentes, diferencia promedio de desempeño.

Promedio precisión	General	Asistentes	No asistentes
Diagnóstico	67%	68%	67%
Final	73%	74%	71%
Diferencia porcentaje promedio: Aumento	9%	10%	9%
Diferencias porcentaje promedio: Disminución	6%	7%	5%

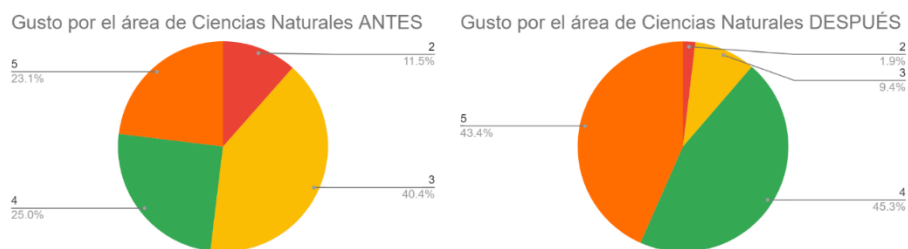
4.3.5 Encuesta de percepción de la ciencia

Al finalizar toda la experiencia de investigación se pidió a los estudiantes el diligenciamiento anónimo y voluntario de una encuesta respecto a la percepción que tenían de la ciencia y que tan significativa había sido la experiencia. En esta encuesta se quiso indagar sobre la percepción de los estudiantes sobre la ciencia, el proceso de investigación siguiendo el método científico, la labor de la comunidad científica y la significancia de la experiencia para cada uno. Al ser anónima se propició un ambiente sin sesgo donde los estudiantes podían ser sinceros. La encuesta fue diligenciada por 54 estudiantes.

En esta encuesta se encontró que el gusto de los estudiantes hacia la asignatura de *Science* aumentó con la experiencia (Figura 4-3.5.1).

Ningún estudiante refirió no tener gusto por el área de ciencias naturales, o tener el nivel de gusto más bajo (1), ni antes ni después de la experiencia de desarrollo de miniproyectos de investigación. Antes de la experiencia, la mayoría de los estudiantes referían un gusto medio en nivel 3 (40,4%), y la otra parte se ubicó en niveles de gusto superior 4 y 5 (25%, 23%), lo cual pudo incidir en los buenos resultados obtenidos en toda la experiencia puesto que los estudiantes demostraron en su mayoría disposición. Después del desarrollo de los miniproyectos la mayoría de los estudiantes se ubicó en los niveles de gusto superior, niveles 4 y 5 (45,3%, 43,4%) demostrando una mejoría en el gusto de los estudiantes y la disposición hacia la asignatura después de la experiencia de investigación siguiendo el método científico. En estos resultados no hubo diferencia significativa entre los estudiantes asistentes y no asistentes a la salida de campo institucional (Figura 4-3.5.1).

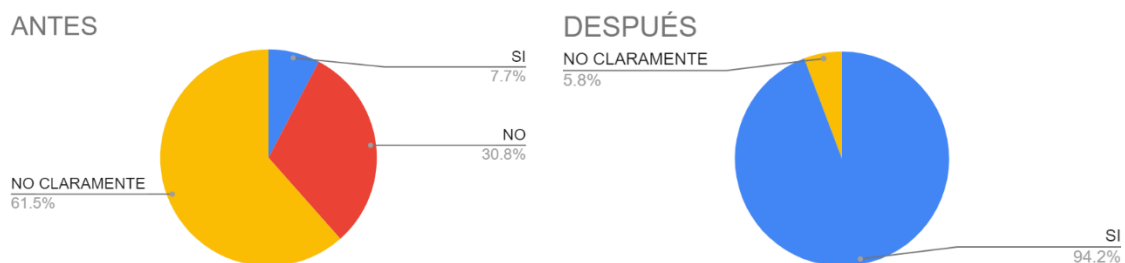
Figura 4-3.5.1: Gusto referido por los estudiantes hacia el área de Ciencias antes y después del desarrollo de los miniproyectos de investigación.



La escala de gusto se expresó de 1 a 5 siendo 1 el más bajo y 5 el más alto.

Respecto al conocimiento del proceso de investigación y uso del método científico, la mayoría de los estudiantes refirieron no conocerlo (30,8%) o no tener un conocimiento claro (61,5%) acerca de este antes del desarrollo de los miniproyectos de investigación. Después del desarrollo de los miniproyectos de investigación la mayoría de los estudiantes (94,2%) refirió ahora tener claridad y conocer la metodología científica y el proceso de investigación (Figura 4-3.5.2).

Figura 4-3.5.2: Conocimiento referido por los estudiantes acerca de los pasos a realizar en una investigación científica antes y después del desarrollo de los miniproyectos de investigación.



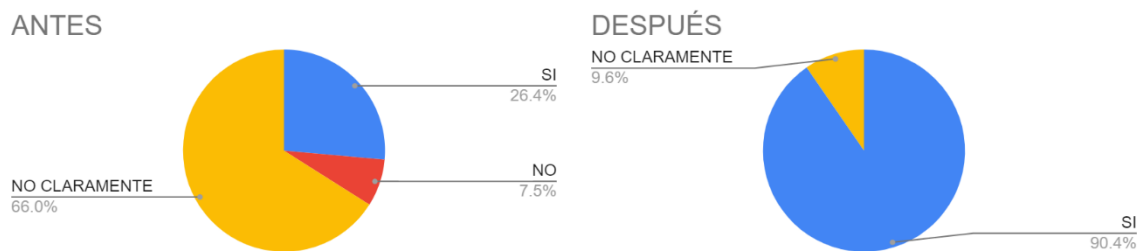
Respecto a la labor desarrollada por las personas cuya profesión es “científico” o “científica”, se encontró que la mayoría de los estudiantes no tenía conocimiento acerca de esta antes de la experiencia de investigación y el uso del método científico, y luego de la experiencia la mayoría refirió tener claridad de esto.

Se indagó a los estudiantes por su imaginario de la labor científica antes de la salida y refirieron pensar que los científicos solamente inventaban cosas nuevas, que debían utilizar siempre un microscopio y trabajaban en laboratorios, también muchos de los estudiantes mencionaron el uso de reactivos químicos, mezclas y explosiones. Otros refirieron que pensaban que los científicos solo generaban teorías de manera no experimental y lo hacían mediante fórmulas matemáticas que ponían a prueba mediante cálculos con datos también teóricos. Otra parte de los estudiantes refirió que pensaba que los científicos estudiaban y cuidaban a los animales, a los microorganismos y a las plantas dentro de los laboratorios para que se pudieran reproducir. Se evidencia que hay

conocimiento de los estudiantes de algunos campos de las ciencias y su objeto de estudio, sin embargo, ninguno menciona el proceso de investigación científica como tal (Figura 4-3.5.3).

Al indagar por su imaginario de la labor científica después del desarrollo de los miniproyectos de investigación, los estudiantes refirieron que ahora saben que los científicos investigan problemas sociales o científicos, para generar soluciones. Otros refirieron que investigaban preguntas y probaban teorías para tener conclusiones, también mencionaron en varias ocasiones que debían seguir un proceso de investigación científica. Los estudiantes mencionaron conceptos clave como la observación, la toma de datos de manera práctica, real o experimental, el diseño de pruebas de hipótesis y obtención de resultados, mencionaron en varias ocasiones el campo y que no todos los científicos trabajan en un laboratorio o en un hospital. Muchos estudiantes se refirieron a la dificultad de la labor científica y que es un proceso arduo que requiere dedicación. Un dato interesante mencionado por varios estudiantes es que la labor científica depende de su objeto de estudio y nombraron campos como la microbiología, la biología marina, la química y la ecología. De esta manera, los estudiantes demostraron conocimiento de los niveles de organización de la vida y las diferentes ramas de la ciencia.

Figura 4-3.5.3: Conocimiento referido por los estudiantes acerca de la labor de los científicos antes y después de la salida de campo.

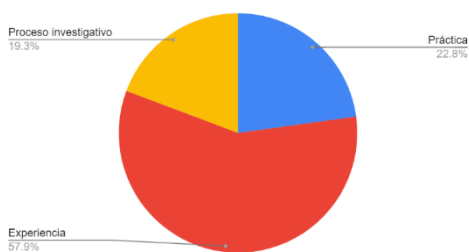


Dentro de la encuesta también se indagó a los estudiantes sobre la parte del proceso investigativo que más les había gustado y la que menos les había gustado.

El momento que fue de mayor gusto para los estudiantes fue la parte experiencial (Figura 4-3.5.4), esta categoría incluye el proceso de la salida de campo, el conocimiento de los

ecosistemas presentes en el Parque Natural Chicaque, la caminata, los olores, el paisaje, el compartir con amigos y docentes en un contexto diferente, ver animales y plantas no comunes. La siguiente parte que más gustó a los estudiantes fue la parte práctica del proceso de investigación incluyendo la toma de muestras, el proceso de observación consciente en el ecosistema, la comprobación de la hipótesis puesto que referían sentir curiosidad de saber si los resultados apoyarían su hipótesis, la elaboración de cuadrantes y transectos y el desarrollo de análisis a los datos recolectados. Finalmente, una parte significativa que los estudiantes refirieron haber disfrutado fue todo el proceso de investigación, desde la búsqueda bibliográfica, el reconocimiento de los elementos conceptuales en la realidad y algunos mencionaron la producción de un artículo científico (Figura 4-3.5.4).

Figura 4-3.5.4: Momento dentro del proceso de investigación a través de los miniproyectos que más gusto a los estudiantes.



De igual manera se indagó a los estudiantes acerca de la parte del proceso investigativo que menos fue de su gusto.

Las respuestas de los estudiantes se clasificaron en 7 categorías: pregunta de investigación, citación bibliográfica, convivencia, trabajo en grupo, redacción, sección de resultados: gráficas y nada (Figura 4-3.5.5).

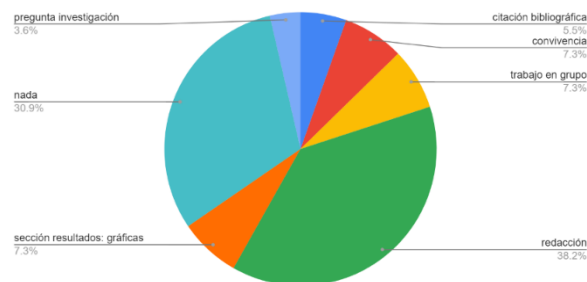
La categoría que obtuvo mayor porcentaje de estudiantes indicando que fue la parte que menos les gustó fue la redacción con el 38.2%. Esta parte hace referencia al proceso de construcción del artículo científico, los estudiantes refirieron que fue un proceso bastante retador por razones como que nunca se habían visto enfrentados a este formato, que todo debía estar respaldado mediante bibliografía, que tiene un estilo de redacción formal en tercera persona que para muchos fue un gran reto; mencionaron que la escritura en inglés aumentaba la dificultad, y otros hicieron énfasis en que la redacción del artículo de manera

grupales fue mucho más complicada en el momento en que inició la pandemia y la modalidad de trabajo pasó al ser virtual. Según la práctica de la docente guía se reconoce en los estudiantes poco gusto por la escritura desde antes de la experiencia, y aunque representó un reto, los estudiantes lograron el objetivo y muchos reconocieron la importancia del ejercicio y lo mucho que aportó para su crecimiento en competencias de producción. Para los estudiantes el ejercicio de escritura en tercera persona no era familiar y al ser en inglés deben usar de manera recurrente estructuras gramaticales como la voz pasiva, lo cual representa un reto.

La siguiente categoría que los estudiantes indicaron con menor gusto fue “nada” con un 30.2%, haciendo referencia a que ninguna parte del proceso les había disgustado y que habían disfrutado cada sección. Al ser una encuesta anónima se espera honestidad de los estudiantes, ellos mencionaron que a pesar de la dificultad de enfrentarse a un gran reto sintieron que realmente desarrollaron competencias a través del desarrollo de la investigación. Algunos estudiantes hicieron énfasis en que hubo momentos de frustración y estrés pero que al final todo había “validado la pena” citando de manera textual algunas de sus respuestas.

Las otras cuatro categorías obtuvieron porcentajes bajos (<10%) de estudiantes expresando ser las partes que menos les gustaron. Algunos estudiantes mencionaron la dificultad del trabajo en grupo y la convivencia puesto que era un proceso demandante en el cual se requería compromiso y muchos estudiantes no dieron la importancia requerida al proceso recargando al resto del equipo con más labores y afectando la calidad. Estos desacuerdos afectaron la convivencia tanto en la salida de campo como en el proceso de producción del artículo científico. Finalmente, algunos estudiantes refirieron tener especial desagrado por el proceso de citación bibliográfica puesto que les parecía engorroso, sin embargo, reconocían la importancia de la referenciación y más aún después de haber conocido el esfuerzo que requería la publicación del conocimiento. Pocos estudiantes se refirieron con desagrado y dificultad a la sección de resultados expresando mayor esfuerzo en la agrupación de datos en tablas y la generación de gráficas apropiadas según los resultados.

Figura 4-3.5.5: Momento dentro del proceso de investigación a través de los miniproyectos que menos gusto a los estudiantes.



Respecto a las preguntas “¿Le parece importante tener salidas de campo en Ciencias? ¿Por qué?” y “¿Le gustaría tener más salidas de campo en el área de Ciencias o no lo ve necesario?”, 53/54 estudiantes respondieron que si les parecía muy importante puesto que tenían mayor aprendizaje porque era práctico, se refirieron a que era un muy buen ambiente para aprender de manera divertida, para fortalecer las relaciones interpersonales con compañeros y amigos. También los estudiantes mencionaron sentir que era mucho más fácil el aprendizaje y se daba mayor motivación en ellos para cumplir con sus deberes académicos, y que el conocimiento al ser solo teórico lo olvidaban fácilmente y que al tener experiencias prácticas en un ambiente natural y diferente para ellos era mucho más fácil recordar y asociar con lo que habían visto y sentido. Solo un estudiante refirió que no le parecían importantes las salidas de campo puesto que era mucho más difícil la labor académica que se debía desarrollar entorno a la salida.

Se indagó a los estudiantes sobre qué era lo que más recordaban de la salida de campo. En esta pregunta se obtuvieron respuestas muy significativas pues algunos mencionaron el avistamiento de aves en la madrugada como una experiencia única que no habían vivido y entendieron realmente cómo es la vida de los animales en libertad. Otros estudiantes mencionaron accidentes como caídas durante la caminata o el muestreo que generaban un momento divertido y un recuerdo. Otros estudiantes mencionaron el paisaje y que nunca antes habían visto esa combinación de flora, fauna y elementos como la niebla, además que el paisaje tenía elementos sonoros como el canto de las aves, el sonido del viento y olores únicos.

Se formularon las preguntas “*¿Cree que las salidas de campo desarrollan habilidades o competencias científicas? ¿Por qué?*” y “*¿Qué habilidades o competencias cree que desarrollo con todo el proyecto de investigación? desde que planteo la pregunta problema, la hipótesis, la metodología, la salida de campo, la toma de datos, la escritura del artículo científico...*” a estas dos preguntas todos los estudiantes respondieron de manera afirmativa expresando que las competencias y habilidades científicas se desarrollaban realmente cuando se ponían en práctica y a prueba en un contexto real donde se requería de éstas para la realización del miniproyecto. Varios estudiantes mencionaron que la práctica permitía un mayor desarrollo de competencias en comparación a únicamente tener recursos audiovisuales como imágenes o videos, los cuales desarrollaban análisis, pero no realmente observación u autonomía.

Respecto a las competencias y habilidades científicas que los estudiantes refirieron se desarrollaban mediante los miniproyectos se encontraron: Autonomía, producción escrita, resolución de problemas y conflictos, administración adecuada del tiempo, seguimiento de instrucciones y pasos ordenados, búsqueda bibliográfica, planteamiento de preguntas problemas, observación, indagación, organización, explicación, análisis de datos, creatividad para plantear preguntas y solucionar problemas y finalmente trabajo en equipo.

Se planteó la pregunta “*¿Cree que las salidas de campo desarrollan habilidades o competencias sociales? ¿Por qué?*” a la cual todos los estudiantes respondieron de manera afirmativa asegurando que aprendieron a trabajar en grupo, compartir con amigos, a trabajar con amigos sin distraerse, a repartir y asignar tareas en pro de un fin común. Algunos estudiantes mencionaron tener la oportunidad de compartir y conocer compañeros con los que antes no habían hablado o tenido alguna experiencia y esto permitió ampliar su grupo de amigos, además que les había permitido aprender a comunicarse mejor puesto que el miniproyecto de investigación requería que expresaran claramente sus opiniones para tomar decisiones.

Respecto a la pregunta “*¿Cuál cree que es el principal objetivo de una salida de campo?*” En las otras preguntas planteadas los estudiantes reconocieron como objetivo de las salidas de campo el desarrollo de competencias disciplinares como las competencias científicas, el aprendizaje de conceptos y términos y el desarrollo de habilidades sociales.

Se indagó a los estudiantes si considerarían estudiar una carrera profesional en el área de las ciencias, la mayoría refirieron aún no saber qué estudiar, sin embargo consideraron dentro de sus opciones carreras profesionales relacionadas con la ciencia puesto que ya conocen la metodología y la labor científica. Otros estudiantes respondieron de manera afirmativa a esta pregunta encontrando especial gusto por la labor de investigación en diferentes áreas y aplicaciones como las ciencias exactas y ciencias de la salud en su mayoría.

Se preguntó a los estudiantes si creían que habían aprendido sobre los conceptos ecosistémicos de esta manera, mediante el proceso de investigación y la salida de campo a lo cual la totalidad de los estudiantes respondieron que sí. Se planteó a los estudiantes la pregunta si creen que olvidarían pronto la experiencia vivida en la salida de campo a lo cual la gran mayoría respondió que no afirmando que fue muy significativa, relacionando anécdotas en su respuesta y una pequeña parte respondió que si olvidarían la experiencia sin embargo no justificaron el por qué. Finalmente, se planteó a los estudiantes la pregunta si creían que habían aprendido a trabajar un poco mejor en grupo a lo cual la mayoría de los estudiantes respondieron que sí, algunos mencionando dificultades que les había permitido aprender cómo sortearlas y solucionarlas. Solo cinco estudiantes respondieron que no, puesto que habían tenido demasiados problemas con su grupo por irresponsabilidad e incumplimiento.

La última pregunta de la encuesta fue “*¿Si el otro año quisiéramos hacer una investigación científica sobre el coronavirus, qué tendríamos que hacer?*” En esta pregunta la mayoría de los estudiantes plantearon los pasos del método científico iniciando con una búsqueda bibliográfica y estudios de casos puesto que el virus no era susceptible de ser observado sino sus efectos. Algunos estudiantes mencionaron el planteamiento de preguntas problemas, la formulación de hipótesis, la consulta con expertos de la salud y de virología entre otras metodologías, demostrando así la aplicación del método científico en otro contexto que permite la solución de un problema de interés público.

4.4 Discusión

Respecto a la pregunta problema planteada en este trabajo final de maestría “*¿cómo desarrollar competencias científicas en los estudiantes de grado séptimo mediante el desarrollo de miniproyectos de investigación siguiendo el método científico?*” la presente

propuesta metodológica permite establecer que el desarrollo de competencias científicas se dio en los estudiantes mediante:

- Búsqueda bibliográfica: Este proceso se dio durante la contextualización del Parque Chicaque de manera previa a la salida, los estudiantes aprendieron a consultar bases de datos de libre acceso como Google Scholar en búsqueda de información académica.
- Observación de fenómenos: Se logró propiciar el desarrollo de esta competencia en los estudiantes mediante jornadas de observación del entorno, mediante la contextualización y durante el desarrollo de la salida de campo donde los estudiantes observaron e identificaron elementos conceptuales en la naturaleza.
- Formulación preguntas problema: Esta competencia se propició durante el planteamiento de los miniproyectos de investigación, los estudiantes mediante trabajo cooperativo lograron establecer una sola pregunta problema a desarrollar que fuese susceptible a responder encontrándose en los alcances del proyecto.
- Formulación de hipótesis: Los estudiantes desarrollaron posibles respuestas a su pregunta problema basados en la contextualización.
- Elaboración diseño experimental: Los estudiantes conocieron metodologías cercanas a su objeto de estudio (a nivel ecológico) y fueron capaces de escoger una, diseñar pruebas y tomar datos.
- Registro de observaciones y resultados: Los estudiantes emplearon una libreta de campo personal donde desarrollaron la competencia de toma de datos de manera honesta, clara y con pertinencia puesto que era necesario para el desarrollo de su miniproyecto de investigación.
- Análisis de datos: Los estudiantes fueron capaces de desarrollar en el artículo científico una sección de resultados donde analizaron los datos obtenidos en función de su pregunta problema.
- Comunicación proceso investigativo: Se propició la competencia de comunicación durante todo el desarrollo de los miniproyectos de investigación desde su planteamiento hasta su socialización. Los

estudiantes fueron capaces de comunicar sus resultados de manera escrita mediante el artículo científico y oral mediante su socialización.

El presente trabajo demuestra que se puede dar el desarrollo de competencias científicas mediante la elaboración de miniproyectos de investigación por parte de los estudiantes en etapas claras de planteamiento, elaboración y análisis guiadas por el docente. La enseñanza del método científico y su práctica mediante los miniproyectos de investigación permite que se desarrollen competencias científicas de identificación, indagación, explicación, comunicación y trabajo en equipo; todas estas planteadas en Colombia como competencias específicas de las ciencias naturales (ICFES, 2007). Las salidas de campo representan una aproximación ideal para el desarrollo de estos miniproyectos de investigación puesto que se evidencia motivación en los estudiantes mediante el aprendizaje experiencial, un importante componente emocional donde se generan recuerdos evidenciados en las rutinas de pensamiento y encuesta de percepción de la ciencia tal y como plantea Larsen (2017). De igual manera, el aprendizaje experiencial durante las salidas de campo propicia la conexión de conocimientos previos conceptuales y el contexto real y permite que el estudiante desarrolle las competencias a través de actividades prácticas (*hands-on*), en concordancia con lo planteado por Tate (1978) y Munge et. al (2018). Además las salidas de campo brindan nuevas experiencias, en su mayoría, desafiantes por los estudiantes que propician su curiosidad tal como plantea Davidson et al (2016). Por lo anterior se acepta la hipótesis planteada para el presente trabajo final que sostiene que “el desarrollo de miniproyectos de investigación durante salidas de campo siguiendo el método científico permite el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes de grado séptimo”, lo cual es consistente con los resultados obtenidos.

Se encuentra que en la presente investigación, el acompañamiento docente durante la salida de campo incidió en el acceso y correcto uso de instrumentos adecuados para el desarrollo de la metodología como gps y termómetro, reconocimiento de factores bióticos como especies de fauna y flora y conocimiento profundo acerca de ellos, el reconocimiento de ecosistemas y el uso de metodologías apropiadas de muestreo, susceptibles de análisis cuantitativo y no solo cualitativo como la observación. También los estudiantes asistentes tuvieron un mayor desarrollo de la competencia de observación puesto que la observación guiada permite que se dé mayor sensibilidad y propicie el inicio de la curiosidad y el

conocimiento, al igual que la competencia de descripción puesto que mediante los ejercicios de observación guiada los estudiantes pudieron apreciar en que elementos debían prestar mayor atención.

Mediante el desarrollo de miniproyectos de investigación, siguiendo el método científico entorno a una salida de campo, se desarrollan no solo competencias científicas, sino que también a través del aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje cooperativo los estudiantes desarrollaron competencias sociales de interacción con pares, trabajo cooperativo, negociación, argumentación y comunicación asertiva, como afirma Pascagaza y Bohorquéz (2019). Además al estar en un ambiente rico y la interacción con sus compañeros, se da la toma de decisiones democrática y asuntos convivenciales tal y como sostiene Karoff et al (2017) y Jordan et al (2018). El haber desarrollado los miniproyectos de investigación mediante grupos formales como plantea Johnson et. al, (1999) permitió que los estudiantes desarrollaran las competencias sociales anteriormente mencionadas y competencias blandas requeridas en el siglo XXI, como liderazgo, repartición de tareas, supervisión del trabajo de los compañeros y la evaluación del trabajo individual en pro de un objetivo común. El tamaño de los grupos permitió que se diera mayor interacción entre ellos y no hubiera sobrecarga de actividades en solo unos miembros, por lo cual, aunque se dieron inconvenientes en el funcionamiento de algunos grupos, los estudiantes fueron capaces de resolver estos de manera autónoma y no fue necesaria la mediación docente.

Se encuentra en la elaboración de reportes tipo artículo científico una importante oportunidad de análisis y estudio para posteriores investigaciones como el desarrollo de competencias de producción textual y gramatical, argumentación y referenciación bibliográfica tanto en la lengua madre de los estudiantes como en su segunda lengua. Los artículos científicos representan una evidencia de aprendizaje de los estudiantes donde se emplea un tipo de escritura netamente académica que permite analizar otros asuntos correspondientes a la lengua, también permite abordar asuntos matemáticos y estadísticos, esto respecto a la sección de resultados. Se encuentra en estos reportes tipo artículo científico una excelente herramienta de evaluación del desarrollo de competencias científicas e incluso el aprendizaje de conceptos disciplinares, puesto que la aproximación práctica de desarrollo de miniproyectos siguiendo el método científico durante salidas de campo también demuestra ser efectiva para el aprendizaje y apropiación de conceptos a

nivel ecológico como factores bióticos, factores abióticos y ecosistemas; así como elementos de diseño experimental científico como la reproducibilidad de una investigación reconocida por los estudiantes como un elemento vital para la generación del conocimiento científico.

Siguiendo el método científico se plantean los miniproyectos de investigación y esta experiencia puede ser un vehículo de aprendizaje para otras áreas como Lengua Castellana, inglés, matemáticas y estadística. Al desarrollarse las investigaciones en el contexto de una salida de campo el área de las Ciencias sociales puede trabajar asuntos culturales y económicos correspondientes al entorno de desarrollo de la salida.

Se demuestra así que el desarrollo de miniproyectos de investigación siguiendo el método científico durante salidas de campo mediante trabajo cooperativo, constituyen un excelente ambiente de aprendizaje para el desarrollo de competencias y la aprehensión de conceptos, y que la producción de artículos científicos constituye la herramienta de evaluación ideal para las competencias desarrolladas. Por lo tanto, se propone para futuras investigaciones el abordaje de salidas de campo de mayor duración y el estudio de la incidencia de la duración en el desarrollo de competencias, el estudio de la incidencia del acompañamiento docente durante la salida de campo, la evaluación del reconocimiento de conceptos disciplinares complejos mediante el objeto de investigación, la evaluación del desarrollo de valores éticos y de honestidad durante el desarrollo de miniproyectos de investigación y su comunicación durante la toma de datos y su reporte, el uso de rúbricas como elementos guía durante el proceso de escritura científica.

4.5 Referencias

Davidson, C., Ewert, A., & Chang, Y. (2016). Multiple methods for identifying outcomes of a high challenge adventure activity. *Journal of Experiential Education*, 39(2), 164-178.

ICFES. (2007). *Fundamentación conceptual área de ciencias naturales*. Bogotá, Colombia.

IDEAM (2017) *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*.

Versión 2.1. Escala 1:100.000. Recuperado de http://www.ideam.gov.co/documents/11769/222663/E_ECCMC_Ver21_100K.pdf/addc175f-3ac6-415b-9b9e-a1c4368b5b3e 15 de Enero de 2020.

Larsen, M. A. (2017). International service-learning: Rethinking the role of emotions. *Journal of Experiential Education*, 40, 279–294.

Munge, B., Thomas, G., & Heck, D. (2018). Outdoor fieldwork in higher education: Learning from multidisciplinary experience. *Journal of Experiential Education*, 41(1), 39-53.

Osbahr, K., & Morales, N. (2012). Conocimiento local y usos de la fauna silvestre en el municipio de San Antonio del Tequendama (Cundinamarca, Colombia).

Organización de las Naciones Unidas. (2015). Sustainable Development. Objetivos de desarrollo sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Rivera Ospina, D., & Córdoba García, C. (1998). Guía ecológica parque natural Chipaque.

Tate, P. J. (Ed.). (1978). *Learning by Experience-What, Why, how* Morris T. Keeton, Pamela J. Tate Editors. Jossey-Bass.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Mediante la presente propuesta metodológica para el desarrollo de competencias mediante la puesta en práctica del método científico, se logró comprobar que efectivamente se dio el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes durante el desarrollo de sus miniproyectos de investigación en torno a la salida de campo. Los estudiantes desarrollaron las habilidades necesarias para la planeación y planteamiento de su miniproyecto de investigación previo a la salida de campo, mediante la contextualización bibliográfica del lugar; además fueron competentes para llevar a cabo la metodología que plantearon para su proyecto, dar respuesta a su pregunta problema y concluir en cuánto a la hipótesis formulada. Por estas razones, se dio cumplimiento al objetivo general del presente trabajo final.

De igual manera los estudiantes reconocieron elementos característicos de la zona a visitar como el ecosistema predominante en el Parque Natural Chicaque, bosque de niebla, la presencia de relieve y pendiente de inclinación en su terreno, lo cual se reflejó en las preguntas de investigación planteadas ya que en su mayoría pretendían comparar factores bióticos y abióticos en la parte alta y baja del Parque, lo cual refleja entendimiento del lugar mediante la contextualización.

Se dio la guía en el diseño de los miniproyectos de investigación de los grupos de estudiantes mediante la planeación y ejecución de cada etapa o fase del método científico en concordancia a los proyectos, teniendo un primer momento de observación mediante la contextualización, luego el planteamiento de preguntas problema y la escogencia de una a través de la guía docente y la toma de decisiones grupal, la ilustración de posibles metodologías a utilizar y la escogencia de una metodología por los estudiantes, la puesta en práctica del proyecto durante la salida de campo y el acompañamiento docente durante

el proceso de análisis de datos, producción del artículo científico y socialización de cada miniproyecto de investigación.

El acompañamiento docente permitió la orientación durante la ejecución de miniproyectos durante la salida de campo para los estudiantes asistentes a la misma, resultando así en diferencias en las metodologías utilizadas por estudiantes asistentes y no asistentes.

Se realizó la orientación del proceso de escritura científica mediante una rúbrica de evaluación que contiene una lista de chequeo para cada sección y el modelamiento mediante una plantilla de artículo científico donde se señalaba cada sección a elaborar y su contenido, así como el orden de escritura que se guió mediante la rúbrica, la plantilla y el cronograma de trabajo escolar.

Finalmente, se dio la evaluación de competencias científicas desarrolladas en los estudiantes mediante el análisis de las libretas de campo individuales de los estudiantes, la rutina de pensamiento y los artículos científicos.; teniendo una mirada individual y grupal del desarrollo de competencias científicas, todo esto establecido de manera clara en la sección de resultados.

5.2 Recomendaciones

Se propone para futuras investigaciones, el abordaje de salidas de campo de mayor duración y el estudio de la incidencia de la duración en el desarrollo de competencias, el estudio de la incidencia del acompañamiento docente durante la salida de campo, la evaluación del reconocimiento de conceptos disciplinares complejos mediante el objeto de investigación, la evaluación del desarrollo de valores éticos y de honestidad durante el desarrollo de miniproyectos de investigación y su comunicación durante la toma de datos y su reporte, el uso de rúbricas como elementos guía durante el proceso de escritura científica.

Respecto al desarrollo de miniproyectos de investigación siguiendo el método científico durante salidas de campo, se recomienda reforzar las competencias en el seguimiento de instrucciones de manera general para todos los estudiantes, puesto que como todas las competencias se desarrollan de manera diferencial en los individuos, pero el seguimiento

de instrucciones precisamente permite el desarrollo de miniproyectos de investigación de manera ordenada y con un orden lógico establecido o guiado por el método científico, que aunque es susceptible de algunos cambios o modificaciones según cada caso, mantiene una estructura general. Se propone también fortalecer el uso y generación de tablas y gráficas como elementos organizadores de información mediante ejercicios previos y constantes que permitan el afianzamiento de los estudiantes de los diferentes tipos de herramientas visuales y la mejor disposición de acuerdo con los datos.

Respecto a la producción de artículos científicos como evidencia de aprendizaje a evaluar se recomienda fortalecer la competencia de planeación en los estudiantes, puesto que durante el desarrollo del artículo no se dio el uso apropiado y planeado para todas las secciones quedando algunas incompletas o con menor calidad puesto que los estudiantes centraron su atención en otras como resultados o métodos. Por lo tanto, se propone al docente guiar y establecer un tiempo determinado únicamente para una sección a la vez y no dos o tres secciones, puesto que los estudiantes requieren reconocer la importancia de todas las fases que componen el proceso de investigación y que se refleja en los artículos científicos.

Durante el desarrollo de la presente investigación se contó con dificultades de diversas índoles, las cuales es importante socializar para su posible prevención al aplicar este tipo de aproximaciones experienciales. Al realizar salidas de campo a nivel escolar es común encontrarse con una percepción netamente recreativa por diversos actores de la comunidad como lo son los Padres de Familia, compañeros docentes que no encuentran la riqueza académica en estas salidas, la institución académica y toda la organización logística, e incluso los mismos estudiantes. Es importante, socializar con la comunidad el propósito claro que se tiene en la salida de campo. En este caso, se envió un correo a los Padres de Familia en el cual, mediante referencias bibliográficas, se socializó la importancia del aprendizaje experiencial y de las salidas de campo para el desarrollo de competencias científicas y sociales en los estudiantes, además del gran aporte de estas en su proceso de madurez. De igual manera, es importante socializar con la comunidad educativa que el propósito de la salida no es de ocio, recreación y convivencial, sino que el propósito es netamente académico y de investigación que aunque el ejercicio si facilita una experiencia convivencial o recreativa, ésta no es el fin principal. Se recomienda, por lo tanto, realizar un gran proceso de concientización y divulgación de las salidas de campo

con fines de investigación, durante un periodo de tiempo anterior al desarrollo de las mismas..

Durante el desarrollo de estas experiencias se recomienda la identificación previa de estudiantes con bajos niveles de compromiso, motivación y competencias científicas para la conformación de grupos; así como el mantener procesos de retroalimentación constante y efectiva con todos los estudiantes. Para esto, es necesario contar con tiempos adecuados de planeación y tiempo de trabajo fuera del aula para dar seguimiento a procesos de aprendizaje de estudiantes con dificultades y lograr vincular al proceso a toda la población de estudiantes.

Se recomienda incluir con gran prioridad dentro de los currículos universitarios de formación docente, el desarrollo de salidas de campo de investigación para los estudiantes de Licenciaturas en Ciencias Naturales. Se hace evidente que el no haber tenido esta experiencia como estudiante universitario y no conocer la logística alrededor de la organización y ejecución de una salida de campo, representa una barrera para que en el día a día los docentes de ciencias naturales lleven a cabo este tipo de experiencias.

Finalmente, se extiende una invitación a los docentes en Ciencias a motivar a sus estudiantes mediante el desarrollo de experiencias significativas que les acerquen al proceso de investigación y la consolidación de una cultura científica. El temor al “caos” y el “desorden” que genera tener diversos proyectos de investigación, un contexto enriquecido en estímulos y desconocido, no debe privar a los docentes de la satisfacción de presenciar el desarrollo de competencias en sus estudiantes y su admiración por el mundo fuera del salón de clases.

Bibliografía

Ayala, F., Ayala, F. J., Ayala, F. J., & Dobzhansky, T. (Eds.). (1974). *Studies in the philosophy of biology: reduction and related problems*. Univ of California Press.

Bacon, F. (1960). *The new organon and related writings*.

Bricmont, J. (2014). Por qué no existe un método científico: y por qué eso no supone un problema. *Mètode: Revista de difusió de la Investigació*, (84), 38-43.

Chamberlin, T. C. (1965). The method of multiple working hypotheses. *Science*, 754-759.

Chona, G., Arteta, J., Martínez, S., Ibáñez, X., Pedraza, M., & Fonseca, G. (2006). ¿ Qué competencias científicas promovemos en el aula. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 20, 62-79.

Drake, S. (1978). Ptolemy, Galileo, and scientific method. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 9(2), 99-115.

Drake, S. (1990). Galileo: Pioneer scientist. Toronto: University of Toronto Press.

Feyerabend, P. (1988). Against method (2nd ed.). London: Verso.

Fudge, D. S. (2014). Fifty years of JR Platt's strong inference. *Journal of Experimental Biology*, 217(8), 1202-1204.

Galilei, G. (1953). Dialogue concerning the two chief world systems, Ptolemaic and Copernican. Univ of California Press.

Galilei, G. (1832). Opere (Vol. 2). Nicolò Bettoni.

Gower, B. (1997). Scientific method: An historical and philosophical introduction. Psychology Press.

Haack, S., & Duica, W. (1997). Evidence and inquiry. Towards reconstruction in epistemology. *Ideas y Valores*, 46(104), 99-105.

Hempel, C. G. (1966). Criteria of confirmation and acceptability. C. Hempel. *Philosophy of Natural Science*. Englewood Cliffs, New York: Prentice-Hall, 33-46.

Kuhn, T. S. (2012). The structure of scientific revolutions. University of Chicago press.

Liebel, H. (1964). History and Limitations of Scientific Method. *University of Toronto Quarterly*, 34(1), 15-30.

Mayr, E. (1982). The growth of biological thought: Diversity, evolution, and inheritance. Harvard University Press.

MEN, M. D. (2004). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales. Santa Fe de Bogotá.

MEN, M. D. (2016). Derechos Básicos de Aprendizaje para el área de ciencias sociales. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos S. A.

O'Donohue, W., & Buchanan, J. A. (2001). The weaknesses of strong inference. *Behavior and Philosophy*, 1-20.

Platt, J. R. (1964). Strong inference. *science*, 146(3642), 347-353.

Popper, K. R. (1959). *The Logic of Scientific Discovery*. New York: Basic Books.

Randall, J. H. (1940). The development of scientific method in the school of Padua. *Journal of the History of Ideas*, 177-206.

Quine, W. V. (1980). 0.[1953]:'Two Dogmas of Empiricism'. From a logical point of view, 20-46.

Tamayo, R. P. (2012). ¿ Existe el método científico? *Historia y realidad: Historia y realidad*. Fondo de cultura económica.

Voit, E. O. (2019). Perspective: Dimensions of the scientific method. *PLoS computational biology*, 15(9), e1007279.

Wagensberg, J. (2014). On the existence and uniqueness of the scientific method. *Biological theory*, 9(3), 331-346.

Capítulo 3

Bowen-Stevens, S. R., Cox, T. M., & Curran, M. C. (2011). What are bottlenose dolphins doing on land? An activity teaching the scientific method through the unique behavior of strand feeding. *The American Biology Teacher*, 73(7), 407-411.

Brooks-Young, S. (Ed.). (2006). *Critical technology issues for school leaders*. Corwin Press.

Behrendt, M., & Franklin, T. (2014). A review of research on school field trips and their value in education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 9(3), 235-245.

Buchmann, M., & Schwille, J. (1983). Education: The overcoming of experience. *American Journal of Education*, 92(1), 30-51.

Buck, G. A. (2000). *Teaching Science to English-as-Second-Language Learners: Teaching, learning, and assessment strategies for elementary ESL students*. Faculty Publications: Department of Teaching, Learning and Teacher Education, 20.

Collins, R. H., Sibthorp, J., & Gookin, J. (2016). Developing ill-structured problem-solving skills through wilderness education. *Journal of Experiential Education*, 39(2), 179-195.

Davidson, C., Ewert, A., & Chang, Y. (2016). Multiple methods for identifying outcomes of a high challenge adventure activity. *Journal of Experiential Education*, 39(2), 164-178.

Deutsch, M. (1949). A theory of co-operation and competition. *Human Relations*, 2(2), 129-152.

Dewey, J. (1986, September). Experience and education. In *The educational forum* (Vol. 50, No. 3, pp. 241-252). Taylor & Francis Group.

Gillies, R. M. (2016). Cooperative learning: Review of research and practice. *Australian journal of teacher education*, 41(3), 3.

Ferreira, J. G. (2011). Teaching Life Sciences to English second language learners: What do teachers do?. *South African Journal of Education*, 31(1).

Fung, D. (2020). Teaching Science Through Home and Second Languages as the Medium of Instruction: a Comparative Analysis of Junior Secondary Science Classrooms in Hong Kong. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-26.

Hammer, D., Russ, R., Mikeska, J., & Scherr, R. (2008). Identifying inquiry and conceptualizing students' abilities. In *Teaching scientific inquiry* (pp. 138-156). Brill Sense.

Huang, Y. C. (2020). The Effects of Elementary Students' Science Learning in CLIL. *English Language Teaching*, 13(2), 1-15.

Isaak, J., Devine, M., Gervich, C., & Gottschall, R. (2018). Are we experienced? Reflections on the SUNY experiential learning mandate. *Journal of Experiential Education*, 41(1), 23-38.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational researcher*, 38(5), 365-379.

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

Johnson, D. W., Maruyama, G., Johnson, R., Nelson, D., & Skon, L. (1981). Effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on achievement: A meta-analysis. *Psychological bulletin*, 89(1), 47.

Jones, B. F., Rasmussen, C. M., & Moffitt, M. C. (1997). *Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning*. Washington, DC: American Psychological Association.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall.

Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.

Krepel, W. J., & DuVall, C. R. (1981). *Field trips: A guide for planning and conducting educational experiences*. National Education Association.

Larsen, M. A. (2017). International service-learning: Rethinking the role of emotions. *Journal of Experiential Education*, 40, 279–294.

Larsson, P. N. & Jakobsson, A. (2020). Meaning-making in science from the perspective of students' hybrid language use. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(5), 811–830.

Lou, Y., Abrami, P., Spence, J., Poulsen, C., Chambers, B., & d'Apollonia, S. (1996). Within-class grouping: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 66, 423-458.

Lou, Y., Abrami, P., & d'Apollonia, S. (2001). Small group and individual learning with technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 71, 449-521.

McPherson, G. R. (2001). Teaching & learning the scientific method. *The American Biology Teacher*, 63(4), 242-245.

Miettinen, R. (1998). About the legacy of experiential learning. *Lifelong Learning in Europe*, 3(3), 165-171.

Morales, D. A. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3103-3103.

Morris, T. H. (2020). Experiential learning—a systematic review and revision of Kolb's model. *Interactive Learning Environments*, 28(8), 1064-1077.

Mujica Rodríguez, A. M. (2012). Aprendizaje por proyectos: Una vía al fortalecimiento de los semilleros de investigación. *Docencia Universitaria*, 13, 201–216.

Munge, B., Thomas, G., & Heck, D. (2018). Outdoor fieldwork in higher education: Learning from multidisciplinary experience. *Journal of Experiential Education*, 41(1), 39-53.

Nabors, M.L., Edwards, L.C., & Murray, R.K. (2009). Making the case for field trips: What research tells us and what site coordinators have to say. *Education* 129(4), 661-667.

Orion, N. (2007). A holistic approach for science education for all. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(2), 111-118.

Pace, S., & Tesi, R. (2004). Adult's Perception of Field Trips Taken within Grades K-12: Eight Case Studies in the New York Metropolitan Area. *Education*, 125(1).

Pascagaza, E. F., & Bohórquez, B. G. (2019). El Aprendizaje Basado en Proyectos y su relación con el desarrollo de competencias asociadas al trabajo colaborativo. *Amauta*, 17(33), 103-118.

Piaget, J. (1970). La evolución intelectual entre la adolescencia y la edad adulta. J. Delval (Comp.), *Lecturas de psicología del niño*, 2(02), 208-213.

Pipitone, J. M. (2018). Place as pedagogy: Toward study abroad for social change. *Journal of Experiential Education*, 41, 54–74.

Powner, L. C. (2006). Teaching the scientific method in the active learning classroom. *PS: Political Science and Politics*, 39(3), 521-524.

Sanmarti Puig, N., & Márquez Bargalló, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Apice*, 1(1), 3-16.

Schaffer C 2007. Teaching science to English as a second language students.

Slavin, R. E., & Johnson, R. T. (1999). Aprendizaje cooperativo: teoría, investigación y práctica. Argentina: Aique.

Tal, T., & Morag, O. (2009). Reflective practice as a means for preparing to teach outdoors in an ecological garden. *Journal of Science Teacher Education*, 20(3), 245-262.

Tang, X., Coffey, J. E., Elby, A., & Levin, D. M. (2010). The scientific method and scientific inquiry: Tensions in teaching and learning. *Science education*, 94(1), 29-47.

Tate, P. J. (Ed.). (1978). *Learning by Experience-What, Why, how* Morris T. Keeton, Pamela J. Tate Editors. Jossey-Bass.

Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation, California.

Willden, J. L., Crowther, D. T., Gubanich, A. A., & Cannon, J. R. (2002). *A Quantitative Comparison of Instruction Format of Undergraduate Introductory Level Content Biology Courses: Traditional Lecture Approach vs. Inquiry Based for Education Majors*.

Çenberci, S. (2018). *Investigation of the Effectiveness of Scientific Research Methods Course in Terms of Academic Dishonesty Tendencies*. *Universal Journal of Educational Research*, 6(11), 2453-2460.

A. Anexo: Taller guía estructura artículo científico



Colegio José Max León

AREA OF NATURAL SCIENCES AND ENVIRONMENTAL EDUCATION

SCIENCE

SEVENTH GRADE

TEACHER: LAURA MILENA NOVA ARIAS

2019-2020



SOLVE IT IN ALL MEMBER'S NOTEBOOK OF THE TEAM

1. Which is the structure, or which are the parts of a Scientific article?
2. What must contain the title of an article?
3. What is the meaning of the small numbers above the names of the authors?
4. What is about the abstract or summary? How many paragraphs does it have? What is each paragraph about?
5. What is the introduction about? How many parts does it have? What is each part about?
6. What is the methods section about? Which methodology do they use in the article?
7. How do they show the results? Do they use graphs and charts? Why?
8. What do they say in the analysis and discussion section?
9. What is the article about?
10. What did they find in the article?
11. Do you think that this type of articles is important?

B. Anexo: Rúbrica artículo científico



Colegio José Max León

AREA OF NATURAL SCIENCES AND ENVIRONMENTAL EDUCATION
SCIENCE

SEVENTH GRADE- SCIENTIFIC ARTICLE RUBRIC

TEACHER: LAURA MILENA NOVA ARIAS

2019-2020



Criteria	0,1	0,4	0,7
Title	<p>Is too general and is not clear about the topic of the research. Is not clear about the place where the research is carried out. Is composed of more than 20 words. Is not in full capital letter.</p>	<p>Is clear about the main topic but is not clear about the purpose of the research or the place where it is carried out.</p>	<p>Is clear about the main topic or the purpose of the research and the place where it is carried out. Is composed of less than 20 words. Is in full capital letter.</p>
Authors and correspondence	<p>Are not organized in alphabetical order by the last name. Are not written in capital letters. Author's names are not written organized first the last name and then the initial. The correspondence is not organized in this way: grade, school, author's institutional mail.</p>	<p>Are organized in alphabetical order by the last name. Each author name is written in full capital letter and organized first the last name and then the initial. The correspondence is not organized in this way: grade, school, author's institutional mail. Or the correspondence is right but the authors are not well organized.</p>	<p>Are organized in alphabetical order by the last name. Each author name is written in full capital letter and in this way: LAST NAME INITIAL LETTER OF THE FIRST NAME. Eg: BARRETO MORA D., MADRIÑAN TANCO J., MORENO HERNANDEZ J., NOVA ARIAS L. The correspondence is organized in this way: grade, school, author's institutional mail.</p>

Abstract /Resumen	Is composed of more than 250 words. Is not clear about the topic of the research, the ecological concepts needed to the research, the geographical and ecological characterization. Is not clear about the research question, the hypothesis, and how the methodology helped to answer and prove it. It doesn't show briefly the research results.	Is clear about the topic of the research, the ecological concepts needed to the research, the geographical and ecological characterization. Is not clear about the research question, the hypothesis, and how the methodology helped to answer and prove it. It doesn't show briefly the research results.	Is composed of less than 250 words. Is clear about the topic of the research, the ecological concepts needed to the research, the geographical and ecological characterization. Is clear about the research question, the hypothesis, and how the methodology helped to answer and prove it. Shows briefly the research results.
Key words	The article has more/less than 5 keywords but the words don't relate the topic of the research, the place, the used methodology and the results.	The article has more/less than 5 keywords that relate the topic of the research, the place, the used methodology and the results.	The article has 5 keywords that relate the topic of the research, the place, the used methodology and the results.
Introduction	<p>Doesn't show clearly the ecological characterization and composition of the research place. Biotic and abiotic factors present there: fauna, flora, microorganisms, etc. Average temperature, precipitation, humidity, altitude, pressure. Ecosystems in the place of the research study.</p> <p>Doesn't relate previous research studies developed on that place.</p> <p>Doesn't Justify the importance or relevance of the research question.</p> <p>Doesn't describe very clearly the hypothesis and what does the present research pretend to find.</p> <p>The sentences or paragraphs are NOT underpinned in Scientific articles and/or those are NOT cited in APA format.</p> <p>Is not written in 3rd person and passive voice.</p> <p>Use a colloquial language and expressions.</p>	<p>Clearly shows the ecological characterization and composition of the research place. Biotic and abiotic factors present there: fauna, flora, microorganisms, etc. Average temperature, precipitation, humidity, altitude, pressure. Ecosystems in the place of the research study.</p> <p>Doesn't relate previous research studies developed on that place.</p> <p>Justify the importance or relevance of the research question.</p> <p>Doesn't describe very clearly the hypothesis and what does the present research pretend to find.</p> <p>A major part of the sentences or paragraphs are underpinned in Scientific articles and those are cited in APA format.</p> <p>Some parts are written in 3rd person and passive voice</p> <p>Use technician vocabulary.</p>	<p>Clearly shows the ecological characterization and composition of the research place. Biotic and abiotic factors present there: fauna, flora, microorganisms, etc. Average temperature, precipitation, humidity, altitude, pressure. Ecosystems in the place of the research study. Relate previous research studies developed on that place.</p> <p>Justify the importance or relevance of the research question. Describe very clearly the hypothesis and what does the present research pretend to find.</p> <p>All the sentences or paragraphs are underpinned in Scientific articles and those are cited in APA format.</p> <p>Is written in 3rd person and passive voice.</p>
Methods	<p>-Shows and explains the sampling methodology used. Example: quadrats, transects.</p> <p>The length of the sampling is not clear.</p>	<p>-Shows and clearly explains the sampling methodology used. Example: quadrats, transects.</p> <p>The length of the sampling is not clear.</p>	<p>-Shows and clearly explains the sampling methodology used. Example: quadrats, transects.</p> <p>Length of the sampling. Example: quadrat of 1m, transect of 3 m, excavation of 3 cms, etc.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Doesn't explain each step carried out in the research. Example: Four quadrats were made. - Is not clear the date, the hour, the coordinates and the procedure. -Doesn't explain each one of the tools or instruments used in the sampling. -The explanation is not enough clear to replicate the sampling. -Show results or data obtained with the methodology of sampling. There are not tables of data, there are not results. -Is not written in third person and passive voice. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explains each step carried out in the research. Example: <ul style="list-style-type: none"> -The first quadrat was made sticking four stakes with 1m between them forming a square, then with red wool the four stakes were linked. – The first quadrat was placed in the coordinates 11°11'11" on January 29th. - The sampling was made between 2:00pm and 2:30pm. - Is clear the date, the hour, the coordinates, and the procedure. - The sampling consisted in measure the height of each one of the plants inside the quadrat using a flexometer. -Doesn't Explain each one of the tools or instruments used in the sampling. -The explanation is not enough clear to replicate the sampling. -Show some results or data obtained with the methodology of sampling. -Is written in the third person and passive voice. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explains each step carried out in the research. Example: <ul style="list-style-type: none"> -The first quadrat was made sticking four stakes with 1m between them forming a square, then with red wool the four stakes were linked. – The first quadrat was placed in the coordinates 11°11'11" on January 29th. - The sampling was made between 2:00pm and 2:30pm. - The sampling consisted of measuring the height of each one of the plants inside the quadrat using a flexometer. - Is clear the date, the hour, the coordinates, and the procedure. -Explain each one of the tools or instruments used in the sampling. -Explain so well that every person that wants to replicate the sampling can do it. -DOESN'T show results or data obtained with the methodology of sampling. There are not tables of data, there are no results. -Is written in the third person and passive voice.
<p>Results and analysis</p>	<ul style="list-style-type: none"> - It doesn't include all the results of the sampling, all the taken data. - It doesn't include the measurement of each sampling, the coordinates, the hour, the date. - The results and the taken data are not organized in charts and graphs. - Each chart or graph doesn't have a description that allows understanding totally the diagram. - It doesn't show the raw data and then explains the statistical analysis made to the data. - It doesn't explain the mathematical 	<ul style="list-style-type: none"> - It includes some of the results of the sampling and the taken data. - It includes the measurement of some sampling, is not clear the coordinates, the hour, the date. - Some of the results and the taken data are organized in charts and graphs, but not all. - Some of the charts or graphs have a description that allows understanding totally the diagram. - It doesn't show the raw data and then explains the statistical analysis made to the data. - It is not good explaining the 	<ul style="list-style-type: none"> - It includes all the results of the sampling, all the taken data. - It includes the measurement of each sampling, the coordinates, the hour, the date. - The results and the taken data are organized in charts and graphs. - Each chart or graph has a description that allows understanding totally the diagram. - It shows the raw data and then explains the statistical analysis made to the data. - It explains the mathematical treatment made to the data

	treatment made to the data	mathematical treatment made to the data	
Conclusions	<ul style="list-style-type: none"> - Doesn't take back the research question, the hypothesis and justify the importance of the research. - Based on the obtained results doesn't analyze if the hypothesis is correct or incorrect. - Doesn't use the charts and graphs present on results to back on the conclusion about the hypothesis. - Doesn't Give an answer to the research question. - Doesn't propose a future project of research to go deeper in the results. 	<ul style="list-style-type: none"> - Take back the research question, the hypothesis and justify the importance of the research. - Based on the obtained results doesn't analyze if the hypothesis is correct or incorrect. - Sometimes Uses the charts and graphs presented in results to back the conclusion about the hypothesis. - Gives and answer the research question. - Doesn't Propose a future project of research to go deeper in the results. 	<ul style="list-style-type: none"> - Take back the research question, the hypothesis and justify the importance of the research. - Based on the obtained results, analyze if the hypothesis is correct or incorrect. - Uses the charts and graphs present on results to back on the conclusion about the hypothesis. - Give and answer the research question. - Proposes a future project of research to go deeper in the results.
Bibliography	<ul style="list-style-type: none"> - The textual citation is not used in the right way, use the quotations marks. - The citation is not always in APA format - The citation is not according to www.howtociteapa.com 	<ul style="list-style-type: none"> - The textual citation is not used in the right way, use the quotations marks. - The citation sometimes is in APA format - The citation sometimes is according to www.howtociteapa.com 	<ul style="list-style-type: none"> - The textual citation is used in the right way, use the quotations marks. - The citation is always in APA format - The citation is according to www.howtociteapa.com

C. Anexo: Plantilla artículo científico basada en revista momento UNAL

TÍTULO DEL ARTÍCULO EN INGLÉS

TÍTULO DEL ARTÍCULO EN ESPAÑOL

Autor I¹, Autor II²

¹ Afiliación autor I (Grupo de Investigación, Dependencia, Universidad, País)

² Afiliación autor II (Grupo de Investigación, Dependencia, Universidad, País)
TODO ESTO EN INGLÉS

(Recibido: Mes/Año. Aceptado: Mes/Año)

Resumen

Escribir resumen en español.
MÁXIMO 250 PALABRAS.
ES LA ÚLTIMA PARTE QUE SE ESCRIBE

Palabras Clave: Palabras clave en español.

Abstract

Escribir resumen en inglés.
MAXIMUM 250 WORDS
THE LAST PART TO BE WRITTEN

Keywords: Palabras clave en inglés.

Introduction

Caracterización del lugar, importancia ecología del lugar, pregunta problema e importancia de la misma, hipótesis a comprobar, justificación del porque es importante la investigación.

Materials and Methods

Metodología de muestreo utilizada con fecha, hora, lugar, coordenadas, datos ambientales como temperatura. Medidas exactas tomadas e imágenes.

Results and discussion

Resultados del muestreo, no se concluye nada solo se muestra y da a conocer los resultados de la metodología, ejemplo: cuanto midió, tablas de las especies encontradas, graficas de comparación entre un cuadrante y otro, diferencias encontradas. Tratamiento de datos, análisis estadístico, medidas de tendencia central, medidas de dispersión.

Conclusions

Conclusiones del artículo. Que se puede decir de la hipótesis de acuerdo a los resultados es verdadera o falsa. Si es verdadera justificar esto apoyado en los datos, si es falsa por qué apoyado en los datos.

Bibliography

P. Hohenberg and W. Kohn, Phys. Rev. **136**, B864 (1964). **ARTICULO**

A. Bard and L. Faulkner, *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications* (Wiley, 2000). pp. 1010-1014. **LIBRO**

Tesis (o similar): K. Martínez. Producción y Caracterización de Nuevos Materiales (tesis de maestría). Bogotá, Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia; 2015. p. 10-46. **TESIS** (O **SIMILAR**)

J. D. Pabón and G. Hurtado, in *Memorias del Congreso Mundial de Páramos* (2002) p. 98. **MEMORIAS DE CONGRESO**

T. Poon, *Optical Scanning Holography With Matlab* (Springer) En prensa. 2017. **MATERIAL NO PUBLICADO.**

NASA. Status of the Ozone Hole 2016. <https://ozoneaq.gsfc.nasa.gov/omps/ozone-hole/>. Consultada el 10 de noviembre de 2016. **PÁGINA WEB**

Los trabajos para publicar deben incluir la estructura generalmente aceptada para artículos de revistas científicas con los elementos básicos:

- **Título del artículo.** Debe ir en español e inglés, en mayúsculas, no debe contener fórmulas ni abreviaturas. Debe ser preciso y coherente con el tema desarrollado y no debe exceder 130 caracteres incluyendo los espacios. Los títulos, resúmenes y palabras clave se organizan dependiendo del idioma en el que se escriba el artículo. Entonces, si el artículo se escribe en español se debe colocar primero el título en español y luego en inglés. Si el artículo se escribe en inglés se coloca primero el título en inglés y luego en español. Así mismo para el resumen y palabras clave.
- **Nombre de los autores.** Se debe incluir de cada autor el nombre, inicial del segundo nombre si lo tiene y el primer apellido. Relacionar la filiación de los autores con números superíndices y el correo electrónico del autor al que se le debe dirigir la correspondencia (un solo autor).
- **Resumen en español e inglés.** Máximo 250 palabras. Debe contener el objetivo principal, hallazgos más importantes y conclusiones del trabajo.

- **Palabras Clave y Keywords.** Máximo 5 palabras. Usar tesauros específicos o disciplinares de acuerdo con el contenido del tema del manuscrito y que no se incluyan en el título del trabajo.
- **Desarrollo del artículo.** El texto debe dividirse en secciones, cada una con un encabezado. Por ejemplo: Introducción, Metodología, Resultados y Discusión, Conclusiones y Bibliografía. Los títulos se deben alinear a la izquierda y resaltarlos en negrilla.
- **Referencias bibliográficas.** Sólo se deben citar aquellas referencias que figuren en la sección de bibliografía y deben ser en formato apa. No se deben citar referencias en el resumen. Las referencias bibliográficas deben seguir el formato de la American Physical Society (se recomienda el uso de BibTEX). Se deben escribir en abreviatura los títulos de las revistas o los títulos completos de no encontrarse en Journal Title Abbreviations o en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>. En general las citas deben contener: el apellido y las iniciales del nombre de todos los autores separados por coma, seguido del nombre de la revista, el año, el volumen y las páginas. Si la publicación cuenta con DOI, se debe incluir. Para los archivos enviados en Microsoft Word poner después del año, de ser posible, las direcciones web o el link de cada referencia citada (se sugiere usar la herramienta Endnote). Las referencias citadas en este documento son ejemplos de cómo se debe referenciar: un artículo [1], un libro [2], una tesis [3], memorias de congreso [4], material no publicado [5] y página web [6]. El material no publicado se refiere a los trabajos aceptados para publicación pero que no han sido impresos.

Requisitos:

- Las figuras y tablas deberán numerarse en forma consecutiva, y deben contener en la parte inferior un título o leyenda explicativa.

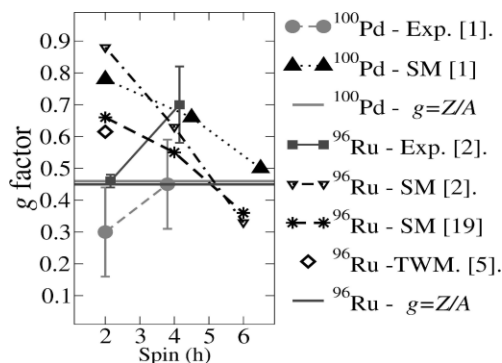


FIGURA 1. Ejemplo de figura

- **Unidades, abreviaturas y símbolos:** Se usará el Sistema Internacional de Unidades (m, kg, s, K), empleando sólo términos aceptados generalmente. Es necesario explicar las abreviaturas desconocidas cuando se usen por primera vez. Se debe poner especial cuidado al escribir los símbolos para que sean identificados claramente. En casos especiales, se especificará directamente con el autor el uso de fórmulas, caracteres especiales u otros.

- Si se requieren agradecimientos, reconocimientos a entidades, permisos de publicación, etc., irán al terminar el texto y antes de las Referencias bibliográficas.

- Para todo el documento se debe usar interlineado sencillo (1.0). Después de cada subtítulo se recomienda usar doble espacio.

- Por favor conservar el formato al pasar la información a esta plantilla, es decir, conservar el tamaño de la página, márgenes, tipo de letra (Times New Roman), tamaño, alineación (dependiendo si es título, subtítulo, título de tabla o gráfica) y demás especificaciones que se presentan en esta plantilla.

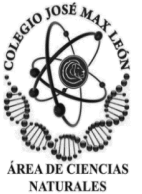
Referencias

- [1] P. Hohenberg and W. Kohn, Phys. Rev. **136**, B864 (1964). **ARTICULO**
- [2] A. Bard and L. Faulkner, *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications* (Wiley, 2000). pp. 1010-1014. **LIBRO**
- [3] Tesis (o similar): K. Martínez. Producción y Caracterización de Nuevos Materiales (tesis de maestría). Bogotá, Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia; 2015. p. 10-46. **TESIS (O SIMILAR)**
- [4] J. D. Pabón and G. Hurtado, in *Memorias del Congreso Mundial de Páramos* (2002) p. 98. **MEMORIAS DE CONGRESO**
- [5] T. Poon, *Optical Scanning Holography With Matlab* (Springer) En prensa. 2017. **MATERIAL NO PUBLICADO.**
- [6] NASA. Status of the Ozone Hole 2016. <https://ozoneaq.gsfc.nasa.gov/omps/ozone-hole/>. Consultada el 10 de noviembre de 2016. **PÁGINA WEB**

D. Anexo: Rúbrica libreta de campo



Colegio José Max León
 AREA OF NATURAL SCIENCES AND ENVIRONMENTAL EDUCATION
 SCIENCE
 SEVENTH GRADE- FIELD BOOK RUBRIC
 TEACHER: LAURA MILENA NOVA ARIAS
 2019-2020



Criteria	Score of the question	Yes	No (0 pts)	Total Score
Named	0,5			
Includes all the dates and hours of the journey (stops)	0,6			
Includes important data given by the guide. Data about: the quarry, Herrera lagoon, Bogota river, contaminant material, Chicaque or wetland, plants of the tour, biological processes, history.	0,6			
Includes coordinates of each one of the stops of the journey.	0,7			
Includes coordinates, date, temperature and hour of the sampling.	0,7			
Includes results of the sampling and details: Example. Quadrat 1: Coordinates, date, hour. Results of the sampling.	0,8			
Includes personal observations of the natural surround, the ecosystems, natural phenomena.	0,7			
Includes tables, graphs, numeric data, graphical representations.	0,7			
Includes journey narration.	0,5			
Has a good presentation, proper of a student of seventh grade, represent scientific knowledge and rigor.	0,6			
Evinces work, dedication and understanding of the Scientific article.	0,6			